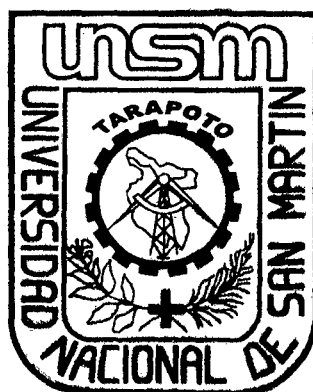


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**“DISEÑO GEOMÉTRICO Y PAVIMENTO DE LA  
CARRETERA TABALOSOS - PINTO RECODO”**

**PRESENTADO PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**AUTOR : BACH. GARDEL GRÁNDEZ VELA**

**ASESOR : ING° JORGE ISAACS RIOJA DÍAZ**

**MORALES - PERÚ  
2010**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN**

**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**T E S I S**

**DISEÑO GEOMÉTRICO Y PAVIMENTO DE LA CARRETERA  
TABALOSOS - PINTO RECODO**

**PRESENTADO PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**POR:**

**BACH. GARDEL GRÁNDEZ VELA**

**SUSTENTADO Y APROBADO ANTE EL HONORABLE JURADO:**

**Presidente:** Ing° . VICTOR SAMAMÉ ZATTA

**Secretario :** Ing° . RUBEN DEL AGUILA PANDURO

**Miembro :** Ing° WILTON CELIS ANGULO

**Asesor :** Ing° JORGE ISAACS RIOJA DIAZ

## DEDICATORIA:

*A mi señor padre “Santos Grández Navarro”,  
y a mi señora mi madre “Zulema Vela  
Rodríguez”, por haberme dado la dicha de  
existir, de educarme como una persona de bien  
a través de sus ejemplos, de sus esfuerzos y la  
lucha constante a diario para ver realizada la  
culminación de mis estudios superiores.*

*A mis hermanos y sobrinos, por su gratitud,  
comprensión y apoyo en los momentos  
difíciles.*

*A mi novia y futura esposa “Katy”, por su  
gratitud, comprensión y esmerado apoyo en  
el día a día y en especial en los momentos  
difíciles.*

*A mis amigos y demás seres queridos  
que con su apoyo desinteresado y  
desmedido, hicieron realidad la  
culminación de este proyecto.*

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco a Dios por darme la vida,  
agradezco por estos años vividos.*

*La experiencia adquirida, la sabiduría que  
me ha dado.*

*Agradezco el amor de los míos, tener a mis  
padres, los sueños que me ha brindado.*

*A la vida porque es tan corta y el oficio de  
vivir tan difícil, que cuando uno empieza a  
aprenderlo, otra vez se vuelve en un reto.*

*A mi asesor Ing°. JORGE ISAACS RIOJA  
DIAZ y a los docentes de la Facultad de  
Ingeniería Civil de la Universidad  
Nacional de San Martín, por la formación  
impartida en las aulas.*

## INDICE

Carátula .....	i
Contra carátula .....	ii
Dedicatoria .....	iii
Agradecimiento .....	iv
Índice .....	v
Resumen .....	xiv
<b>CAPITULO I: Introducción .....</b>	<b>1</b>
1.1. Generalidades .....	1
1.2. Exploración preliminar orientada a la investigación.....	2
1.3. Aspectos Generales del Estudio .....	2
<b>CAPITULO II: Marco Teórico .....</b>	<b>6</b>
2.1. Antecedentes, planteamiento, delimitación y formulación del Problema a resolver .....	6
2.1.1. Antecedentes del Problema .....	6
2.1.2. Enunciado o Formulario del Problema .....	7
2.2. Objetivos: General y Específico .....	7
2.2.1. Objetivo General .....	7
2.2.2. Objetivos Específicos .....	7
2.3. Justificación de la investigación .....	8
2.4. Delimitación de la investigación.....	9
2.4.1. Alcances .....	9
2.4.2. Limitaciones .....	9
2.5. Marco Teórico Referencial .....	9
2.5.1. Marco Legal .....	9
2.5.2. Antecedentes de la Investigación .....	18
2.6. Marco Teórico o Fundamentación Teórica.....	19
2.6.1. Acceso al Área de Estudio .....	19
2.6.2. Geología y Aspectos Geomorfológicos .....	19
2.6.3. Resumen de las Condiciones del Trazo .....	21

2.6.4. De la Conformación de Terraplenes .....	21
2.6.5. De la Conformación de la Capa de Anticontaminante .....	22
2.6.6. De la Conformación de la Capa de Afirmado .....	23
2.6.7. De la Exploración De Campo .....	25
2.6.8. De los Ensayos de Laboratorio .....	25
2.6.9. De los Perfiles del Suelo .....	28
2.6.10. Del Análisis del Valor Relativo de Soporte C.B.R .....	30
2.6.10.1. Zonificación .....	35
2.6.10.2. Alcances .....	35
2.6.10.3. Diseño de la Superficie de Rodadura .....	41
2.6.10.4. Pavimento .....	41
2.6.11. Justificación de la Elección del Tipo de Pavimento .....	45
2.6.12. Diseño del Pavimento .....	46
2.6.13. Determinación del Espesor del Pavimento .....	51
2.6.14. Determinación del Espesor del Pavimento del “Manual para el Diseño de Caminos no Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito”.....	53
2.6.15. Diseño del Perfil Longitudinal .....	55
2.6.16. Drenaje .....	69
2.6.17. Diseño Hidráulico y Estructural de Obras de Arte .....	80
2.6.18. Alcantarillas .....	83
2.6.19. Diseño de Alcantarillas .....	85
2.7. Marco Conceptual: Terminología básica .....	88
2.7.1. Derecho de vía .....	88
2.7.1.1. Ancho del derecho de vía .....	89
2.7.1.1.1. En Zona Urbana .....	89
2.7.1.1.2. En Zona de Cultivo .....	90
2.7.1.1.3. En Terreno Eriazos o Zona de Montaña .....	90
2.7.1.1.4. Mayor Ancho .....	90
2.7.2. Análisis Costo Beneficio .....	90
2.7.3. Análisis Costo Efectividad .....	90
2.7.4. Arcillas .....	91
2.7.5. Área Ambiental Sensible .....	91
2.7.6. Acantilado .....	91

2.7.7. Acarreo .....	91
2.7.8. Acceso .....	91
2.7.9. Afirmado .....	91
2.7.10. Ahuellamiento .....	92
2.7.11. Alcantarilla .....	92
2.7.12. Asentamiento .....	92
2.7.13. Asentamiento Diferencial .....	92
2.7.14. Badén .....	92
2.7.15. Bench Mark (Bm) .....	93
2.7.16. Berma .....	93
2.7.17. Bombeo .....	93
2.7.18. Calicata .....	93
2.7.19. Caja Colectora .....	93
2.7.20. Calzada (o Superficie de Rodadura) .....	94
2.7.21. Carril .....	94
2.7.22. Carretera .....	94
2.7.23. Cantera .....	94
2.7.24. Carretera Afirmada .....	94
2.7.25. Carretera Sin Afirmar .....	94
2.7.26. Construcción .....	95
2.7.27. Cubicación de Tierras .....	95
2.7.28. Ecuación de Empalme .....	95
2.7.29. Eje de la Carretera .....	95
2.7.30. Estudios de Impacto Ambiental (EIA) .....	95
2.7.31. Estudio Definitivo .....	95
2.7.32. Expediente Técnico de Obra .....	96
2.7.33. Geodinámica Externa .....	96
2.7.34. Levantamiento Topográfico .....	96
2.7.35. Velocidad de Diseño .....	96
2.7.36. Diseño Geométrico .....	96
2.8. Marco Histórico .....	98
2.9. Hipótesis .....	98

<b>CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>99</b>
3.1. MATERIALES .....	99
3.2. MÉTODOS .....	100
3.2.1. Metodología de la Investigación .....	100
3.2.2. Universo, Población y muestra .....	100
3.2.3. Variables .....	101
3.2.4. Diseño Experimental .....	101
3.2.5. Diseño de Instrumentos .....	101
3.2.5.1. Ubicación de los Puntos Inicial y Final .....	102
3.2.5.2. Elección de la Mejor Ruta .....	102
3.2.5.3. Trazo de la Línea de Gradiente .....	102
3.2.5.4. Levantamiento Topográfico .....	103
3.2.6. Procesamiento de la Información .....	103
3.2.6.1. Diseño del Eje en Planta .....	103
3.2.6.1.1. Selección del Tipo de Vía y Parámetros de Diseño .....	103
3.2.6.1.2. Velocidad Directriz .....	104
3.2.6.1.3. Distancia de Visibilidad .....	104
3.2.6.1.4. Ubicación del Eje de la Vía .....	105
3.2.6.1.5. Determinación de los Elementos de Curva Horizontal y Estacados de los PI, PC y PT .....	106
3.2.6.2. Perfil Longitudinal .....	109
3.2.6.2.1. Nivelación del Eje de la Vía .....	109
3.2.6.2.2. Pendientes .....	110
3.2.6.3. Secciones Transversales .....	110
3.2.6.3.1. Diseño del Seccionamiento Transversal .....	111
3.2.6.4. Diseño Hidráulico del Drenaje Vial – Obras de Arte .....	111
3.2.6.5. Estudio de Suelos: Muestreo y Análisis de Laboratorio .....	115
3.2.6.5.1. Exploración de Campo .....	115
3.2.6.5.2. Ensayos de Laboratorio .....	115
3.2.6.5.3. Perfiles del Suelo .....	116
3.2.6.6. Elección de Tipo de Pavimento .....	119

3.2.6.6.1. Tráfico de la Zona de Estudio .....	120
3.2.6.6.2. Diseño del Espesor del Pavimento por el Método de Wyoming .....	121
3.2.6.6.3. Determinación del Espesor del Pavimento del “Manual para el Diseño de Caminos no Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito” .....	126
3.2.6.7. Desarrollo del Estudio de Impacto Ambiental .....	128
<b>CAPITULO IV: RESULTADOS .....</b>	<b>134</b>
4.1. Tipo de Suelos .....	134
4.2. Características más sobresalientes de la Carretera .....	134
4.3. Resultados del Estudio de Impacto Ambiental .....	134
4.3.1. Matriz de Impacto .....	134
4.4. Resultados del Estudio del Suelo .....	150
4.4.1. Características del Sub – Suelo del Terreno de Cimentación .....	150
4.4.2. Nivel Freático .....	152
4.5. Resultados del Estudio de Cantera .....	153
4.6. Resultados sobre el Tráfico Proyectado .....	153
4.7. Resultados del Diseño del Pavimento .....	153
4.7.1. Del Diseño Realizado por el Método de Wyoming .....	153
4.7.2. Del Diseño Realizado con ayuda del “Manual para Diseño de Caminos no Pavimentados de Bajo Volumen de Transito” .....	154
<b>CAPITULO V: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....</b>	<b>156</b>
5.1. Medidas de Control Sobre Impacto Ambiental .....	156
5.1.1. Medidas de Control y Mitigación en el Medio Biológico .....	158
5.1.2. Medidas de Control y Mitigación en el Medio Socioeconómico .....	159
5.1.3. Plan de Monitoreo Ambiental .....	160
5.1.4. Plan de Contingencia .....	161
5.1.5. Plan de Seguridad e Higiene Ambiental .....	162
5.1.6. Plan de Cierre o Abandono .....	164
5.2. Mecánica de Suelos y Pavimento .....	165
5.3. Contrastación de Hipótesis .....	165

<b>CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>166</b>
6.1. Conclusiones .....	166
6.2. Recomendaciones .....	167
<b>CAPITULO VII: BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>169</b>
<b>CAPITULO VIII: ANEXOS.....</b>	<b>171</b>
Anexo N° 01: Estudio de Suelos .....	171
Anexo N° 02: Alineamiento Horizontal y Vertical .....	224
Anexo N° 03: Detalle de Alcantarillas .....	225
Anexo N° 04: Detalle de Cunetas .....	229
Anexo N° 05: Detalle de Badenes.....	230
Anexo N° 06: Detalle de Sección Transversal .....	231
Anexo N° 07: Signos convencionales para perfil de calicatas .....	237
Anexo N° 08: Catalogo Estructural de Superficie de Rodadura .....	238
Anexo N° 09: Catalogo de Capas de Revestimiento Granular.....	239
Anexo N° 10: Planos .....	243

## INDICE DE CUADROS

- Cuadro N° 1: Dinámica Poblacional del Distrito de Pinto Recodo .....	4
- Cuadro N° 2: Población según sexo .....	4
- Cuadro N° 3: Resultados de Clasificación de Suelos .....	32
- Cuadro N° 4: Análisis de Transito .....	47
- Cuadro N° 5: Precipitaciones Anuales .....	48
- Cuadro N° 6: Napa Freática .....	48
- Cuadro N° 7: Condición general de drenaje .....	49
- Cuadro N° 8: Factor de Transito .....	59
- Cuadro N° 9: Curva para Diseño del Pavimento .....	51
- Cuadro N° 10: Índice K para el Cálculo de la Longitud de Curva Vertical Convexa .....	58
- Cuadro N° 11: Índice para el Cálculo de la Longitud de Curva Vertical Cóncava .....	58
- Cuadro N° 12: Pendientes Máximas .....	59
- Cuadro N° 13: Ancho Mínimo de la Calzada en Tangente (Metros) .....	61
- Cuadro N° 14: Dimensiones mínimas de las cunetas .....	71
- Cuadro N° 15: Máxima distancia recomendable entre dos alcantarillas (metros) .....	72
- Cuadro N° 16: Valores de “n” dados por Horton para ser empleados en las formulas de manning .....	112
- Cuadro N° 17: Normalización de Estudio de Suelos .....	115
- Cuadro N° 18: Tecnología de Concreto .....	115
- Cuadro N° 19: Clasificación de Material a Emplearse.....	120
- Cuadro N° 20: Análisis de tránsito .....	120
- Cuadro N° 21: Precipitaciones anuales .....	121
- Cuadro N° 22: Napa Freática .....	122
- Cuadro N° 23: Condición general de drenaje .....	122
- Cuadro N° 24 : Factor de tránsito .....	123
- Cuadro N° 25: Tránsito reducido a cargas equivalentes a 5,000 Lb./Ruedas .....	123
- Cuadro N° 26: Curva para diseño del pavimento .....	124
- Cuadro N° 27: Distribución de campamentos .....	139
- Cuadro N° 28: Flora .....	148
- Cuadro N° 29: Plan de reforestación .....	159

## INDICE DE FIGURAS

- Figura N° 1: Ubicación del Distrito de Pinto Recodo .....	2
- Figura N° 2: Curva Pronunciada a la derecha .....	64
- Figura N° 3: Curva pronunciada a la izquierda .....	65
- Figura N° 4: Curva a la derecha .....	65
- Figura N° 5: Curva y contracurva .....	66
- Figura N° 6: Curva a la izquierda .....	66
- Figura N° 7: Curva en U – Derecha .....	67
- Figura N° 8: Curva en U – Izquierda .....	67
- Figura N° 9: Señales Informativas .....	68
- Figura N° 10: Señales de Reglamentación .....	69
- Figura N° 11: Drenes subterráneos I .....	75
- Figura N° 12: Drenes subterráneos II .....	76
- Figura N° 13: Relleno de zanjas de drenaje .....	77
- Figura N° 14: Subdren de aguas subterráneas geotextil .....	78
- Figura N° 15: Drenes de intercepción longitudinales .....	79
- Figura N° 16: Drenes de intercepción longitudinales a media ladera .....	79
- Figura N° 17: Elementos de cálculo para la longitud de la alcantarilla .....	85
- Figura N° 18: Especificaciones del derecho de vía .....	89
- Figura N° 19: Vehículo H-20 .....	104
- Figura N° 20: Elementos de curva .....	107

## INDICE DE TABLAS

- Tabla N° 1: Requisito de los materiales para Terraplenes .....	22
- Tabla N° 2: Requisito de los materiales para Afirmado .....	23
- Tabla N° 3: Afirmado Tipo 3 .....	24
- Tabla N° 4: Mecánica de Suelos .....	25
- Tabla N° 5: Valor Relativo de Soporte .....	31
- Tabla N° 6: Índice de Grupo .....	31
- Tabla N° 7: Clasificación de Suelos.....	32
- Tabla N° 8: Clasificación de Intensidad.....	35
- Tabla N° 9: Tránsito Reducido a Cargas Equivalentes .....	50

## RELACIÓN DE PLANOS

Plano U – 01	:	Ubicación.
Plano PC – 01	:	Plano Clave.
Plano PPL – 01	:	Planta y Perfil Longitudinal.
Plano PPL – 02	:	Planta y Perfil Longitudinal.
Plano PPL – 03	:	Planta y Perfil Longitudinal.
Plano PPL – 04	:	Planta y Perfil Longitudinal.
Plano PPL – 05	:	Planta y Perfil Longitudinal.
Plano ST – 01	:	Secciones Transversales.
Plano ST – 02	:	Secciones Transversales.
Plano ST – 03	:	Secciones Transversales.
Plano ST – 04	:	Secciones Transversales.
Plano ST – 05	:	Secciones Transversales.

## ***RESUMEN***

La presente tesis, se realizó con la aplicación de los conceptos técnicos y normativos del Manual de Diseño para Caminos de Bajo Volumen de Tránsito en caminos con superficie de rodadura de materiales granulares. También la aplicación de criterios adquiridos en la ejecución de obras similares, cercana a la zona del proyecto.

El diseño de un camino responde a una necesidad justificada social y económicamente. Ambos conceptos se correlacionan para establecer las características técnicas y físicas que debe tener el camino que se proyecta, para que los resultados buscados sean óptimos, en beneficio de la comunidad que requiere del servicio, normalmente en situación de limitaciones muy estrechas de recursos locales y nacionales.

Teniendo en consideración lo indicado en el párrafo anterior, en el presente trabajo se abarca todo el estudio correspondiente al diseño geométrico y pavimento a nivel de afirmado de una vía de bajo volumen de tránsito.

Algunos de los parámetros empleados en el diseño geométrico y pavimento fueron: El tipo de relieve y clima, la naturaleza del derecho de vía, faja de propiedad restringida, estudio de la demanda, la velocidad de diseño en relación al costo del camino, la sección transversal de diseño, el tipo de superficie de rodadura, el alineamiento horizontal, alineamiento vertical, estudios geotécnicos,

Los caminos de bajo volumen de tránsito, se estructuran como caminos de bajo costo. Consecuentemente tienen alineamientos de diseño que evitan movimientos de tierra mayores; con estructuras y obras de arte, por lo general diseñadas para periodos de corto y mediano plazo de vida útil; con capas de revestimiento granular afirmados y en general, con características que disturban lo menos posible la naturaleza del terreno.

Finalmente se presentan los planos; en planta y perfil, y detalles de las secciones transversales de la vía en estudio que conforman el proyecto.

# **CAPITULO I: INTRODUCCIÓN**

## **1.1. GENERALIDADES**

El presente trabajo de tesis, se desarrolla como contribución a la sociedad, ya que somos concientes de la problemática vial de nuestra región San Martín, y los pueblos que requieren desarrollarse, exigiendo mas presencia del estado.

Nuestro aporte consiste en formular una propuesta técnica para apoyar al desarrollo de estos pueblos, y al mismo tiempo poner a disposición de la universidad una investigación que servirá como base para futuros proyectos de desarrollo.

## **1.2. EXPLORACIÓN PRELIMINAR ORIENTADA A LA INVESTIGACIÓN**

En la actualidad el país busca un desarrollo integral en base a la eficiencia y calidad de servicios, garantizando para ello la seguridad a los inversionistas privados a fin de facilitar las condiciones de invertir en todos los campos de la actividad económica, y por tanto, la región San Martín no esta ajena a esta realidad, por lo que es necesario e imprescindible estar acorde a la dinámica de desarrollo a fin de no quedarnos marginados, social, cultural y económicamente, y siempre estar a la vanguardia de los cambios estructurales que sufre el país en su conjunto.

El desarrollo de una nación depende en gran medida, de la extensión y el estado de su red vial. Los caminos y las carreteras condicionan a la capacidad y velocidad de movilización de personas y mercaderías, aspectos que repercuten directamente en el progreso social, político y económico.

En la región Sam Martín, es necesario un plan de desarrollo de la red vial tanto en las carreteras de carácter nacional así como las carreteras del sistema departamental y vecinal; para que integren la unidad del país, de manera que los pueblos interconectados por la red vial, puedan satisfacer sus necesidades de consumo, además de elevar el nivel social, cultural y económico de sus habitantes.

En nuestra región se puede apreciar que aun existen distritos, centros poblados que no cuentan con sus carreteras y en el mejor de los casos si existen estas, en su mayor parte son trochas carrozables que no cumplen con las condiciones mínimas para un eficiente servicio.

Entendiendo así la trascendental importancia de las redes viales y frente a la imperiosa necesidad de contar con un sistema vial eficiente que genere progreso y bienestar social, se

ha elaborado el presente trabajo de tesis, denominado “DISEÑO GEOMÉTRICO Y PAVIMENTO DE LA CARRETERA TABALOSOS - PINTO RECODO”

### 1.3. ASPECTOS GENERALES DEL ESTUDIO

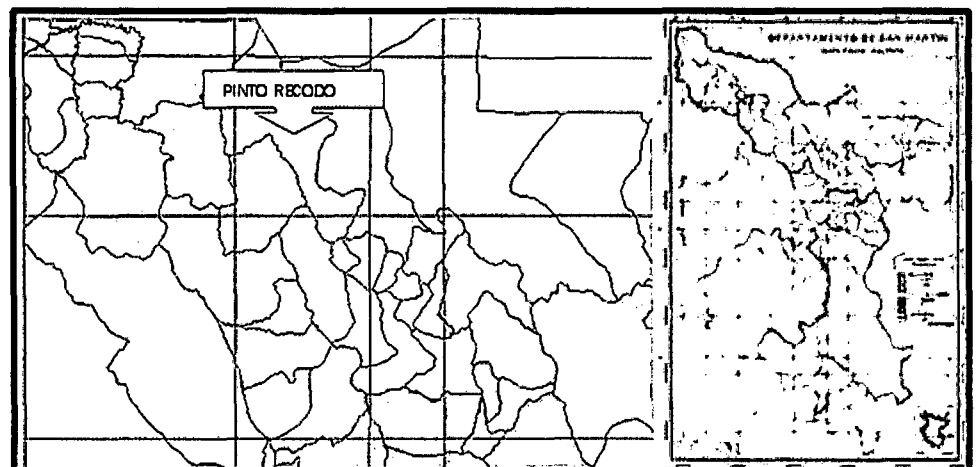
#### 1.3.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

##### 1.3.1.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y POLÍTICA

Geográficamente el proyecto de tesis, se ubica en el Distrito de Pinto Recodo, de la provincia de Lamas, región San Martín limita con los siguientes distritos:

##### **Límites del Distrito:**

- ✓ Por el Norte : Distrito de Moyobamba.
- ✓ Por el Sur : Distrito de Tabalosos.
- ✓ Por el Este : Distrito de San Roque de Cumbaza.
- ✓ Por el Oeste : Distrito de Alonso de Alvarado.



**Figura N° 1** Ubicación del Distrito de Pinto Recodo

##### **Conformación Política**

El Distrito de Pinto Recodo está constituido por 02 centros poblados y 42 caseríos:

Centros Poblados: Pinto Recodo, Betania.

##### **Caseríos**

Nuevo Salinas, Jesús del Monte, La Florida, La Flor de Café, Santa Anita,

Palmeras de Miramayo, Vista Alegre, Vencedor, La Perla, Miraflores del Bajo Mayo, Nuevo Tacabamba, La Libertad del Bajo Mayo, Gocen, El Mirador, La Merced, La Unión de Miramar, Nuevo Chimú, Aguas de Oro, Alto Palmiche, Palmiche, Bellavista, Churuzapa, Mishquillaquillo de Shapumba, Pampamonte, Cumbaquilio, Mishiquiyacu, Nuevo Iquitos, Nuevo Queramarca, La Colpa, Dos Unidos, Arica, Vista Hermosa de Sanangal, Bajo Churuzapa, Paraíso, Pallasco, La Victoria, Naranjos, Grabada, Nuevo Horizonte, Ramón Castilla, Santa María del Mayo. El Distrito de Pinto Recodo tiene una extensión de 524.07 km<sup>2</sup>.

#### **1.3.1.2. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS Y TOPOGRÁFICAS**

De acuerdo al mapa de clasificación climática del SENAMHI, para la zona de estudio le corresponde clima característico de selva alta, cálido, húmedo con temperatura media anual de 31 °C, siendo la máxima de 37 °C y la mínima de 16 °C.

La topografía en que se desarrolla el proyecto de tesis pertenece a la característica de la zona selva, con variaciones del terreno de ondulado a accidentada.

La vegetación en la zona es abundante y variada.

#### **1.3.1.3. ÁREA DE INFLUENCIA**

Con la realización de este proyecto de tesis y la posterior complementación hasta un expediente técnico a nivel constructivo y su ejecución física, se verán influenciados en su desarrollo, socioeconómico y cultural, los pueblos de Tabalosos y Pinto Recodo.

#### **1.3.1.4. SITUACIÓN ACTUAL DE LA VÍA**

Pinto Recodo es un distrito de difícil accesibilidad, con condiciones de intransitabilidad permanentes, por la única de vía acceso hacia la localidad mediante el tramo Shanao – Pinto Recodo de 5.5 kilómetros de longitud, con curvas pronunciadas y antirreglamentarias, lo que contribuye a que tenga altos costos de transporte de productos agropecuarios y pasajeros, con el consiguiente atraso de la localidad.

Es por ello, que el presente trabajo de investigación está orientado a generar las condiciones para proveer una vía alterna de 4.5 Km, que unirá el distrito de Pinto Recodo con la localidad de Tabalosos.

### 1.3.1.5. VÍAS DE ACCESO

El acceso a esta vía es partiendo de la ciudad de Tarapoto, hasta la localidad de Tabalosos por medio de la carretera Fernando Belaunde Terry Norte, siendo esta localidad punto de inicio de la vía.

### 1.3.1.6. POBLACIÓN BENEFICIADA

Los beneficiados directos con la ejecución física material de esta investigación; son los pobladores de la localidad de Pinto Recodo.

De acuerdo a la información proporcionada por el INEI de los censos 1993 y 2005; así como datos recopilados en campo, la dinámica poblacional del Distrito de Pinto Recodo, es como se indica en el cuadro N° 01 y 02:

#### CUADRO N° 1

#### DINAMICA POBLACIONAL DEL DIST. DE PINTO RECODO

Población	Cantidad	Porcentaje
Urbano	1,885	21.66%
Rural	6,819	78.34%
<b>TOTAL</b>	<b>8,704</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: INEI -Censo X de Población y V de Vivienda 2005.

#### CUADRO N° 2

#### POBLACION SEGÚN SEXO

Población	Cantidad	Porcentaje
Hombres	4,681	53.78%
Mujeres	4,023	46.22%
<b>TOTAL</b>	<b>8,704</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: INEI -Censo X de Población y V de Vivienda 2005

Según el censo de Población y Vivienda del 2005 y proyecciones al 2006, la población del Distrito de Pinto Recodo es de 8,704 habitantes que representa el 11.64% de la población de la Provincia de Lamas.

### **1.3.1.7. CONDICIONES ECONÓMICAS**

La población de Pinto Recodo, actualmente vive en estado de extrema pobreza y su actividad principal es la agricultura y su actividad secundaria es la ganadería.

## **CAPITULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. ANTECEDENTES, PLANTEAMIENTO, DELIMITACIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA A RESOLVER**

#### **2.1.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA**

En la actualidad las vías de comunicación de nuestra región no se encuentran en buen estado, sobre todo la actual y única vía de acceso con que cuenta la Localidad de Pinto recodo, esta vía aperturada como trocha carrozable hace 15 años, por la Municipalidad distrital de Pinto Recodo con el apoyo de la Municipalidad Provincial de Lamas; esta trocha tiene aproximadamente 5.5 Km de longitud.

Construido de acuerdo a sus posibilidades y con escaso asesoramiento técnico, el cual se deja notar en las curvas con radios pequeños, pendientes pronunciadas superior al 12%, calzada angosta, falta de obras de drenaje. Como toda vía construido a nivel de Subrasante, solo es útil para el tránsito vehicular durante la época de verano y transcurridos más de una década de su puesta en servicio, actualmente se encuentra en un bajo nivel de transitabilidad: Calzada erosionadas en tramos en pendiente y baches con agua en la parte baja; lo que evidencia el inadecuado sistema de drenaje de la vía.

En el año 2000 se crea el SNIP para mejorar la calidad de la Inversión. Con el objetivo de lograr que los escasos recursos públicos tengan mayor impacto sobre el desarrollo económico y social del país, el uso eficiente de los recursos públicos destinados a la inversión por las distintas instancias del Gobierno.

Independientemente de la fuente de financiamiento se busca que los proyectos sean viables. La viabilidad se sustenta en estudios de pre inversión que demuestren la rentabilidad social y sostenibilidad del proyecto.

En concordancia con las políticas de gobierno y con la finalidad de acortar el déficit de infraestructura de transporte en zonas pobres del país, el año 2007 firman el convenio , entre la Municipalidad distrital de Pinto Recodo y el Proyecto Especial Huallaga Central y Bajo Mayo, para la formulación y ejecución del presente estudio, ha la fecha se ha realizado el Levantamiento Topográfico de 4.5 km, el mismo que se encuentra en proceso de evaluación en la Oficina de Estudios y Proyectos del Proyecto Especial Huallaga Central y Bajo Mayo.

## **2.1.2. ENUNCIADO O FORMULARIO DEL PROBLEMA**

Sabido es que las vías de comunicación terrestre son el componente indispensable para la realización de las principales actividades humanas y para el desarrollo de los pueblos. De la misma manera en la Región San Martín, como en todas las regiones de nuestro territorio patrio, uno de los grandes problemas que atrasa el desarrollo integral, es entre otros, principalmente, la falta de vías de comunicación, lo que impide el desarrollo de los pueblos.

Los pobladores de la localidad de Pinto Recodo tienen la necesidad de contar con una vía alterna y de acceso rápido, que pueda integrar a la Red Vial Nacional con la Carretera Fernando Belaunde Terry, y por ende con los principales mercados para comercializar sus productos y elevar cuantitativamente el comercio y el movimiento económico de la zona en estudio. Razón por la cual es necesario efectuar un Trazo, Diseño Geométrico y Diseño de Pavimento que formaran parte del Estudio Definitivo para la ejecución de la Carretera Tabalosos – Pinto Recodo, de una longitud de 4.5Km. Es en base a la situación planteada nos formulamos la siguiente interrogante **¿De qué manera el Estudio Definitivo propiciará la Construcción de la Carretera Pinto Recodo – Tabalosos que reducirá los altos costo de transporte de productos agropecuarios y de Pasajeros?**

## **2.2. OBJETIVOS: GENERAL Y ESPECÍFICO**

Los objetivos que se plantean en el presente proyecto de tesis son los siguientes:

### **2.2.1. OBJETIVO GENERAL**

Propiciar la Elaboración del Estudio Definitivo para la construcción de la Carretera Pinto Recodo - Tabalosos, a nivel de afirmado, dotando a este distrito de una vía segura, rápida y eficaz, reduciendo los altos costos de transporte de carga y pasajeros que actualmente soportan, justificando la solución adoptada.

### **2.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Los objetivos específicos son los siguientes:

- ✓ Efectuar el estudio topográfico de la carretera.
- ✓ Efectuar el Estudio de Trafico
- ✓ Realizar el estudio Geológico y Geotécnico
- ✓ Realizar el estudio de Canteras y Diseño de Mezclas
- ✓ Realizar el Estudio Hidrológico
- ✓ Elaborar el diseño Geométrico.
- ✓ Diseño de Obras de Arte Menores.
- ✓ Señalización Vial
- ✓ Elaborar el diseño del pavimento.
- ✓ Realizar el estudio de impacto ambiental.
- ✓ Elaboración del Expediente Técnico.

### **2.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

El trabajo de investigación se encuentra justificado por lo siguiente:

Porque sabemos que desde el punto de vista socioeconómico el transporte constituye una de las principales actividades de integración y desarrollo de cualquier comunidad.

Con la Construcción de esta vía se contribuirá en los siguientes aspectos:

- ✓ Servicios a la Población: Facilitaría a las personas y vehículos una mejor transitabilidad y a menor tiempo, de este modo se reduciría los costos de transporte, tanto de carga como de pasajeros lo que mejorara sus servicios sociales, educativos, culturales y de comercialización.
- ✓ Apoyaría al proceso productivo: Ya que contaría con una vía por donde llevar sus principales cultivos directamente a una vía principal de Primer Orden, hacia los principales mercados de la región y del Departamento de San Martín.
- ✓ Integración de una infraestructura Vial: La Construcción del camino vecinal es vital para el desarrollo de esta zona beneficiada, no solo para los agricultores, si no también, a los pobladores del Distrito de Pinto Recodo y por ende a la ciudad de Tarapoto.

## **2.4. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

### **2.4.1. ALCANCES**

El desarrollo del trabajo de Tesis pretende propiciar el desarrollo del Estudio Definitivo a nivel de ejecución de la Carretera Tabálosos – Pinto Recodo, en base a los trabajos de campo y gabinete respaldados por los correspondientes fundamentos teóricos intervinientes como son: Estudios socio-económicos y de ingeniería tales como: Topografía, Mecánica de Suelos, Hidrología, Impacto Ambiental, Diseño de Pavimento y Drenaje vial debidamente optimizado.

### **2.4.2. LIMITACIONES**

Existe carencia de información y aspectos que deben anotarse así:

- No se cuenta con puntos, cotas y coordenadas absolutas para la ejecución del levantamiento topográfico, por lo cual el trabajo se ejecutará con cotas obtenidas con el uso de un G.P.S. y coordenadas obtenidas de la Carta Nacional.
- No se cuenta con Cartas Nacionales en escala 1/2000 y con curvas a nivel cada 1 metro, que nos ilustre en forma clara el relieve del terreno.
- Las abundantes lluvias presentes en la zona.

## **2.5. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL**

### **2.5.1. MARCO LEGAL**

El marco legal al cual nos remitimos en el presente desarrollo del proyecto de tesis se indica a continuación:

**Resolución Ministerial N° 210-2000-MTC-15.02**

**Concordancias: R.M. N° 076-2005-MTC-02**, la resolución se aplica para el control de tránsito automotor para calles y carreteras Que, en consideración a las

experiencias obtenidas durante la aplicación del mencionado Manual, resulta necesario actualizar el mismo, a cuyos efectos se ha formulado el nuevo Manual que contiene los sistemas de señalización de tránsito a nivel nacional, con el propósito de facilitar al usuario la observancia de las reglas sobre la circulación vehicular en las carreteras como en las calles de una ciudad; Que, por lo expuesto debe expedirse el acto administrativo aprobatorio del referido documento;

De conformidad con el Decreto Ley N° 25862 y Ley N° 27181.

El Manual de Diseño Geométrico DG-2001 del MTC del Perú, como sigue las especificaciones se aplica para el Diseño de Carretera con superficie de rodadura de material granular, según corresponda a las clasificaciones que establece dicho manual.

La resolución Directoral N°143-2001-MTC.

Que el decreto de ley N° 25862, ley orgánica del sector transporte, comunicaciones, vivienda y construcción determina que es la función general de caminos, supervisar y en su caso, ejecutar las políticas y normas sobre la construcción y mejoramiento, conservación y rehabilitación de la infraestructura de transporte y circulación.

**a. Constitución Política del Perú (1993)**

Indica que entre los derechos esenciales de la persona humana está el derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de la vida. Igualmente, en el Título III del Régimen Económico, Capítulo II del Ambiente y los Recursos Naturales (Artículos 66° al 69°), señala que los recursos naturales son patrimonio de la Nación. Asimismo, promueve el uso sostenible de los recursos naturales.

Asimismo la Constitución protege el derecho de propiedad y así lo garantiza el Estado, ya que a nadie se le puede privar de su propiedad (Art. 70°), sin embargo, cuando se requiere desarrollar Proyectos de interés nacional, declarados por Ley, éstos podrán expropiar propiedades para su ejecución; para lo cual se deberá indemnizar previamente a las personas y/o familias que resulten afectadas.

**b. Ley General del Ambiente - Ley N° 28611**

CAPÍTULO 2: Política Nacional del Ambiente

## Artículo 25°.- De los Estudios de Impacto Ambiental

Los Estudios de Impacto Ambiental – EIA, son instrumentos de gestión que contienen una descripción de la actividad propuesta y de los efectos directos o indirectos previsibles de dicha actividad en el medio ambiente físico y social, a corto y largo plazo, así como la evaluación técnica de los mismos. Deben indicar las medidas necesarias para evitar o reducir el daño a niveles tolerables e incluirá un breve resumen del estudio para efectos de su publicidad. La ley de la materia señala los demás requisitos que deban contener los EIA.

### **c. Decreto Supremo N° 087-2004-PCM, Aprueban el Reglamento de Zonificación Ecológica y Económica (ZEE)**

El artículo 2 de la Ley N° 26821, Ley Orgánica para el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, establece como objetivo promover y regular el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, renovables y no renovables, estableciendo un marco adecuado para el fomento a la inversión, procurando un equilibrio dinámico entre el crecimiento económico, la conservación de los recursos naturales y del ambiente y el desarrollo integral de la persona humana.

### **d. Ordenanza Regional N° 012-2006-GRSM/CR**

*Artículo Primero:* Apruébese la Zonificación Ecológica Económica en el ámbito de la Región San Martín que consta de 14 informes temáticos finales con sus respectivos Mapas y una Propuesta de la ZEE-SM

### **e. Ley marco para el crecimiento de la inversión privada - Decreto Legislativo N° 757**

Este Decreto Legislativo, promulgado el 8 de Noviembre de 1991, posterior al Código del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales, modifica sustancialmente varios artículos de éste, con el objeto de armonizar las inversiones privadas, el desarrollo socioeconómico, la conservación del medio ambiente y el uso sostenible de los recursos naturales.

En el Artículo 50°, establece que las autoridades sectoriales competentes para conocer sobre los asuntos relacionados con la aplicación de las disposiciones del Código del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales son los Ministerios de los sectores correspondientes a las actividades que desarrollan las empresas.

Sus Artículos 51° y 52° fueron modificados por la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental para Obras y Actividades, que se describe más adelante.

**f. Título XIII del Código Penal, delitos contra la Ecología (D. Ley N° 635)  
Contaminación del Medio Ambiente.**

**Artículo 304°.-** El que infringiendo las normas sobre protección del medio ambiente lo contamina vertiendo residuos sólidos, líquidos, gaseosos o de cualquier otra naturaleza por encima de los límites establecidos, y que causen o puedan causar perjuicio o alteraciones en la flora, fauna y recursos hidrológicos, será reprimidos con pena privativa de libertad no menor de uno ni mayor de tres años o con ciento ochenta a trescientos sesenta y cinco días-multa. Si el agente actuó por culpa, la pena será privativa de libertad no mayor de un año o prestación de servicio comunitario de diez a treinta jornadas.

***Contaminación Agravada del Medio Ambiente***

**Artículo 305°.-** La pena será privativa de libertad no menor de dos ni mayor de cuatro años y trescientos sesenta y cinco a setecientos treinta días- multa cuando:

1. Los actos previstos en el artículo 304°, ocasionan peligro para la salud de las personas o para sus bienes.
2. El perjuicio o alteración ocasionados adquieren un carácter catastrófico.
3. El agente actuó clandestinamente en el ejercicio de su actividad.
4. Los actos contaminantes afectan gravemente los recursos naturales que constituyen la base de la actividad económica.

Si por la actividad contaminante ocurren lesiones graves o muerte, la pena será:

- 4.a) Privativa de libertad no menor de tres ni mayor de seis años y de

trescientos sesenta y cinco y setecientos días-multa, en caso de lesiones graves.

- 4.b) Privativa de libertad no menor de cuatro ni mayor de ocho años y de setecientos treinta a mil cuatrocientos sesenta días-multa, en caso de muerte.

### **Contra las Especies de Flora y Fauna Protegidas, Agravantes.**

**Artículo 308°.-** El que caza, captura, recolecta, extrae o comercializa especies de flora o fauna que están legalmente protegidas será reprimido con pena privativa de libertad no menor de uno ni mayor de tres años.

#### *Contra la Flora o Fauna Acuática en Épocas Prohibidas.*

**Artículo 309°.-** El que extrae flora o fauna acuática en épocas, cantidades y zonas prohibidas o vedadas o usa procedimientos de pesca o caza prohibidos, será reprimido con pena privativa de libertad no menor de uno ni mayor de tres años.

#### *Depredación de Bosques.*

**Artículo 310°.-** El que destruye, quema, daña o tala, en todo o en parte, bosques u otras formaciones vegetales naturales o cultivadas que están legalmente protegidas, será reprimido con pena privativa de libertad no menor de uno ni mayor de tres años.

La pena será no menor de dos ni mayor de cuatro años y de noventa a ciento veinte días-multa, cuando:

1. Del delito resulta la disminución de aguas naturales, la erosión del suelo o la modificación del régimen climático.
2. El delito se realiza en lugares donde existen vertientes que abastecen de agua a un centro poblado o sistema de irrigación.

### **Alteración Ilegal del Ambiente Natural por Construcción de Obras.**

**Artículo 313°.-** El que, contraviniendo las disposiciones de la autoridad competente, altera el ambiente natural o el paisaje urbano o rural, o modifica la flora o fauna, mediante la construcción de obras o tala de árboles que dañan la armonía de sus elementos, será reprimido con pena privativa de libertad no mayor de dos años y con sesenta a noventa días-multa.

### **Medida Cautelatoria**

**Artículo 314°.-** El Juez Penal ordenará, como medida cautelar, la suspensión inmediata de la actividad contaminante, así como la clausura definitiva o temporal del establecimiento de que se trate, de conformidad con el Artículo 105°, Inciso 1, sin perjuicio de lo que pueda ordenar la autoridad en materia ambiental.

### **g. Ley de Evaluación de Impacto Ambiental para Obras y Actividades (Ley N° 26786)**

El Artículo 1° modifica el Artículo 51° del D. Legislativo 757 y señala que el Consejo Nacional del Ambiente (CONAM), deberá ser comunicado por las autoridades sectoriales competentes sobre las actividades a desarrollarse en su sector, que por su riesgo ambiental, pudieran exceder los niveles o estándares tolerables de contaminación o deterioro del ambiente, y que obligatoriamente deberán presentar EIA.

El Artículo 2° modifica el primer párrafo del Artículo 52° del D. Legislativo N° 757, y establece que en casos de peligro grave o inminente para el medio ambiente, la Autoridad Sectorial Competente para efectos de poder disponer de la adopción de cualquiera de las medidas señaladas en los incisos a) y b), del artículo modificatorio, lo hará con conocimiento del CONAM.

### **h. Ley Orgánica para el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, (Ley N° 26821)**

Esta Ley norma el régimen de aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, estableciendo un marco adecuado para el fomento a la inversión, procurando un equilibrio dinámico entre el crecimiento económico, la

conservación de los recursos naturales y del ambiente y el desarrollo integral de la persona.

En el Artículo 5° establece que los ciudadanos tendrán derecho a ser informados y a participar en la definición y adopción de políticas relacionadas con la conservación y uso sostenible de los recursos naturales. Además, se les reconoce el derecho de formular peticiones y promover iniciativas de carácter individual o colectivo ante las autoridades competentes.

El Artículo 28° establece las condiciones de aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, precisando que los recursos naturales deben aprovecharse en forma sostenible, lo cual implica que su manejo debe ser racional.

En el Artículo 29° se establece que las condiciones del aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, por parte del titular de un derecho de aprovechamiento sin perjuicio de lo dispuesto en las leyes especiales, son entre otros: cumplir con los procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental.

**i. Ley que crea el Consejo Nacional del Ambiente (CONAM), N° 26410 del 02.12.94**

Determina que el CONAM es el organismo rector de la política nacional ambiental. Su fin es planificar, promover, coordinar, controlar y velar por el ambiente y el patrimonio natural de la Nación (Art.2). Le corresponde coordinar y concertar las acciones de los Sectores y de los organismos del Gobierno Central, así como la de los Gobiernos Regionales y Locales en asuntos ambientales, a fin de que guarden armonía con las políticas establecidas (Art.4 inc. b).

**j. Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental, N° 27446 del 20.04.01**

Crea el Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental, para afrontar impactos ambientales negativos derivados de acciones humanas en Proyectos de inversión. El CONAM coordinará con las autoridades sectoriales competentes.

**k. Reglamento de estándares nacionales de calidad ambiental del aire (D.S. N° 074-2001-PCM)**

En este Reglamento se establecen los estándares nacionales de calidad ambiental del aire.

Asimismo se indican planes de acción para mejorar la calidad del aire con el fin de establecer la estrategia, las políticas y medidas necesarias para que una zona de atención prioritaria alcance los estándares primarios de calidad del aire en un plazo determinado.

**l. Ley General de Residuos Sólidos, Ley N° 27314**

Se establecen los derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades de la sociedad en su conjunto, para asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos, sanitaria y ambientalmente adecuados.

**m. D.S. N° 011-93-TCC. Declaran que las canteras de minerales no metálicos de materiales de construcción ubicadas al lado de las carreteras en mantenimiento se encuentran afectas a éstas**

En el cual en su Artículo 1° se declara que las canteras de minerales no metálicos de materiales de construcción utilizados exclusivamente para la construcción, rehabilitación o mantenimiento de las carreteras de la Red Vial Nacional, que se encuentren ubicados dentro de una distancia de hasta 3 kilómetros medidas a cada lado del eje de las carreteras, se encuentran permanentemente afectados a éstas y forman parte integrante de dicha infraestructura vial. Asimismo el Artículo 2° manifiesta que en caso de petitorios mineros de sustancias no metálicas de materiales de construcción, cuyas cuadrículas comprendan las canteras a que se refiere el Artículo 1° de este Decreto Supremo, deberá darse cumplimiento al trámite establecido en el Artículo 22° del Decreto Supremo N° 018-92-EM, solicitando el Informe correspondiente al MTC, éste señalará en su informe la ubicación gráfica y en coordenadas UTM de la Carta Nacional en que se encuentran ubicadas las canteras que forman parte integrante de la infraestructura vial.

**n. D.S. N° 037-96-EM. Dictan normas para el aprovechamiento de canteras de materiales de construcción que se utilizan en obras de infraestructura que desarrolla el Estado**

Corresponde al Ministerio de Energía y Minas. En sus Artículos 1° y 2° se detalla que las canteras de materiales de construcción utilizadas exclusivamente para la construcción, rehabilitación o mantenimiento de obras de infraestructura que desarrollan las entidades del Estado directamente o por contrata, ubicadas dentro de un radio de veinte kilómetros de la obra o dentro de una distancia de hasta seis kilómetros medidas a cada lado del eje longitudinal de las obras, se afectarán a éstas durante su ejecución y formarán parte integrante de dicha infraestructura. Igualmente las Entidades del Estado que estén sujetas a lo mencionado anteriormente, previa calificación de la obra hecha por el MTC, informarán al Registro Público de Minería el inicio de la ejecución de las obras y la ubicación de éstas en las coordenadas UTM de la Carta Nacional a efecto que queden incluidos en el Pre-Catastro Minero Nacional.

**o. D.S. N° 013-97-AG. Aprueban el reglamento de la ley N° 26737, que regula la explotación de materiales que acarrear y depositan en sus álveos o cauces**

En su Artículo 1° decreta la aprobación del Reglamento de la Ley N° 26737, que regula la explotación de los materiales que acarrear y depositan las aguas en sus álveos o cauces, el cual consta de cinco (5) capítulos, quince (15) artículos, tres (3) disposiciones complementarias y una (1) disposición transitoria.

Siendo importante este Reglamento, a continuación mencionaremos algunos de sus Artículos:

Artículo 2° y 3°. Se entiende por materiales que acarrear y depositan las aguas en sus álveos o cauces a los minerales depositados en los cauces que se utilizan para fines de construcción, tales como los limos, arcillas, arenas, gravas, guijarros, cantos rodados, bloques o bolones, entre otros.

Autoridad de Aguas: La Ex - Dirección General de Aguas y Suelos (hoy Intendencia de Recursos Hídricos) del Instituto Nacional de Recursos Naturales - INRENA. La cual en el Artículo 4° indica que es la única facultada para

otorgar los permisos de extracción de los materiales, priorizando las zonas de extracción en el cauce, previa evaluación efectuada por el Administrador Técnico del Distrito de Riego correspondiente.

## **2.5.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

En las aulas universitarias fue donde gracias a los docentes Ing. Juvenal Díaz Agip, Ing. Máximos Vilca Cotrina, Ing. Luís Paredes Rojas, Ing. Rubén del Águila Panduro, así como también el Ing. Enrique Napoleón Martínez Quiroz; se inculcó al tesista una cultura de Carreteras y Mecánica de Suelos, lo cual despertó una motivación especial por estos temas, y razón por la cual se inclinó a desarrollar el presente proyecto de tesis.

Yrigoín Bustamante<sup>1</sup>, en el año 2000, ha efectuado el estudio definitivo de la carretera Sangamayoc –Nueva Libertad de 7.7 Km., ubicado en la Provincia de Lamas, Región San Martín, habiendo obtenido como resultado la ejecución de 163,320.50M<sup>3</sup> de explanación, 121,859.96M<sup>2</sup> de pavimento a nivel de afirmado, 288.45 Ml de alcantarilla, 240 Ml de cunetas, que le da un costo promedio de S/. 634,221.09 por Km.

En el año 1999 Ediciones Ciencias saca a la luz el libro “El Arte del Trazado de Carreteras”, el cual sirvió como guía en todo el proceso de formación del Proyecto.<sup>2</sup>

En el año 2000 el Proyecto Especial Huallaga Central y Bajo Mayo elabora el Expediente para el Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Vecinal Magdalena (Río Shitarayacu)-Bagazán, el cual fue el punto de inicio para la integración de los pueblos que se encontraban ubicados en la cuenca de la quebrada Cunchuhillo.<sup>3</sup>

Y finalmente el tramo carretero que conlleva a presentar este proyecto de tesis, fue aperturado como trocha carrozable hace 15 años, por la Municipalidad distrital de

---

<sup>1</sup> YRIGOIN BUSTAMANTE, José Edilberto, TESIS, Pág.162

<sup>2</sup> Ediciones Ciencias, “El arte del Trazado de Carreteras”, Pág. 3

<sup>3</sup> Proyecto Especial Alto Huallaga, “Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Vecinal Magdalena-Bagazán

Pinto Recodo con el apoyo de la Municipalidad Provincial de Lamas; esta trocha tiene aproximadamente 5.5 Km de longitud.

## **2.6. MARCO TEÓRICO O FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

El desarrollo del trabajo implica respaldar el sustento científico y tecnológico, por tanto es necesario abordar ciertas categorías, como son el aspecto social, económico, estadístico y de ingeniería, así tenemos:

### **2.6.1. ACCESO AL ÁREA DE ESTUDIO**

La principal vía de acceso es por la Carretera Fernando Belaúnde Terry (ex Marginal Norte), tramo Tarapoto – Tabalosos, siguiendo una vía asfaltada, de 40.0 Km apróx. desde Tarapoto.

### **2.6.2. GEOLOGÍA Y ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS**

#### **Geología**

La evaluación geológica es realizada con el fin de establecer las características geomorfológicas, lito estratigráficas, geodinámicas estructurales y propiedades físico mecánicas de los suelos existentes en el trazo de la carretera.

#### **Marco geológico regional**

El estudio se ha realizado basándose en el boletín N° 94 “Geología del cuadrángulo de Moyobamba” hoja 13-J, INGEMMET, Noviembre 1997.

#### **Geomorfología**

El área donde se inicia el estudio corresponde a un conjunto litológico que da comienzo a la depositación continental con pequeñas interrupciones de leves transgresiones marinas, describiendo en la parte superior, limoarcillitas rojas (lodolitas rojizas), limolíticas; y en la base, conglomerados redondeados a subangulosos con estratificación sesgada.

Su distribución se manifiesta en los primeros 2.0 Kms., en forma de extensas

Franjas continuas y alargadas. Se encuentran configurando los sistemas de colinas y montañas bajas afectadas por estructuras deformacionales (anticlinal y sinclinal), con pendiente relativamente suave.

En los primeros kilómetros del estudio el trazo se va adentrando en las denominadas laderas aluvio-coluviales, sub ambientes de relieve montañoso y colinoso estructural, formadas por la erosión de materiales provenientes de las vertientes montañosas depositadas en la cuenca depresionada del Mayo y finalmente adentrarse en sectores adyacentes que se encuentran rellenos por depósitos de las secuencias Paleógenas- Neógenas de la Formación Chambira y Yahuarango, en contacto con los sedimentos pleistocénicos.

### **Lito estratigrafía local**

Litológicamente la mayoría del trazo está representada por secuencias sedimentarias de la Formación Chambira del Paleógeno-oligoceno compuesto por areniscas marrones y limolitas calcáreas; sector Pinto Recodo y por sedimentos holocénicos (Depósitos Aluviales recientes), sector Tabalosos.

### **Formación Chambira (No-ch) del Paleógeno-Oligoceno.**

Su litología está compuesta por arcillitas abigarradas, que pueden variar de tonalidad rojiza a marrón y moteadas de color gris verdoso, en ocasiones están intercaladas con niveles de anhidrita.

Lutitas y limolitas rojas, los cuales se intercalan con areniscas marrones, delgadas capas de anhidrita, y horizontes tufáceos esporádicos, también presenta niveles de areniscas arcillosas de grano medio, algo calcáreas con estratificación sesgada, que se intercala con niveles carbonosos.

### **Depósitos aluviales recientes a sub recientes (Qplh-al)**

Constituyen sedimentitas fluvioaluviales semiconsolidadas a inconsolidadas, que han sido depositadas desde el Pleistoceno superior hasta inicios del Holoceno. Las acumulaciones de estas secuencias se desarrollaron en un ambiente de dinámica fluvial bastante activa, relacionada siempre a las fluctuaciones de los lechos de los ríos y a los procesos de inundación, que en terrenos depresionados dejaban indicios

de sedimentos fluviolacustres. Tal desarrollo se muestra en el área de influencia de la localidad de Tabalosos.

Sedimentológicamente está constituida por acumulaciones de materiales finos como arenas, limos y arcillas, no consolidadas a ligeramente consolidadas.

### **Geodinámica externa**

Son frecuentes los deslizamientos, la solifluxión y la reptación de suelos, sobre todo, en épocas de intensas precipitaciones generando la aceleración de dichos procesos. La presencia de materiales semiconsolidados e inconsolidados y la fuerte pendiente son también las causales para la ocurrencia de estos fenómenos naturales y podrían afectar a las poblaciones humanas asentadas.

### **2.6.3. RESUMEN DE LAS CONDICIONES DEL TRAZO**

Para la elaboración de este informe se ha tomando en cuenta el MANUAL DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO EG-CBT 2008, versión ampliada de las ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS (EG-2000), dispuestas por la DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, las mismas que son concordantes con las recomendaciones y exigencias establecidas por las Instituciones Técnicas reconocidas internacionalmente como AASHTO, ASTM, ACI, y revisadas por la NORMA TÉCNICA PERUANA N.T.P. A continuación el detalle del resumen:

### **2.6.4. DE LA CONFORMACIÓN DE TERRAPLENES**

Se distinguirán tres partes o zonas constitutivas:

- **Base**, parte del terraplén que esta por debajo de la superficie original del terreno, la cual ha sido mejorada con el retiro de material inadecuado.
- **Cuerpo**, parte el terraplén comprendido entre la base y la corona.
- **Corona**, capa sub-rasante, formada por la parte superior del terraplén construida

en un espesor de 30cm., salvo que el proyectista justifique un espesor diferente.

**TABLA N° 1**

**REQUISITOS DE LOS MATERIALES PARA TERRAPLENES**

CONDICIÓN	BASE	CUERPO	CORONA
TAMAÑO MÁXIMO AGREGADO	150mm.	100mm.	75mm.
% MÁXIMO DE PIEDRA	30%	30%	-
INDICE DE PLASTICIDAD	<11%	<11%	<10%

Tipo de material: A-2-4, A-2-6, A-3. Estos grupos comprenden materiales de arenas gruesas arcillosas, con contenidos de materiales finos de índice plástico bajo a medio.

**2.6.5. DE LA CONFORMACIÓN DE LA CAPA DE ANTICONTAMINANTE**

Cuando los materiales de la sub rasante natural presentes valores de IP o índices de grupo altos como se describen en las prescripciones anteriores, será preciso colocar una capa de anticontaminante, ésta capa de arena se coloca sobre sub rasantes arcillosas, limosas, húmedas o susceptibles de humedecimiento para impedir la intrusión de materiales inadecuados que puedan contaminar las capas superiores de la estructura del afirmado. El material de la capa anticontaminante será arena no plástica, tipo SM, además debe cumplir las relaciones de diámetros entre el material que está por colocarse (el material anticontaminante) y el suelo de sub rasante, que a continuación se indica:

(a) Para impedir el movimiento de las partículas del suelo hacia el material filtrante:

$$\frac{D_{15}}{S_{85}} = \leq 5$$

$$\frac{D_{50}}{S_{50}} = \leq 25$$

(b) Para impedir el movimiento de las partículas del suelo hacia el material filtrante, cuando el terreno tiene una granulometría uniforme:

$$\frac{D_{15}}{S_{85}} = \leq 4$$

$$\frac{D_{50}}{S_{50}} = \leq 25$$

(c) Para que el agua alcance fácilmente el dren:

$$\frac{D_{15}}{S_{15}} = \geq 5$$

En estas relaciones:

**D<sub>x</sub>** : Corresponde a la abertura del tamiz por el cual pasa el x% en peso del material de la capa anticontaminante.

**S<sub>x</sub>**: Corresponde a la abertura del tamiz por el cual pasa el x% en peso del material del suelo.

El material para capa anticontaminante, de ser necesaria su aplicación, se podrá tomar de la cantera de hormigón de las playas del río Mayo, margen derecha, sector Pinto Recodo, el material deberá ser previamente zarandeado por un tamiz de 3/8", antes de su uso, y su explotación en tiempo de estiaje.

## 2.6.6. DE LA CONFORMACIÓN DE LA CAPA DE AFIRMADO

Tipo de material: A-1a, A-1b, A-2-4. Estos grupos comprenden materiales de gravas y arenas gruesas, con contenidos de materiales finos de índice plástico bajo a medio, salvo que el proyectista justifique elementos diferentes.

### TABLA N° 2

#### REQUISITOS DE LOS MATERIALES PARA AFIRMADO

ENSAYO	LIMITE	REFERENCIA
DESGASTE DE LOS ANGELES	50% máx.	MTC E 207
LIMITE LIQUIDO	50% máx.	MTC E 110
INDICE DE PLASTICIDAD	4 - 9	MTC E 111
CBR*	40% mín.	MTC E 132
EQUIVALENTE DE ARENA	20% mín.	MTC E 114

\* Referido al 100% de la máxima densidad seca y una penetración de carga de 0.1" ó 2.5mm.

### TIPOS DE AFIRMADOS

#### AFIRMADO TIPO 1

Corresponde a un material granular natural o grava seleccionada por zarandeo, con un índice de plasticidad hasta 9; excepcionalmente se podrá incrementar la plasticidad hasta 12, previa justificación técnica y aprobación del supervisor. El espesor de la capa será el definido en el presente Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito. Se utilizará en las

carreteras de bajo volumen de tránsito, clases T0 y T1, con IMD proyectado menor a 50 vehículos día.

### **AFIRMADO TIPO 2**

Corresponde a un material granular natural o de grava seleccionada por zarandeo, con un índice de plasticidad hasta 9; excepcionalmente se podrá incrementar la plasticidad hasta 12, previa justificación técnica y aprobación del supervisor. Se utilizará en las carreteras de bajo volumen de tránsito, clase T2, con IMD proyectado entre 51 y 100 vehículos día.

### **AFIRMADO TIPO 3**

Corresponde a un material granular natural o grava seleccionada por zarandeo o por chancado con un índice de plasticidad hasta 9; excepcionalmente se podrá incrementar la plasticidad hasta 12, previa justificación técnica y aprobación del supervisor. Se utilizará en las carreteras de bajo volumen de tránsito, clase T3, con IMD proyectado entre 101 y 200 vehículos día.

Los materiales para utilizarse en afirmados deberán cumplir con algunos de los siguientes husos granulométricos:

**TABLA N° 3**  
**AFIRMADO TIPO 3**

<b>% que pasa el tamiz</b>	<b>Trafico T0 y T1 Tipo 1 IMD &lt; 50 veh.</b>	<b>Trafico T2 Tipo 2 IMD 51-100 veh.</b>	<b>Trafico T3 Tipo 3 IMD 101-200 veh.</b>
2" (50 mm.)	100	100	
1 1/2" (50 mm.)		95-100	100
1" (50 mm.)	50-80	75-95	90-100
3/4" (50 mm.)			65-100
1/2" (50 mm.)			
3/8" (50 mm.)		40-75	45-80
N° 4 (50 mm.)	20-50	30-60	30-65
N° 8 (50 mm.)			
N° 10 (50 mm.)		20-45	22-52
N° 40 (50 mm.)		15-30	15-35
N° 200 (50 mm.)	4-12	5-15	5-20
I.P.	4-9	4-9	4-9

## 2.6.7. DE LA EXPLORACIÓN DE CAMPO

A efecto de visualizar los estratos existentes en el área del estudio se realizaron 10 excavaciones o calicatas a cielo abierto, según Norma Técnica ASTM D 420, la descripción o logeo de los estratos se hizo según lo prescrito en la norma ASTM D 2488, posteriormente se tomaron muestras alteradas para su análisis en ensayos de Laboratorio.

## 2.6.8. DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

Las pruebas de laboratorio se han desarrollado siguiendo los procedimientos normalizados de ensayo, establecidos por la ASTM y recopilados por la Norma Técnica Peruana NTP, aplicados a Mecánica de Suelos.

**TABLA N° 4**

### **MECANICA DE SUELOS**

<b>ENSAYO</b>	<b>NORMA ASTM</b>	<b>NTP</b>
CLASIFICACION UNIFICADA DE SUELOS	ASTM D 2487	339.129
CONTENIDO DE HUMEDAD	ASTM D 2216	339.128
DESCRIPCIÓN VISUAL MANUAL	ASTM D 2488	339.150
RELACION HUMEDAD DENSIDAD (PROCTOR)	ASTM D 1556	339.141
ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE C.B.R.	ASTM D 1883	339.145
EQUIVALENTE DE ARENA	ASTM D 2419	

**Clasificación de suelos ASSHTO (Asociación Americana de Agencias Oficiales de Carretera y Transportes).**

Esta clasificación se basa en la composición granulométrica, el límite líquido y el índice de plasticidad de un suelo. La evaluación de cada grupo se realiza por medio de su "Índice de grupo", el cual es calculado mediante la fórmula empírica indicada anteriormente.

Clasifica los suelos en siete grupos, dividiéndose a su vez en dos clases: una formada por suelos granulares y el otro por suelos de granulometría fina, limo-arcilloso.

A continuación indicamos cada una de estas clases con sus correspondientes grupos

y sub grupos.

### **Suelos granulares.**

Son aquellos que tienen el 35% o menos del material fino que pasa el tamiz N° 200. Estos suelos forman los grupos A-1, A-2 Y A-3.

**GRUPO A-1:** Comprende las mezclas bien graduadas, compuesto de fragmentos de piedra, arena, y material ligante poco plástico.

Se incluye también aquellas mezclas bien graduadas que no tienen material ligante.

**Sub-grupo A-1-a;** comprende aquellos materiales formados predominantemente por

piedra o grava, con o sin material ligante bien graduado.

**Sub-grupo A-1-b;** comprende aquellos materiales formados predominantemente por arena gruesa, con o sin material ligante bien graduado.

**GRUPO A-2:** Incluye una gran variedad de material granular que contiene menos del 35% de material fino.

**Sub-grupo A-2-4 y A-2-5,** comprende aquellos materiales cuyos contenidos de material fino es igual o menor del 35% y cuya fracción que pasa el tamiz N° 40; tiene las mismas características de suelos A-4 y A-5, respectivamente.

**Sub-grupo A-2-6 y A-2-7,** los materiales de estos sub-grupos son semejantes a los anteriores, pero la fracción que pasa el tamiz N° 40 tiene las mismas características de los suelos A-6 y A-7, respectivamente.

**GRUPO A-3:** En este grupo se hallan incluidas las arenas finas de playas y aquellas con poca cantidad de limo que no tenga plasticidad. Este grupo incluye, además las arenas de río que contengan poca grava y arena gruesa.

### **Suelos finos limo - arcilla.**

Son aquellos que contienen más del 35% de material fino que pasa el tamiz N° 200. Estos suelos lo constituyen los grupos A-4, A-5, A-6 y A-7.

**GRUPO A-4:** Pertenecen a este grupo los suelos limosos poco o nada plásticos que contienen un 75% o más del material fino que pasa el tamiz N° 200. Se incluye además en este grupo, las mezclas de limo con grava y arena en un 64%.

**GRUPO A-5:** Los suelos comprendidos en este grupo son semejantes a los del anterior, pero contiene material micáceo o diatomáceo, son elásticos y tiene un límite líquido elevado.

**GRUPO A-6:** Material típico de este grupo es la arcilla plástica. Por lo menos el 75% de estos suelos debe pasar el tamiz N° 200 pero se incluyen también las mezclas arcillosas cuyo porcentaje de arena y grava sea inferior al 64%.

Estos materiales presentan, generalmente grandes cambios de volumen entre los estados seco y húmedo.

**GRUPO A-7:** Los suelos de este grupo son semejantes a los del A-6, pero son elásticos. Sus límites líquidos son elevados.

**Sub-grupo A-7-5;** incluye aquellos materiales cuyos índices de plasticidad no son muy altos con respecto a los límites líquidos.

**Sub-grupo A-7-6;** comprende aquellos suelos cuyos índices de plasticidad son muy elevados con respecto a sus límites líquidos y que además, experimentan cambios de volumen muy grandes entre sus estados seco y húmedo.

### **Clasificación unificada de suelos, SUCS (Unified Soil Classification System).**

Esta clasificación de suelos, se emplea con frecuencia por ingenieros de carreteras y ha sido adoptada por el cuerpo de ingenieros del ejército de los EE.UU. de N.A. Es una revisión de la clasificación que inicialmente el profesor A. Casagrande y se le asigna como clasificación unificada de suelos (Unified Soil Classification System).

Divide a los suelos en dos grupos: granulares y finos.

#### **Suelos granulares**

Comprende las gravas arenas y suelos gravosos o arenosos, con pequeña cantidad de material fino que puede ser limo o arcilla. En líneas generales estos suelos corresponden a los clasificados AASHTO como:

### **A-1, A-2 y A-3.**

Se designan de la siguiente manera:

- Gravas o suelos arenosos: GW, GC, GP y GM.
- Arenas o suelos arenosos: SW, SC, SP y SM.

Las siguientes siglas representan.

- G = Grava o suelo gravoso
- S = Arena o suelo arenoso
- W = Bien graduado
- C = Arcilla orgánica
- P = Mal graduado
- M = Limo inorgánico o arena muy fina

### **Suelos finos**

Comprenden los materiales finos, limosos o arcillosos, de baja o alta comprensibilidad.

- Suelos de baja o mediana comprensibilidad: ML, CL y OL.
- Suelos de alta comprensibilidad: MH, CH, y OH.

Las siglas representan:

- M** = Limo inorgánico o arena muy fina.
- C** = Arcilla.
- O** = Limos, arcillas y mezclas limo-arcilla con alto material orgánico.
- L** = Baja o mediana comprensibilidad.
- H** = Alta comprensibilidad.

### **2.6.9. DE LOS PERFILES DEL SUELO**

C-1 M-1 Km 0+020. (Prof. 0.10-0.70 m.)

Limo inorgánico de plasticidad alta, color gris, húmedo, de consistencia suave, tenacidad baja, resistencia baja al estado seco.

C-1 M-2 Km 0+020. (Prof. 0.70-1.10 m.)

Limo inorgánico de plasticidad muy alta, color marrón oscuro, húmedo, de consistencia suave, tenacidad baja, resistencia baja al estado seco.

C-1 M-3 Km 0+020. (Prof. 1.10-1.50 m.)

Arcilla inorgánica de plasticidad alta, de consistencia media, resistencia alta al estado seco, tenacidad alta.

C-2 M-1 Km 0+500. (Prof. 0.00-0.60 m.)

Limo inorgánico de plasticidad muy alta, color marrón, húmedo, de consistencia suave, tenacidad baja, resistencia baja al estado seco.

C-2 M-2 Km 0+500. (Prof. 0.60-1.50 m.)

Arcilla inorgánica de plasticidad media, de consistencia media, resistencia media al estado seco, tenacidad baja.

C-3 M-1 Km 1+000. (Prof. 0.10-0.50 m.)

Arcilla inorgánica de plasticidad alta, de consistencia media, resistencia alta al estado seco, tenacidad alta.

C-3 M-2 Km 3+000. (Prof. 0.00-1.50 m.)

Arcilla inorgánica con arena, de plasticidad media, resistencia media al estado seco, tenacidad media.

C-4 M-1 Km 1+500. (Prof. 0.00-0.45 m.)

Arcilla inorgánica arenosa, de plasticidad media, resistencia media al estado seco, tenacidad media.

C-4 M-2 Km 1+500. (Prof. 0.60-1.50 m.)

Arena arcillosa, de compactación media.

C-5 M-1 Km 2+000. (Prof. 0.10-0.45 m.)

Arcilla inorgánica de plasticidad alta, resistencia alta al estado seco, tenacidad alta.

C-5 M-2 Km 2+000. (Prof. 0.45-1.50 m.)

Arena arcillosa, de compactación media.

C-6 M-1 Km 2+500. (Prof. 0.20-1.50 m.)

Arena arcillosa, de compactación media.

C-7 M-1 Km 3+000. (Prof. 0.00-0.40 m.)

Arcilla inorgánica de plasticidad media, resistencia media al estado seco, tenacidad media.

C-7 M-2 Km 3+000. (Prof. 0.40-1.00 m.)

Arcilla limosa inorgánica de plasticidad baja, resistencia media al estado seco, tenacidad baja.

C-7 M-3 Km 3+000. (Prof. 1.00-1.50 m.)

Arcilla inorgánica de plasticidad media, resistencia media al estado seco, tenacidad media.

C-8 M-1 Km 3+500. (Prof. 0.10-1.50 m.)

Arcilla inorgánica arenosa de plasticidad media, resistencia media al estado seco, tenacidad media.

C-9 M-1 Km 4+000. (Prof. 0.10-0.40 m.)

Arcilla inorgánica arenosa, de plasticidad media, resistencia baja al estado seco, tenacidad baja.

C-9 M-2 Km 4+000. (Prof. 0.40-1.50 m.)

Arena arcillosa de compactación suave.

C-10 M-1 Km 4+500. (Prof. 0.45-1.50 m.)

Arcilla inorgánica de plasticidad media, resistencia media al estado seco, tenacidad media.

#### **NIVEL FREÁTICO**

Se evidenció nivel de napa freática alta en las siguientes calicatas:

C-2 : 0.95 m.

C-3 : 2.00 m.

C-5 : 0.80 m.

### **2.6.10. DEL ANÁLISIS DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE C.B.R**

#### **De la Sub-rasante**

La capa superficial del terreno natural o capa de la plataforma en relleno, constituida por los últimos 0.60 m de espesor, debajo del nivel de la sub rasante proyectada, salvo que los planos del proyecto o las especificaciones especiales indiquen un espesor diferente, serán estudiados para la determinación del CBR de la sub-rasante, su capacidad de soporte en condiciones de servicio junto con el tránsito y la calidad de materiales de su construcción, influirá mucho en su espesor.

La sub-rasante correspondiente al fondo de la excavación en terreno natural o de la última capa del terraplén será clasificada en función al CBR, representativo en una de las 5 categorías siguientes:

**TABLA N° 05**

**VALOR RELATIVO DE SOPORTE C.B.R.**

<b>CLASIFICACION</b>	<b>CBR DE DISEÑO</b>
Subrasante muy pobre	< de 3%
Subrasante pobre	De 3% A 5%
Subrasante regular	De 6%a 10%
Subrasante buena	De 11% a 19%
Subrasante muy buena	Mayores de 20%

Cuando la variedad de materiales predominantes en la sub rasante, no permitan mantener un criterio homogéneo en el momento de determinar el valor promedio de CBR y se tiene menos de 6 valores de CBR por tipo de suelo representativo se puede tomar los siguientes criterios:

Si los valores son parecidos o similares, tomar el valor promedio.

Si los valores son muy distantes, tomar el valor más crítico o más bajo.

Otro valor que ayudará mucho para la caracterización del suelo de sub-rasante es el **índice de grupo**, éste valor, adimensional establece un límite en el criterio de aplicación, si éste es menos de 20 es posible su mejoramiento, si es mayor de 20 es un suelo no utilizable para caminos.

**TABLA N° 06**

**INDICE DE GRUPO**

<b>INDICE DE GRUPO</b>	<b>SUELO DE SUB-RASANTE</b>
$IG > 9$	muy pobre
$4 < IG < 9$	pobre
$2 < IG < 4$	regular
$1 < IG < 2$	bueno
$0 < IG < 1$	muy bueno

En la tabla N° 07 apreciamos los valores de CBR característicos para cada tipo de suelo según la Clasificación General de S.U.S.C.S y A.A.S.H.T.O.

**TABLA N° 07**  
**CLASIFICACION DE SUELOS**

CBR	CLASIFICACIÓN	USOS	CLASIF. SUCS	CLASIF.
0-3	Muy pobre	Sub-rasante	OH,CH, MH, OL	A-5, A-6, A-7
3-7	Pobre a regular	Sub-rasante	OH,CH, MH, OL	A-4, A-5, A-6, A-7
7-20	Regular	Sub-base	OL, CL, ML, SC, SM,	A-2, A-4, A-6, A-7
20-50	Bueno	Base, Sub- base	GM, GC, SW, SM, SP,	A1b, A2-5, A-3
>50	Excelente	Base		A1-a, A2-4, A-3
CBR	CLASIFICACIÓN	USOS	CLASIF. SUCS	CLASIF.
0-3	Muy pobre	Sub-rasante	OH,CH, MH, OL	A-5, A-6, A-7
3-7	Pobre a regular	Sub-rasante	OH,CH, MH, OL	A-4, A-5, A-6, A-7
7-20	Regular	Sub-base	OL, CL, ML, SC, SM,	A-2, A-4, A-6, A-7
20-50	Bueno	Base, Sub- base	GM, GC, SW, SM, SP,	A1b, A2-5, A-3
>50	Excelente	Base		A1-a, A2-4, A-3

Según el cuadro de resumen del trazo y siguiendo los criterios establecidos en la tabla N° 03 podemos caracterizar el tramo completo de la siguiente manera:

Materiales o suelos finos o matriz fina, arcillas de mediana a alta plasticidad, suelos de tipo CL, CH, SC, según S.U.C.S., mayoritariamente de mediana consistencia, con CBR pobre a muy pobre según el tipo de sub rasante.

Siguiendo los criterios establecidos en la tabla N° 06, puede verse que los suelos evaluados presentan índices de grupo entre 4 y 9, o mayores a 9; calificando como suelos de sub rasante pobres a muy pobres, pero de posible mejoramiento.

**CUADRO N° 03**  
**RESULTADOS DE CLASIFICACION DE SUELOS**

IDENTIFICACION	C-1			C-2		C-3		C-4	
PROGRESIVA [Km]	0+020			0+500		1+000		1+500	
MUESTRA	M-1	M-2	M-3	M-1	M-2	M-1	M-2	M-1	M-2
PROFUNDIDAD [m.]	0.10 - 0.70	0.70 - 1.10	1.10 - 1.50	0.60 - 0.60	0.60 - 1.50	0.10 - 0.50	0.50 - 1.50	0.10 - 0.45	0.45 - 1.50
LIMITE LIQUIDO [%]	50.40	70.70	67.20	60.50	36.40	70.50	41.40	35.20	36.50
LIMITE PLASTICO [%]	33.00	34.10	27.80	35.90	19.00	26.90	16.50	20.10	18.50
INDICE PLASTICO [%]	17.40	36.60	39.40	24.60	17.40	43.60	24.90	15.10	18.00
MATERIAL < N° 200 [%]	95.80	96.40	95.70	98.70	85.00	96.30	93.50	72.20	50.10
CLASIFICACION S.U.C.S.	MH	MH	CH	MH	CL	CH	CL	CL	SC
CLASIFICACION A.A.S.H.T.O.	A-7-5(21)	A-7-5(20)	A-7-6(20)	A-7-5(16)	A-6(11)	A-7-6(20)	A-7-6(10)	A-6(9)	A-6(6)

IDENTIFICACION	C-5		C-6	C-7			C-8	C-9		C-10
PROGRESIVA [Km]	2+000		2+500	3+000			3+500	4+000		4+500
MUESTRA	M-1	M-2	M-1	M-1	M-2	M-3	M-1	M-1	M-2	M-1
PROFUNDIDAD [m.]	0.10 - 0.45	0.45 - 1.50	0.20 - 1.50	0.05 - 0.40	0.40 - 1.00	1.00 - 1.50	0.10 - 1.50	0.10 - 0.40	0.40 - 1.50	0.45 - 1.50
LIMITE LIQUIDO [%]	56.40	36.10	31.00	30.40	20.40	33.50	36.30	31.60	23.90	45.30
LIMITE PLASTICO [%]	28.50	16.70	19.10	13.90	14.30	18.10	18.20	13.40	14.60	19.40
INDICE PLASTICO [%]	27.90	19.40	11.90	16.50	6.10	15.40	18.10	18.20	9.30	25.90
MATERIAL < N° 200 [%]	75.30	14.10	49.30	70.50	57.40	76.00	93.60	76.50	46.60	97.30
CLASIFICACION S.U.C.S.	CH	SC	SC	CL	ML-CL	CL	CL	CL	CL	CL
CLASIFICACION A.A.S.H.T.O.	A-7-6(18)	A-7-6(0)	A-6(4)	A-6(10)	A-4(4)	A-6(10)	A-6(11)	A-6(11)	A-4(2)	A-7-6(15)

En general, suelos de matriz arcillosa, en la mayoría de los casos suelos finos de plasticidad media a alta, tipo CL, ML, CH, según S.U.C.S., algunas susceptibles a

expansiones y contracciones que sufren en función de la variación de su contenido de humedad.

Se realizaron ensayos CBR de laboratorio de las progresivas Km 00+020 (C-1) Y Km 01+000 (C-3), obteniéndose los siguientes valores:

Km 00+020 (C-1): CBR al 100% de la M.D.S.; 3.0

Km 01+000 (C-3), CBR al 100% de la M.D.S.; 7.0

Valores de CBR: *pobre a muy pobre.*

### **De la Capa de rodadura o Afirmado**

Debido a que en la zona no se cuenta con sólo una cantera que cumpla individualmente con los requisitos especificados expuestos en la tabla 5, se hace necesario realizar una mezcla de dos canteras o fuentes de material, con la finalidad de conseguir un producto final que satisfaga estas condiciones.

Para tal efecto se ha propuesto una mezcla de canteras de la siguiente manera:

CANTERA RIO MAYO, sector Pinto Recodo, material aluvial de río, para acceder a ésta cantera se toma un desvío que sale de la progresiva Km 04+500 del eje de la carretera, siguiendo una trocha carrozable de 1.0Km aprox.

Potencia estimada: 40000 m<sup>3</sup>.

CANTERA LIGANTE, Km 2+500, arena arcillosa de mediana plasticidad, ésta cantera se ubica en el mismo eje de la carretera entre las progresivas 2+400 al 2+500, este mismo material podrá ser utilizado para rellenos en la conformación de terraplenes.

Potencia estimada: 11000 m<sup>3</sup>.

La mezcla propuesta será en las siguientes proporciones (al peso):

CANTERA RIO MAYO (83%), CANTERA Km 2+500 (17%), Resultados:

GRANULOMETRIA: "Huso T-2 S1 101-200 Veh."; cumple con especificación.

CBR: 53.0% a 0.1 plg. de penetración.; cumple con especificación.

INDICE PLÁSTICO: 8.70; cumple con especificación.

EQUIVALENTE DE ARENA: 55%; cumple con especificación.

### **FUENTES DE AGUA**

El agua a utilizarse en los trabajos de explanaciones, conformación de rellenos, capas de afirmado, podrá tomarse del río Mayo en el sector de Pinto Recodo, y alternativamente el agua de las líneas de conducción de la localidad de Tabalosos.

## **SISMICIDAD DEL AREA EN ESTUDIO.**

El Perú es considerado como una de las regiones de más alta actividad sísmica. Forma parte del cinturón circumpacífico, por ello, es necesario considerar la influencia de los sismos en las estructuras a construirse. El área en estudio se encuentra en la franja peruana comprendida en la zona II de la Zonificación Sísmica del territorio peruano según el Reglamento Nacional de Construcciones y acorde

a la norma Técnica de edificaciones E-030 – diseño sismo resistente.

La Carta Sísmica en nuestro medio debería proporcionar información de los efectos del sismo, como magnitud, intensidad, frecuencia y duración, fallas en áreas epicentrales y las relaciones contextuales con los fenómenos geológicos, como movimientos de masas de suelos y rocas, licuefacción, etc.; los cuales se deben a la inter relación que existe entre el fenómeno, el movimiento y el comportamiento mecánico de los materiales.

Observamos que los planos de zonificación sísmica se conciben bajo aspectos de sismos observados históricamente y con ellos es posible olvidar que los fenómenos sísmicos pueden ocurrir en zonas potenciales y que han estado en completa aparente calma; lo cual nos exige diseñar planos que exploten regiones potenciales con zonas con efectos pasado, con la cual intentamos predecir nuevas o futuras fuentes de sismo.

Las necesidades actuales nos exigen mejorar los planos con zonificación sísmica en cada área del país (microzonificación sísmica), en los que se plantee variables como aceleración máxima del sismo, velocidad máxima de las partículas, períodos dominantes de los movimientos, densidades espectrales, frecuencias probables, interpolaciones en áreas Homo – heterogéneas, condiciones particulares del terreno de referencia.

Lo indicado anteriormente significa tomar en cuenta variables definidas en los límites territoriales regionales, locales, o focales y debemos categorizarlos en primer nivel como parámetros sísmicos, registros de movimientos fuertes y medianos, parámetros dinámicos de las ondas sísmicas y su distribución, aspectos geotécnicos y geofísicos (fallas, movimientos, espesor de la corteza, tectónica); experimentos de laboratorio (fracturación de roca, mecanismos, simulación de series sísmicas).

El mapa de curvas iso-períodos no se ha podido construir en vista que la región de San Martín y en ninguna de sus provincias y distritos, existen estaciones sismológicas debido a que no se ha instalado el equipo de MICROTREMOR N°2, por lo que solo se ha tenido en cuenta las Normas Peruanas de diseño sismo resistente.

### 2.6.10.1. ZONIFICACIÓN

De acuerdo al mapa del Reglamento Nacional de Construcciones Normas de diseño sismo resistentes y del mapa de distribución de máximas intensidades sísmicas observadas, el territorio nacional se considera dividido en tres zonas sísmicas, el área de estudio se localiza en la zona II del mapa de zonificación sísmica.

De acuerdo con la nueva norma técnica E-030 y el predominio del suelo bajo la cimentación, se recomienda adoptar diseños sismo resistente.

La clasificación de los sismos empleada en la norma técnica de edificación E. 030 – Diseño Sismo – Resistente es la siguiente:

***TABLA N° 08***

***CLASIFICACION DE INTENSIDAD***

Clasificación	Intensidad (Mercalli Modificado)
Leves	<VI
Moderado	VII y VIII
Severos	IX
Catastróficos	X

Zona II clasificada como Zona de Mediana Sismicidad.

Basándonos en las tablas referenciales de la Norma E 0.30 2.22, atendiendo a los criterios de zonificación, y condiciones geotécnicas, se tiene para nuestro caso en particular:

**Factor suelo:** S<sub>2</sub>, Suelo Intermedio

**Periodo predominante de vibración de suelo:** 0.6

### 2.6.10.2. ALCANCES

Las especificaciones de la norma técnica E-030, establecen los requisitos

mínimos para que las edificaciones tengan un adecuado comportamiento sísmico con el fin de reducir el riesgo de pérdidas de vidas y daños materiales, de igual modo posibilitar que las edificaciones puedan funcionar durante y después de un sismo.

### **Origen del Derecho de Vía.**

El derecho de vía se obtiene por el Estado, por derecho propio cuando los terrenos que deben afectarse son de propiedad fiscal; también se adquieren mediante procesos de expropiación, tanto en predios rústicos como urbanos.

### **Catastro del Derecho de Vía.**

Se refiere a la determinación técnica de las áreas, linderación y ubicación del predio referido al eje del trazo de la vía, nombre del propietario u ocupante del predio, la demarcación, el Distrito, Provincia, Departamento u otros datos de donde se encuentra el predio.

### **Clases de Predios<sup>4</sup>.**

En nuestro medio existen dos clases de predios: Urbanos y Rústicos.

#### **Predios Urbanos.**

Son aquellos que están ubicados en centros poblados y que están destinados para fines de vivienda, comercio, industrias, deportes, recreo, etc., así como los terrenos sin edificar que tengan todas las obras de habilitación urbana consideradas en la respectiva licencia de urbanización. Las tasaciones serán a precio de arancel aprobadas por el Consejo Nacional de Tasaciones del Perú para edificaciones y terrenos.

Descripción de las edificaciones. Se indicarán en forma adecuada la estructuración, los sistemas constructivos y los materiales empleados en los siguientes rubros: Cimentación, muros, techos y coberturas, pisos,

---

<sup>4</sup> Proyecto a nivel de ejecución de la carretera Saposoa – Paltaico, Tesista Rene Braulio Paredes Vásquez.

contrapisos, revestimientos, puertas y ventanas, vidrios, pintura, cerrajería, instalaciones eléctricas y sanitarias, aparatos sanitarios e instalaciones complementarias si las hubiera.

Estado de conservación de las edificaciones. El estado de conservación de las edificaciones es calificado muy bueno, bueno, regular, malo y muy malo, de conformidad con la evolución derivada de los rubros mencionados anteriormente, definiéndose de la siguiente forma:

**Muy bueno.-** Las construcciones terminadas que reciben mantenimiento permanente y que no presentan deterioro alguno.

**Bueno.-** Las construcciones que tienen mantenimiento permanente y solo tienen ligeros deterioros en los acabados debido a su uso normal.

**Regular.-** Las construcciones que reciben mantenimiento esporádico, cuya estructura no tiene deterioro y si lo tiene no la compromete y es subsanable o que los acabados e instalaciones tienen deterioros visibles debido a su uso normal.

**Malo.-** Las construcciones que no reciben mantenimiento regular, cuya estructura acusa deterioros que la comprometen, aunque sin peligro de desplome y que los acabados e instalaciones tienen visibles desperfectos.

**Muy malo.-** Las construcciones en que las estructuras presentan un deterioro tal como hace presumir su colapso y que su único valor es el de los materiales recuperables.

**Antigüedad de la edificación.-** Se señalará como antigüedad, el tiempo que tiene construida de acuerdo con la documentación acreditada; a falta de éste, la Municipalidad la apreciará en base a factores concurrentes.

**Valorización de las edificaciones (ve).-** Para esta valorización se tomará en cuenta el área techada (AT), los valores unitarios de edificación (VUE) vigentes a la fecha de tasación, así como la depreciación (% D) por antigüedad y estado de conservación, según el material estructural predominante.

**Valorización del terreno urbano.-** Para este efecto es necesario contar con el valor del área del terreno, en el cual se encuentra la edificación, si existiera y mediante una sencilla multiplicación del área del terreno por el precio oficial, por m<sup>2</sup> del año respectivo, se obtiene el costo del terreno urbano.

Finalmente el costo del predio urbano será la suma del valor de las tasaciones correspondientes al valor del terreno y el valor de la edificación.

### **Predios Rústicos.**

Se denomina así a los terrenos ubicados en la zona rural, y que están dedicados a uso agrícola, pecuario o forestal. Forman parte del predio, tanto las tierras como las construcciones e instalaciones fijas o permanentes que existan en él.

Estos terrenos pueden ser cultivados en obras de regadío o con agua de lluvia, asimismo pueden ser de mayor o menor valor, de acuerdo a su productividad.

**Valorización de terrenos rústicos.-** Los valores de arancel se determinan de acuerdo a la altitud sobre el nivel del mar; por valles distritos o provincias y se calcula teniendo en cuenta principalmente la ubicación geográfica y la productividad de la tierra, para lo cual, se ha establecido normas arancelarias que se publican cada determinado tiempo y son aprobadas por el cuerpo técnico de tasaciones de Perú para Costa, Sierra y Selva.

**Clasificación de los terrenos rústicos.-** Se considera 5 grupos:

- a. Tierras aptas para el cultivo en limpio.
- b. Tierras aptas para el cultivo permanente.
- c. Tierras aptas para el pastoreo.
- d. Tierras eriazas.
- e. Tierras aptas para la producción forestal.

- a. Tierras aptas para el cultivo en limpio.-** Estas tierras reúnen condiciones ecológicas que permiten la remoción periódica y continuada del suelo para el sembrío de plantas herbáceas o semi-arbustivas de corto período vegetativo, bajo técnicas económicas accesibles a la agricultura del lugar.

Según la altura media sobre el nivel del mar pueden distinguirse para estas tierras los siguientes tipos de altitudes en la Sierra:

Hasta los 2000 m.s.n.m.

De 2001 a 3000 m.s.n.m.

De 3001 a 4000 m.s.n.m.

Más de 4000 m.s.n.m.

En la Selva se ha clasificado según la distancia al río y/o carretera que se utiliza como vía de transporte.

Las tierras aptas para el cultivo en limpio se clasifican:

**a.1 Primera categoría.-** Comprende suelos poco profundos y fáciles de trabajar, con buena retención de agua, planos, y las erosiones que se producen son mínimas. Responden favorablemente a la acción de los fertilizantes.

**a.2 Segunda categoría.-** Tienen algunas limitaciones que reducen la elección de cultivos, requieren moderadas prácticas de conservación y de manejo de suelos.

Las limitaciones de las tierras de esta categoría pueden incluir efectos simples o combinaciones de:

- Suelos con profundidades inferiores a la óptima.
- Pendientes ligeramente inclinadas.
- Susceptibilidad moderada a la erosión.
- Ligera salinidad o sodio, fácil de corregir.

**a.3 Tercera categoría.-** Los suelos de esta categoría tienen severas limitaciones que reducen la elección de cultivo y/o requieren prácticas especiales de conservación, sus pendientes son ligeramente inclinadas, susceptibles a la erosión, drenaje excesivo, poca profundidad y moderada salinidad.

**a.4 Cuarta categoría.-** Tienen severas limitaciones que restringen la elección del cultivo y requieren un cuidadoso manejo. Estos suelos pueden usarse en cultivos en limpio, cultivos permanentes y producción forestal.

**b. Tierras aptas para cultivo permanente.-** Son tierras cuyas condiciones ecológicas no son adecuadas a la remoción periódica y continuada del suelo, pero que permiten la implantación de cultivos perennes; entre ellos podemos citar arbustivos y arbóreos. Estos suelos también pueden ser dedicados a pastoreo, producción forestal, etc.

Estas tierras se clasifican en 5ta y 6ta categorías:

**b.1 Quinta categoría.-** Las tierras de esta categoría son pedregosas, es decir, con presencia y afloramientos rocosos en cantidad, suficientes para impedir cultivos transitorios, pero permiten la siembra de cultivos perennes.

**b.2 Sexta categoría.-** Presentan limitaciones severas que los convierten en inapropiados para llevar a cabo cultivos de carácter intensivo en forma normal. Son suelos más pedregosos que los de quinta categoría.

**c. Tierras aptas para el pastoreo.-** Son las que no reúnen las condiciones ecológicas mínimas requeridas para el cultivo en limpio o permanente; sin embargo permiten su uso continuado o temporal para el pastoreo. Estos terrenos están destinados a la explotación ganadera y generalmente se encuentran cubiertos de pastos naturales.

**d. Tierras eriazas.-** Se consideran tierras eriazas las no cultivadas por falta o por exceso de agua y demás terrenos improductivos,

exceptuándose los de forestación o reforestación, las lomas con pastos naturales dedicados a la ganadería, los terrenos urbanos y los usados con fines domésticos o industriales.

**Tierras aptas para la producción forestal.-** No han sido consideradas estas tierras en los aranceles de terrenos rústicos, dado que los dispositivos legales pertenecen al Estado.

### **2.6.10.3.DISEÑO DE LA SUPERFICIE DE RODADURA**

Los suelos naturales, en muy raras ocasiones, son convenientes para ser usados como superficies de rodadura, así se trate de pequeños volúmenes de tráfico. Los suelos no cohesivos como las arenas, se desmoronan y pierden su poder de soporte cuando se secan, mientras que las arcillas se ponen suaves y débiles cuando se humedecen. En conclusión todos los suelos naturales carecen de resistencia a la abrasión y cuando se someten a la acción del clima y de las llantas y pisadas de los que trafican sobre ellos, se pulverizan y se desplazan por acción del viento y del agua.

Las propiedades de soporte de carga en los suelos naturales pueden mejorarse, compactándolos a densidades mayores o mezclándolos con materiales de diferente graduación o de diferente propiedad.

Cuando se intenta mejorar los suelos naturales de esta manera, se empieza un proceso denominado estabilización. Para que la superficie estabilizada sea duradera y resistente al número de carga el vehículo que sobre ella circulan, se le debe cubrir con una capa de material más resistente que el suelo, denominada. **PAVIMENTO**.

### **2.6.10.4.PAVIMENTO**

#### **2.6.10.4.1 DEFINICIÓN DE PAVIMENTO<sup>5</sup>.**

Estructura simple o compuesta destinada al tránsito de

---

<sup>5</sup> Ing. German Vivar Romero: *Diseño y construcción de pavimentos*, CIP – CDL; Lima Perú 1991. Pág. 134

personas, animales y vehículos.

Es un elemento estructural apoyado en toda su superficie, diseñado y construido para soportar cargas estáticas y móviles en un periodo de tiempo. Estando formado por una o varias capas de espesores y calidades diferentes que se colocan sobre el terreno preparado para soportarlo, tiene por su función más importante el proporcionar una superficie resistente al desgaste y suave al deslizamiento.

#### **2.6.10.4.2 CLASIFICACIÓN.**

##### **Pavimento Flexible.**

Estructura del pavimento que mantiene íntimo contacto con el terreno de fundación y reparte las cargas sobre el mismo, y por lo que a estabilidad se refiere, depende de la trabazón o entrelazamiento de los áridos, rozamiento y cohesión de las partículas.

##### **Tipos:**

- Pavimento de Asfalto. Es el pavimento flexible típico con una superficie de rodamiento asfáltico con cimientado y firmes granulares.
- Pavimentos Adoquinados. Son piezas de pavimentos prefabricados de concreto que actúan como superficie de rodadura, transmitiendo las cargas a la capa del asiento y a la base del pavimento, su uso se limita a zonas urbanas.
- Pavimentos empedrados. Es una capa de piedras (cantos rodados o fracturados) colocada como superficie de rodamiento. No es cómodo al tránsito.

##### **Pavimento Rígido.**

Estructura del pavimento que distribuye las cargas al terreno

de fundación, y que tiene como revestimiento una losa de concreto de resistencia a la flexión relativamente elevada.

**Tipos:**

- Pavimento de concreto simple, sin varillas pasa juntas.
- Pavimento de concreto simple, con varillas pasa juntas.
- Pavimento de concreto con refuerzo continuo.
- Pavimento de concreto preforzado.

**2.6.10.4.3 ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO.**

Combinación de cimiento, firme y revestimiento colocada sobre un terreno de fundación para soportar las cargas del tránsito y distribuir las al terreno.

**a.- Suelo de fundación.** Denominada también terraplén, es el suelo o roca, en corte, en relleno, o en corte y relleno compensado cuya porción superior nivelada, perfilada y compactada, sirve de soporte al pavimento.

**b.- Sub-rasante.** Es la porción superior del suelo de fundación, que ha sido nivelada, perfilada y compactada, que servirá de apoyo a las diferentes capas del pavimento.

**Firme.**

Es el principal elemento estructural de un pavimento flexible y puede ser: Tratada (con cemento, cal o asfalto) o sin tratar (como las gravas de río, los materiales de afirmado o la piedra chancada). Su capacidad portante medida con el C.B.R está comprendida entre el 80 y 100%.

**2.6.10.4.4 ELECCIÓN DEL TIPO DE PAVIMENTO.**

Para la elección del tipo de pavimento, tomaremos en cuenta las siguientes consideraciones:

- a.- El tipo de pavimento debe ser tal que ofrezca condiciones de confort y de rodaduras suaves.
- b.- Económica para el usuario; reducir al mínimo su consumo de combustibles y llantas, con pequeños desgastes del vehículo.
- c.- Seguridad en la marcha; coeficiente de rozamiento con rotación conveniente.

#### **2.6.10.4.5 CARACTERÍSTICAS DEL PAVIMENTO.**

##### **Pavimento Rígido.**

- Bajo costo de conservación.
- Larga duración.
- Alto remanente de su valor como base para futuras superficies nuevas.
- Buenas condiciones de visibilidad y reflexión en la noche.
- Distribución de cargas en áreas grandes.
- Resiste esfuerzos de torsión.
- No es atacado por el aceite o gasolina.
- Tiene bajo coeficiente de rodamiento y puede diseñarse a las seguridades exigibles.

##### **Pavimento Flexible.**

- Bajo costo inicial (excepto en los tipos superiores).
- Fácil trabajo de instalación.
- Fácil reparación de las rajaduras.
- Gran variedad de tipos lo que permite un amplio juego de condiciones.
- No tiene juntas.
- Tiene condiciones que permiten resellado.
- Gran flexibilidad para adaptarse a las fallas de la subrasante.
- Construcción por etapas.

### **Otras consideraciones a tener en cuenta:**

#### **a.- Tráfico.**

- Carga bruta y presión del neumático.
- Repetición de carga.
- Eje y configuración de las ruedas.
- Propiedad de los materiales de los de la sub-rasante y del pavimento.
- Radio de influencia de las cargas.
- Velocidad.
- Acabado del pavimento.

#### **b.- Clima.**

- Lluvias.
- Heladas.
- Construcción e hinchamiento.
- Fenómeno de congelación, deshielo, humedecido y secado.
- Variación del clima en las estaciones.

#### **c.- Posición de los Elementos sobre los cuales está situado.**

- Cortes o rellenos.
- Profundidad de la napa freática.
- Derrumbes.
- Depósitos de material blando.

#### **d.- Construcción y Mantenimiento**

- Compactación de las diferentes capas.
- Calentamiento inapropiado de los materiales si el pavimento es flexible.
- Acabado del pavimento.

### **2.6.11. JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN DEL TIPO DE PAVIMENTO <sup>6</sup>**

El Proyecto realizado se desarrolla en zona de selva donde las temperaturas son

---

<sup>6</sup> *Tesis Carretera Ninaccasa – Yumire*, Prov. Antabamba, Dep. Apurímac, 1999.

altas y bajas, se presentan fuertes precipitaciones pluviales sobre todo en las épocas de invierno. Resulta justificable el uso de “Pavimento Flexible” por las características de la zona y por las siguientes razones:

- 1.-El pavimento flexible es más económico que uno de cemento Pórtland.
- 2.-No requiere en su construcción el empleo de juntas de construcción, ni dilatación.
- 3.-En caso de asentamiento, la reparación de un camino de concreto asfáltico es más sencillo y barato, ya que en uno de pavimento rígido tenemos que reconstruir el área de la losa.
- 4.- Se puede construir por etapas, cuando se prevea un importante crecimiento del tráfico se hace necesario construir un espesor de pavimento mucho mayor que en el momento del estudio.
- 5.- El tiempo necesario para la construcción y apertura del tránsito es menor que en los pavimentos rígidos.
- 6.- Los costos combinados de construcción y conservación son menores que en los pavimentos rígidos.
- 7.- Flexibilidad para adaptarse a las fallas del cimiento.
- 8.- En pavimento rígido hay muchos problemas para conseguir cemento.
- 9.- A nivel nacional el uso de pavimento asfáltico se ha difundido, por lo que es más sencillo encontrar personal calificado identificado con el proceso de uso y construcción.

## **2.6.12. DISEÑO DEL PAVIMENTO**

El espesor de un pavimento flexible, está en función de la intensidad de tránsito de la capacidad portante del terreno de fundación, y de las condiciones climatológicas de la zona.

Actualmente existen más de cincuenta métodos para diseñar un pavimento, flexible, los más empleados son los siguientes: Método de Wyoming, método del CBR (California Bearing Ratio), Método del Índice de Grupo o Método H.R.B. (Highwas Research Bood ). Método Hveen, Método Mc Leod, Método de la F.A.A.

(Federal, Aviation Always), Método de Kansas, Método del Instituto del Asfalto, Método Francés, Método de la AASHTO, Método Canadiense y otros. Para nuestro caso tratándose de una carretera de bajo volumen de tráfico, usaremos **EL CATALOGO DE CAPAS DE REVESTIMIENTO GRANULAR** del manual de **DISEÑO DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO:**

### Tráfico de La Zona de Estudio.

Haciendo un estimado del tránsito y entendiendo que esta carretera es para tránsito liviano con menos de 400 vehículos por día tenemos:

### CUADRO N° 4 ANALISIS DE TRANSITO

PROYECTO: "ESTUDIO DEFINITIVO TABALOSOS – PINTO RECODO

TIPO DE VEHICULO	NÚMERO veh/día	DIAS / AÑO	PERIODO DE DISEÑO (en años)	FACTOR CAMION	FACTOR DE CRECIMIENTO ANUAL	FACTOR CARRIL	EAL DE DISEÑO
<b>Camiones de unidades simples</b>							
2 ejes 4 ruedas	36	365	20	0.02	1.40	0.50	3679.20
2 ejes 6 ruedas	10	365	20	0.19	1.40	0.50	9709.00
3 ejes o más	2	365	20	0.56	1.40	0.50	5723.20
<b>Sub-total eje simple</b>	<b>48</b>						<b>19111.40</b>
<b>Camiones semi-trailer y combi nacionales unidad eje múltiple</b>							
3 ejes	1	365	20	0.51	1.40	0.50	2606.10
4 ejes	3	365	20	0.62	1.40	0.50	9504.60
5 ejes	20	365	20	0.94	1.40	0.50	96068.00
<b>Sub-total eje múltiple</b>	<b>24</b>						<b>108178.70</b>
<b>total</b>							<b>127290.10</b>

### Diseño del espesor del pavimento por el método de wyoming.

Dada la naturaleza y características de nuestro proyecto, el método más adecuado para diseñar el espesor del pavimento es el método de Wyoming, por que toma en cuenta la mayor cantidad de parámetros compatibles con la realidad de la zona. Así tenemos:

### Precipitaciones Anuales.

Se deben tomar preferentemente, los datos de precipitaciones que proporciona la estación pluviométrica más cercana al lugar donde se proyecta construir el

pavimento. Los valores que asigna el método para las precipitaciones son los siguientes:

**CUADRO N° 5**

**PRECIPITACIONES ANUALES**

PRECIPITACIONES ANUALES		VALOR
PULGADAS	Mm	
5-10	127-254	0
10-15	254-381	1
15-20	381-508	3
20-25	508-635	6
25-30	635-1270	10

Considerando que la estación pluviométrica de Lamas, el cual presenta una precipitación promedio anual de 1600 mm, es la más cercana al proyecto y que ambos lugares son de características muy similares; y podemos asumir dicha precipitación promedio anual y haciendo uso de los valores de la tabla anterior, obtendremos un valor correspondiente a este promedio de (10).

**Napa Freática**

Corresponde al nivel de las aguas subterráneas y según se encuentran a mayor o menor profundidad, este factor tendrá un valor de acuerdo a lo especificado en el cuadro:

**CUADRO N° 6 : NAPA FREATICA**

PROFUNDIDAD DE LA NAPA FREÁTICA TERRENO DE FUNDACIÓN	DEBAJO DEL	VALOR ASIGNADO
A mucha profundidad ( mayor de 3m)		0
De 6 a 10 pies (1.80 a 3.00m)		1
De 4 a 6 pies (1.20 a 1.80 m)		3
De 2 a 4 pies (0.60 a 1.20m)		5

**Condiciones Generales de Drenaje**

Generalmente cuando se ejecuta cualquier tipo de obra, casi nunca se cumple a plenitud lo dispuesto en las especificaciones del diseño, por ello es que para nuestro caso consideramos a las condiciones de drenaje adverso a continuación se presenta la tabla que nos permite calificar este factor.

**CUADRO N° 7**  
**CONDICIÓN GENERAL DE DRENAJE**

CONDICIONES GENERALES DE DRENAJE	VALOR ASIGNADO
Excelente ( Evacuación controlada)	0
Regular ( Poco control de agua)	2
Adverso ( Charco)	6

Asumimos una condición de drenaje adverso, correspondiéndole un valor de seis (6).

**Tránsito**

En el presente trabajo se ha realizado el estudio del Tráfico, habiéndose determinado el Índice Medio Diario Anual IMDA igual a 23 Veh./ Día, en una proyección de 15 Años. Pero para el Diseño con el Método de WYOMING, usamos un periodo de cómputo referido a 20 años, en el cual se supone que se duplicará el tránsito, para nuestro caso, en el que la categoría de la vía es de tercera clase y que se cuenta con un índice de tráfico determinado, de valores muy bajos, adoptamos como caso más desfavorable un flujo vehicular de 400 vehículos por día asumiendo además un 25 % de tránsito pesado, así tenemos:

Tránsito diario actual total	: 400 Vehículos
Tránsito comercial diario actual	: 100 Vehículos
Tránsito comercial diario al cabo de 20 años	: 200 Vehículos
Tránsito comercial diario promedio	: 100 Vehículos

Luego tomamos los porcentajes medios relativos al volumen y característicos de trafico del STATE HIGHWAY PLANNING, se tiene conversión a cargas equivalentes a 5,000 Lbs./ rueda.

**CUADRO N° 8**  
**FACTOR DE TRÁNSITO**

CARGA POR RUEDAS (Lbs. )	% TCDP DIAS AÑO	F	FACTOR TRANSITO TOTAL
Menos de 3,000	97.00 x 150 x 365 x 20	1	1'062, 150
3,000 - 5,000	2.00 x 150 x 365 x 20	2	43,800
5,000 - 6,000	0.70 x 150 x 365 x 20	4	30,660
6,000 - 7,000	0.20 x 150 x 365 x 20	8	17,550
7,000 - 8,000	0.08 x 150 x 365 x 20	16	14,016
8,000 - 9,000	0.02 x 150 x 365 x 20	32	7,008
<b>TOTAL</b>			<b>1'175,154</b>

Tránsito total reducido a cargas equivalentes de 5,000 Lbs por rueda durante 20 años es de: 1'175,154. El tránsito considerado por el diseño en una sola dirección es de 587,577; Luego haciendo uso de la siguiente tabla.

**TABLA N° 9**

**TRÁNSITO REDUCIDO A CARGAS EQUIVALENTES**

<b>TRÁNSITO REDUCIDO A CARGAS EQUIVALENTES A 5,000 Lb./ RUEDAS</b>		<b>VALOR ASIGNADO</b>
0 a 1	Millón	0
1 a 2	Millones	2
2 a 3	Millones	4
3 a 5	Millones	6
5 a 7	Millones	9
7 a 9	Millones	12
9 a 11	Millones	15
11 a 13	Millones	18
13 a 15	Millones	21
Mayores de 15	Millones	24

Encontramos que el valor correspondiente al factor tránsito es 0.

**Elección de la Curva de Diseño**

Una vez determinado cada uno de los valores de parámetros considerados, estos se suman siendo el total el que determinara la curva a emplearse para el diseño del pavimento.

Así tenemos:

Por precipitación anual del lugar	= 10
Por Napa freática	= 5
Por acción de las heladas	= 0
Por condiciones generales de drenaje	= 6
Por tránsito	= 0
<b>TOTAL</b>	<b>= 21</b>

Luego con este valor (21) Y haciendo uso del siguiente Cuadro:

**CUADRO N° 9**

**CURVA PARA DISEÑO DEL PAVIMENTO**

SUMA DE VALORES ASIGNADOS	CURVA QUE SE DEBE EMPLEARSE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO
De 0 a 2	4
De 3 a 6	5
De 7 a 11	6
De 12 a 17	7
De 18 a 24	8
De 25 a 32	9
De 33 a 41	12
De 41 a 53	15

Encontramos que la curva del diseño a utilizar es el número 8. y el CBR del afirmado al 95 MDS = 27% .

**2.6.13. DETERMINACIÓN DEL ESPESOR DEL PAVIMENTO**

Luego encontramos en el ábaco del método de Wyoming, con el número de curva de diseño y el valor de C.B.R. Obtenemos el espesor del pavimento.

Así tenemos:

**Del km 0+000 al km 2+500**

- Número de curva de diseño : 8
- CBR del terreno de fundación : 3 %
- Espesor la base : 19 Pulgadas.

**Del km 2+500 al 5+100**

- Número de curva de diseño : 8
- CBR del terreno de fundación : 9 %
- Espesor de la base : 10.5 Pulgadas.



Base material propio	= <u>19"</u>
<b>TOTAL</b>	<b>= 26"</b>

### **DISEÑO DE ESPESOR DEL Km. 2+500 al 5+100**

**Espesor de la capa de rodadura ( con 27.0 % CBR ) = 7.0"**

### **ESPESORES FINALES**

Rodadura Material seleccionado	= 7.0"
Base material propio	= <u>10.5"</u>
<b>TOTAL</b>	<b>= 17.5"</b>

### **2.6.14. DETERMINACIÓN DEL ESPESOR DEL PAVIMENTO DEL “MANUAL PARA EL DISEÑO DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO”.**

Se ha propuesto una mezcla de canteras de la siguiente manera:

CANTERA RIO MAYO, sector Pinto Recodo, material aluvial de rio, para acceder a ésta cantera se toma un desvío que sale de la progresiva Km 04+500 del eje de la carretera, siguiendo una trocha carrozable de 1.0Km aprox.

Potencia estimada: 40000 m3.

CANTERA LIGANTE, Km 2+500, arena arcillosa de mediana plasticidad, ésta cantera se ubica en el mismo eje de la carretera entre las progresivas 2+400 al 2+500, este mismo material podrá ser utilizado para rellenos en la conformación de terraplenes.

Potencia estimada: 11000 m3.

La mezcla propuesta será en las siguientes proporciones (al peso):

CANTERA RIO MAYO (83%), CANTERA Km 2+500 (17%), Resultados:

GRANULOMETRIA: “Clase de tráfico T-2, 51-100 Veh.”; cumple con especificación.

CBR : 53.0% a 0.1 plg. de penetración.; cumple con especificación.

INDICE PLÁSTICO: 8.70; cumple con especificación.

EQUIVALENTE DE ARENA : 55%; cumple con especificación.

### CÁLCULO DE LOS ESPESORES:

#### CATALOGO DE CAPAS DE REVESTIMIENTO GRANULAR

TIPO DE SUBRASANTE	CLASE TRAFICO: T2 IMD: 65 - 100 Vehículos Vehículos Pesados (Camiones) cada día: 15 - 20 Vehículos pesados Número de Repeticiones de CC. y Mezcla de Grava: 20E-64 - 1.0E-05		
	A: subrasante de estructura granular y compacta	B: con mejoramiento de subrasante con agregado por material grueso de CBR > 6%	C: con mejoramiento de subrasante con adición de cal, cemento o químic
<b>S0</b> SUBRASANTE MUY POBRE CBR < 0%			
<b>S1</b> SUBRASANTE POBRE CBR 0% - 5%			
<b>S2</b> SUBRASANTE REGULAR CBR 6% - 10%			
<b>S3</b> SUBRASANTE BUENA CBR 11% - 16%			
<b>S4</b> CBR > 20%			

Nivel superior de la subrasante perfilado y compactado al 95% de la MDS

Subrasante

B: Con mejoramiento de subrasante con reemplazo por material granular de CBR > 6%

C: Con mejoramiento de subrasante con adición de Cal, Cemento o químicos, para obtener un CBR > 6%

Capa de Armado Tipo 2

*Nota:* En caso de requerirse proteger la superficie de los camiones, podrá colocarse una capa protectora, que podrá ser una imprimación reforzada bituminosa; o una Estabilización con Cloruro de calcio (CaCl<sub>2</sub>), de magnesio; u otros estabilizadores químicos.

Del km 0+000 al km 2+500

- DEL CATALOGO REVESTIMIENTO GRANULAR:

- Clase de trafico : T2
- CBR del terreno de Sub Rasante : 3 %
- Espesor del catalogo : 500 mm.

### **Del km 2+500 al 5+100**

#### **- DEL CATALOGO REVESTIMIENTO GRANULAR:**

- Clase de trafico : T2
- CBR del terreno de Sub Rasante : 9 %
- Espesor del catalogo : 280 mm.

## **2.6.15. DISEÑO DEL PERFIL LONGITUDINAL**

### **2.6.15.1. TRAZO DEL PERFIL LONGITUDINAL**

El perfil longitudinal de una vía, es la línea continua que corresponde al eje de simetría de la vía.

Se recomienda fijar los perfiles a las siguientes escalas: 1:2,000 para la distancia y 1:200 para las alturas. En razón a que la zona en estudio presenta una topografía ondulada con una suave pendiente optamos por mantener las escalas dadas por las N.P.D.C.

Las cotas del perfil longitudinal corresponden al nivel del terreno natural y subrasante.

Al realizar el trazo del perfil longitudinal, se tendrá en cuenta lo siguiente:

- **ALINEAMIENTO VERTICAL.**

#### **Consideraciones Para El Alineamiento Vertical**

En el diseño vertical el perfil longitudinal conforma la rasante, la misma que está constituida por una serie de rectas enlazadas por arcos verticales parabólicos, a los cuales dichas rectas son tangentes.

Para fines de proyecto, el sentido de las pendientes se define según el avance del kilometraje, siendo positivas aquéllas que implican un aumento de cota y negativas las que producen una pérdida de cota.

Las curvas verticales entre dos pendientes sucesivas permiten

conformar una transición entre pendientes de distinta magnitud, eliminando el quiebre brusco de la rasante. El diseño de estas curvas asegurará distancias de visibilidad adecuadas.

El sistema de cotas del proyecto se referirá en lo posible al nivel medio del mar, para lo cual se enlazarán los puntos de referencia del estudio con los B.M. de nivelación del Instituto Geográfico Nacional.

A efectos de definir el Perfil Longitudinal se considerarán como muy importantes las características funcionales de seguridad y comodidad, que se deriven de la visibilidad disponible, de la deseable ausencia de pérdidas de trazado y de una transición gradual continua entre tramos con pendientes diferentes.

Para la definición del perfil longitudinal se adoptarán, salvo casos suficientemente justificados, los siguientes criterios:

- En carreteras de calzada única el eje que define el perfil, coincidirá con el eje central de la calzada.
- Salvo casos especiales en terreno llano, la rasante estará por encima del terreno, a fin de favorecer el drenaje.
- En terreno ondulado, por razones de economía, la rasante se acomodará a las inflexiones del terreno, de acuerdo con los criterios de seguridad, visibilidad y estética.
- En terreno montañoso y en terreno escarpado, también se acomodará la rasante al relieve del terreno, evitando los tramos en contrapendiente, cuando debe vencerse un desnivel considerable, ya que ello conduciría a un alargamiento innecesario, del recorrido de la carretera.
- Es deseable lograr una rasante compuesta por pendientes moderadas, que presente variaciones graduales entre los alineamientos, de modo compatible con la categoría de la carretera y la topografía del terreno.

- Los valores especificados para pendiente máxima y longitud crítica, podrán emplearse en el trazado cuando resulte indispensable. El modo y oportunidad de la aplicación de las pendientes determinarán la calidad y apariencia de la carretera.
- Rasantes de lomo quebrado (dos curvas verticales de mismo sentido, unidas por una alineación corta), deberán ser evitadas siempre que sea posible. En casos de curvas convexas se generan largos sectores con visibilidad restringida, y cuando son cóncavas, la visibilidad del conjunto resulta antiestética y se generan confusiones en la apreciación de las distancias y curvaturas.

- **CURVAS VERTICALES**

Los tramos consecutivos de rasante, serán enlazados con curvas verticales parabólicas cuando la diferencia algebraica de sus pendientes sea mayor a 1%, para carreteras pavimentadas y mayor a 2% para las afirmadas. Las curvas verticales serán proyectadas de modo que permitan, cuando menos, la visibilidad en una distancia igual a la de visibilidad mínima de parada, y cuando sea razonable una visibilidad mayor a la distancia de visibilidad de paso. Para la determinación de la longitud de las curvas verticales se seleccionará el Índice de Curvatura K. La longitud de la curva vertical será igual al Índice K multiplicado por el valor absoluto de la diferencia algebraica de las pendientes (A).

$$L = KA$$

Los valores de los índices K se muestran en el Cuadro N° 10, para curvas convexas y en el Cuadro N° 10 para curvas cóncavas.

**CUADRO N° 10**  
**Índice K Para El Cálculo De La Longitud De Curva**  
**Vertical Convexa**

Velocidad Directriz Km/h	Longitud Controlada por Visibilidad de frenado		Longitud Controlada por Visibilidad de Adelantamiento	
	Distancia de Visibilidad De Frenado m.	Índice de Curvatura K	Distancia de Visibilidad De Adelantamiento	Índice de Curvatura K
20	20	0.6	--	--
30	35	1.9	200	46
40	50	3.8	270	84
50	65	6.4	345	138
60	85	11	410	195
70	105	17	485	272
80	130	26	540	338

El índice de Curvatura es la longitud (L) de la curva de las pendientes (A)  $K = L/A$  por el porcentaje de la diferencia algebraica

**CUADRO N° 11**  
**Índice Para El Cálculo De La Longitud De Curva Vertical Cóncava**

Velocidad Directriz Km/h	Distancia de Visibilidad de Frenado m.	Índice de Curvatura K
20	20	2.1
30	35	5.1
40	50	8.5
50	65	12.2
60	85	17.3
70	105	22.6
80	130	29.4

El índice de Curvatura es la longitud (L) de la curva de las pendientes (A)  $K = L/A$  por el porcentaje de la diferencia algebraica

### **Pendiente**

En los tramos en corte se evitará preferiblemente el empleo de pendientes menores a 0.5%. Podrá hacerse uso de rasantes horizontales en los casos en que las cunetas adyacentes puedan ser dotadas de la pendiente necesaria para garantizar el drenaje y la calzada cuente con un bombeo igual o superior a 2%.

En general, se considera deseable no sobrepasar los límites máximos de

pendiente que están indicados en el Cuadro N° 10, En tramos carreteros con altitudes superiores a los 3,000 msnm, los valores máximos del Cuadro N° 12 para terreno montañoso o terreno escarpados se reducirán en 1%.

Los límites máximos de pendiente se establecerán teniendo en cuenta la seguridad de la circulación de los vehículos más pesados, en las condiciones más desfavorables de la superficie de rodadura.

**CUADRO N° 12**  
**PENDIENTES MÁXIMAS**

Orografía Tipo	Terreno Plano	Terreno Ondulado	Terreno Montañoso	Terreno Escarpado
<b>Velocidad de Diseño</b>				
20	8	9	10	12
30	8	9	10	12
40	8	9	10	10
50	8	8	8	8
60	8	8	8	8
70	7	7	7	7
80	7	7	7	7

En el caso de ascenso continuo y cuando la pendiente sea mayor del 5%, se proyectará, más o menos cada tres kilómetros, un tramo de descanso de una longitud no menor de 500 m, con pendiente no mayor de 2%. Se determinará la frecuencia y la ubicación de estos tramos de descanso de manera que se consigan las mayores ventajas y los menores incrementos del costo de construcción.

En general cuando en la construcción de carreteras se emplee pendientes mayores a 10%, el tramo con esta pendiente no debe exceder a 180 m.

Es deseable que la máxima pendiente promedio en tramos de longitud mayor a 2000 m no supere el 6%, las pendientes máximas que se indican en el Cuadro N° 12 son aplicables. En curvas con radios menores a 50 debe evitarse pendientes en exceso a 8%, debido a que la pendiente en el lado interior de la curva se incrementa muy significativamente.

### **Línea de Rasante.**

Toma el nombre de rasante de una vía (carretera, calle, aeropuertos) a la serie de líneas rectas conectadas por curvas verticales parabólicas, donde las pendientes rectas son tangentes con un valor mínimo de 0.5%.

Al realizar el trazo de la rasante se debe tener en cuenta, que al momento de ejecutar el movimiento de tierras los cortes que se tengan que hacer, sirvan en lo posible para las zonas de relleno; consiguiendo de esta manera reducir el costo de la construcción.

Al definir la rasante, se debe tratar en lo posible de contar con pendientes favorables para el drenaje de aguas superficiales.

Nuestro proyecto por presentar un terreno de topografía ondulada y ligeramente variable, la rasante se ha trazado siguiendo la configuración del terreno natural, facilita una pendiente favorable para la evacuación de aguas pluviales.

Al definirse la rasante, tendremos las pendientes finales de la superficie de rodadura, las cuales corresponden a la rasante.

### **Subrasante.**

La cota de la Subrasante es la que corresponde a la plataforma de explanación es decir al terreno de fundación. Cuando la cota de la progresiva de la Subrasante es menor que la del terreno se dice que hay altura de corte cuyo valor es la diferencia de cotas, caso contrario la sección se notará que la Subrasante tendrá un ancho para recibir las capas íntegras del pavimento, por lo tanto este ancho será mayor que el de la superficie final de la calzada en función del talud y del espesor del pavimento.

### **Diseño de Secciones Transversales.**

Toma el nombre de sección transversal de una vía, la representación del terreno y de la plataforma que son tomados de un determinado punto del eje de la vía y perpendicular a él.

La sección transversal de una vía se debe proyectar con especial cuidado, ya que de sus proporciones dependerá la capacidad de tráfico y costo total de su construcción.

Al llevar a cabo la nivelación de la vía hemos definido las secciones transversales respectivas de cada una de las estacas consideradas (cada 20 mt.); teniendo en cuenta que el ancho está definido por el ancho de cada una de las vías.

Se recomienda dibujar las secciones a escala 1:200, escala adoptada para nuestro proyecto.

### **Elementos de La Sección Transversal de Las Vías**

Dentro de los elementos de la sección de una vía, tenemos:

#### **Ancho de La Superficie Pavimentada.**

Es la parte del pavimento, sobre la cual los vehículos circulan por la vía.

Su finalidad es de dar seguridad y capacidad de tránsito en la vía.

#### **Calzada.**

El diseño de caminos de muy bajo volumen de tráfico IMDA < 50 la calzada podrá estar dimensionada para un solo carril en los demás casos la calzada se dimensionará para dos carriles.

En el Cuadro N° 13 se indica los valores apropiados del ancho de la calzada en tramos rectos para cada velocidad directriz en relación al tráfico previsto y a la importancia de la carretera.

**CUADRO N° 13**  
**Ancho mínimo de la calzada en tangente**  
**(Metros)**

Tráfico IMDA	<20	20 á 50		50 á 100		100 á 200		200 á 400	
Velocidad km/h	*	*	**	**	**	*	**	*	**
25	3.50•	3.50•	5.00	5.50	5.50	5.50	6.00	6.00	6.00
30	3.50•	4.00•	5.50	5.50	5.50	5.50	6.00	6.00	6.00
40	3.50•	5.50	5.50	5.50	6.00	6.00	6.00	6.00	6.60
50	3.50•	5.50	6.00	5.50	6.00	6.00	6.00	6.60	6.60
60		5.50	6.00	5.50	6.00	6.00	6.00	6.60	6.60
70		5.50	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.60	7.00
80		5.50	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	7.00	7.00

\* Caminos del Sistema Vecinal y Caminos del Sistema Departamental y

Nacional sin pavimentar.

**\*\* Carreteras del Sistema Nacional y Carreteras importantes del Sistema Departamental; predominio de tráfico pesado.**

- Calzada de un solo carril, con plazoleta de cruce y/o adelantamiento.

En los tramos en recta la sección transversal de la calzada presentará inclinación transversal (bombeo) desde el centro hacia cada uno de los bordes, para facilitar el drenaje superficial y evitar el empozamiento del agua.

Las carreteras no pavimentadas estarán provistas de bombeo con valores entre 2% y 3%. En los tramos en curva, el bombeo será sustituido por el peralte. En los caminos de bajo volumen de tránsito con IMDA inferior a 200 veh/día se puede sustituir el bombeo por una inclinación transversal de la superficie de rodadura de 2.5% á 3% hacia uno de los lados de la calzada.

### **Carril.**

Parte de calzada destinada al tránsito de una sola fila de vehículos de cuatro

o más ruedas. Su ancho depende del ancho máximo de los vehículos, el espacio lateral que dejan y el volumen de tránsito de la vía.

### **Bermas**

A cada lado de la calzada se proveerán bermas con un ancho mínimo de 0.50 m. Este ancho deberá permanecer libre de todo obstáculo incluyendo señales y guardavías. Cuando se coloque guardavías se construirá un sobre ancho de min. 0.50 m.

En los tramos en tangentes las bermas tendrán una pendiente de 4% hacia el exterior de la plataforma.

La berma situada en el lado inferior del peralte seguirá la inclinación de este cuando su valor sea superior a 4%. En caso contrario la inclinación de la berma será igual al 4%.

La berma situada en la parte superior del peralte tendrá en lo posible una inclinación en sentido contrario al peralte igual a 4%, de modo que escurra hacia la cuneta.

La diferencia algebraica entre las pendientes transversales de la berma superior y la calzada será siempre igual o menor a 7%. Esto significa que cuando la inclinación del peralte es igual a 7% la sección transversal de la berma será horizontal y cuando el peralte sea mayor a 7% la berma superior quedará indeseablemente inclinada hacia la calzada con una inclinación igual a la inclinación del peralte menos 7%.

### **Ancho de La Plataforma**

El ancho de la plataforma a rasante terminada resulta de la suma del ancho en calzada y del ancho de las bermas.

La plataforma a nivel de la Subrasante tendrá un ancho necesario para recibir sobre ella la capa o capas integrantes del afirmado, y la cuneta de drenaje.

### **Plazoletas**

En caminos de un solo carril con dos sentidos de tránsito, se construirán ensanches en la plataforma, cada 500 m como mínimo, para que puedan cruzarse los vehículos opuestos, o adelantarse los del mismo sentido.

La ubicación de las plazoletas se fijará de preferencia en los puntos que combinen mejor la visibilidad a lo largo del camino, con la facilidad de ensanchar la plataforma.

### **Señalización.**

La señalización se ha determinado según las Normas del Manual de Señalización, elaborado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, y teniendo en cuenta además las características físicas y operativas de la misma.

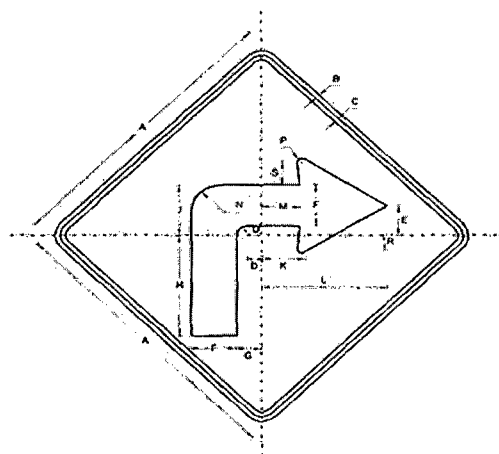
## Señales.

Para el caso de una carretera de tercera clase, las señales son estrictamente las necesarias para dar seguridad a los conductores y; por el hecho de que la superficie de rodadura de la carretera proyectada va a estar conformada por material granular, no se podrá usar señales horizontales marcadas en el piso, consecuentemente, la señalización a usar será únicamente del tipo vertical, consistente en señales preventivas e informativas y postes kilométricos. Estas señales son fáciles de interpretar y estarán distribuidas adecuadamente a fin de no resultar ineficaces.

### Señales Preventivas

Sirven para prevenir la aproximación a ciertas condiciones del camino o concurrentes a él, e implican un peligro real o potencial que puede evitarse disminuyendo la velocidad del vehículo o tomando ciertas precauciones.

De acuerdo con el manual de señalización vigente, son de forma cuadrada con uno de sus vértices hacia abajo; los símbolos, letras y marcos son de color negro y van con fondo amarillo. Las señales se colocarán a una distancia no mayor de 60 m. de la zona de peligro a las que se refieren.

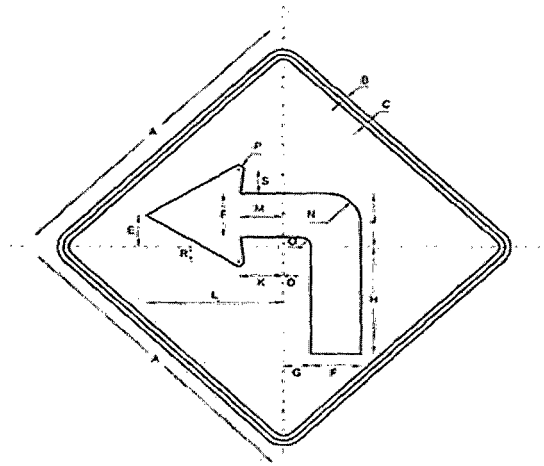


P x A	DIMENSIONES (en milímetros)							
	A	B	C	D	E	F	G	H
500 x 600	600.0	120.0	100.0	30.0	65.0	90.0	50.0	200.0
750 x 750	750.0	135.0	125.0	37.5	81.2	112.5	56.2	275.0
900 x 900	900.0	150.0	150.0	45.0	97.5	135.0	63.0	350.0

	J	K	L	M	N	O	P
500 x 600	110.0	50.0	248.0	77.0	50.0	20.0	0.0
750 x 750	127.5	56.2	281.2	86.2	56.2	25.0	11.2
900 x 900	150.0	63.0	322.5	97.5	63.0	30.0	15.0

Figura: 2 Curva Pronunciada a la Derecha.

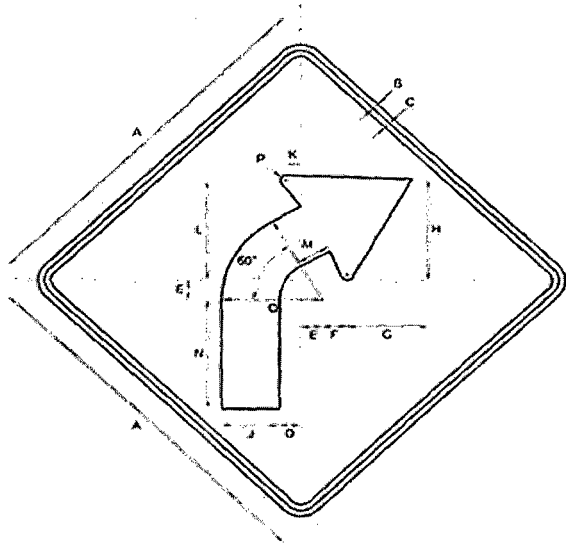


P-1 B	DIMENSIONES (milímetros)							
	A	B	C	D	E	F	G	H
600 x 600	600,0	10,0	10,0	30,0	65,0	90,0	50,0	220,0
750 x 750	750,0	12,5	12,5	37,5	81,3	112,5	62,5	275,0
900 x 900	900,0	15,0	15,0	45,0	97,5	131,0	75,0	330,0

	J	K	L	M	N	O	P
600 x 600	110,0	80,0	246,3	77,0	69,0	70,0	9,0
750 x 750	137,5	100,0	310,5	96,3	75,0	75,0	11,0
900 x 900	165,0	120,0	372,5	115,5	90,0	90,0	13,5

Figura 3: Curva Pronunciada a la Izquierda.

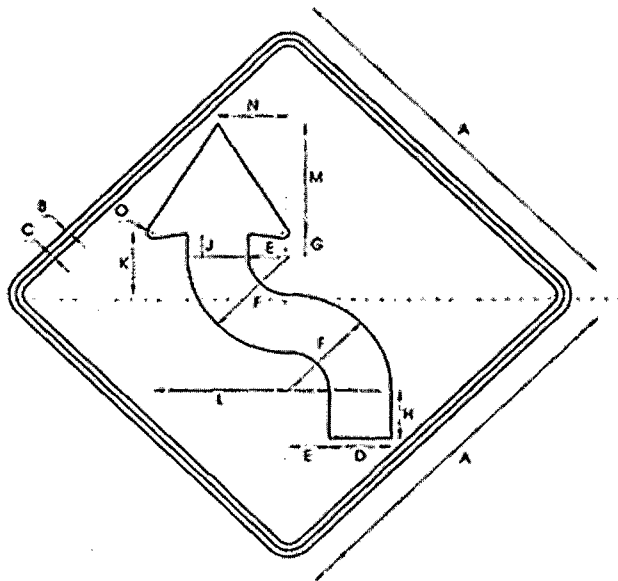


P-2 A	DIMENSIONES (milímetros)						
	A	B	C	D	E	G	H
600 x 600	600,0	10,0	10,0	34,0	34,0	30,0	175,0
750 x 750	750,0	12,5	12,5	42,5	42,5	42,5	220,0
900 x 900	900,0	15,0	15,0	51,0	51,0	57,0	264,6

	J	K	L	M	N	O	P
600 x 600	90,0	22,0	122,0	63,0	110,0	155,0	0,0
750 x 750	112,5	28,3	215,0	86,3	217,5	197,5	11,3
900 x 900	135,0	33,0	254,0	109,5	245,0	237,0	13,5

Figura 4: Curva a la Derecha.

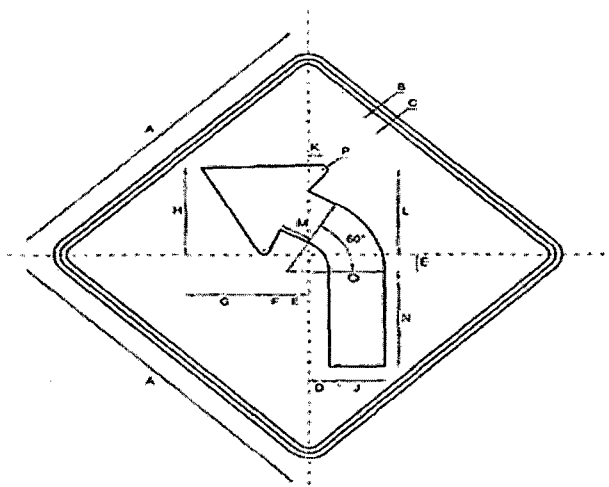


P-4 B	DIMENSIONES (milímetros)							
	A	B	C	D	E	F	G	H
600 x 600	600,0	30,0	10,0	90,0	56,5	146,5	38,0	75,0
750 x 750	750,0	12,5	12,5	112,5	73,1	185,6	47,5	93,8
900 x 900	900,0	15,0	15,0	135,0	87,8	222,8	57,0	112,5

	J	K	L	M	N	O
600 x 600	35,0	106,5	198,0	168,5	103,5	9,0
750 x 750	43,8	120,8	247,5	210,8	170,4	11,3
900 x 900	52,5	144,8	297,0	252,8	153,3	13,5

Figura 5: Curva y Contracurva  
(Izquierda - Derecha).

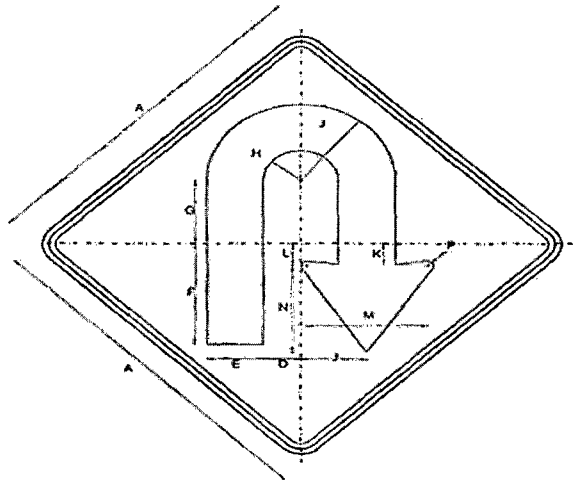


P-2 B	DIMENSIONES (milímetros)							
	A	B	C	D	E	F	G	H
600 x 600	600,0	10,0	10,0	34,0	34,0	38,0	100,0	176,0
750 x 750	750,0	12,5	12,5	42,5	42,5	47,5	125,0	220,0
900 x 900	900,0	15,0	15,0	51,0	51,0	57,0	150,0	264,0

	J	K	L	M	N	O	P
600 x 600	90,0	27,0	172,0	53,0	190,0	138,0	9,0
750 x 750	112,5	28,3	218,0	66,3	235,5	182,5	11,3
900 x 900	135,0	33,0	268,0	79,5	285,0	232,0	13,5

Figura 6: Curva a la Izquierda.

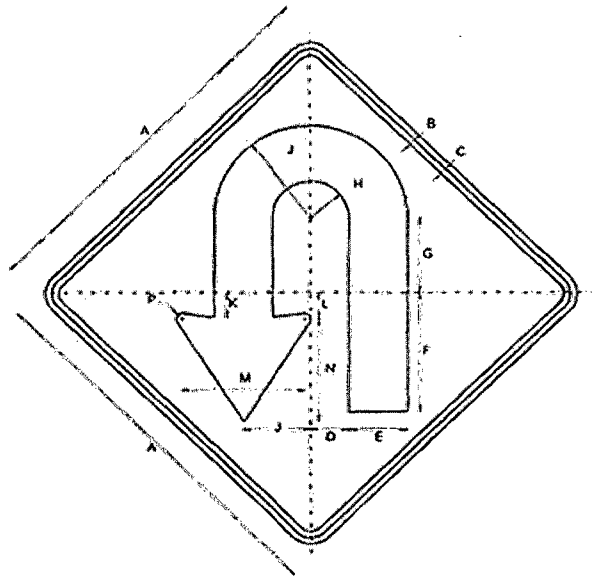


P-5-2 A	DIMENSIONES (milímetros)						
	A	B	C	D	E	F	G
600 x 600	600,0	10,0	10,0	10,0	90,0	185,0	122,8
750 x 750	750,0	12,5	12,5	12,5	112,5	243,8	153,5
900 x 900	900,0	15,0	15,0	15,0	135,0	292,5	184,2

P-5-2 A	DIMENSIONES (milímetros)						
	H	J	K	L	M	N	P
600 x 600	59,1	149,1	49,3	42,6	190,1	68,8	5,0
750 x 750	73,0	186,4	50,4	53,3	237,6	86,0	11,5
900 x 900	88,7	223,7	60,5	63,9	285,2	103,2	13,5

Figura 7: Curva en U - Derecha



P-5-2 B	DIMENSIONES (milímetros)						
	A	B	C	D	E	F	G
600 x 600	600,0	10,0	10,0	10,0	90,0	185,0	122,8
750 x 750	750,0	12,5	12,5	12,5	112,5	243,8	153,5
900 x 900	900,0	15,0	15,0	15,0	135,0	292,5	184,2

P-5-2 B	DIMENSIONES (milímetros)						
	H	J	K	L	M	N	P
600 x 600	59,1	149,1	49,3	42,6	190,1	68,8	5,0
750 x 750	73,0	186,4	50,4	53,3	237,6	86,0	11,5
900 x 900	88,7	223,7	60,5	63,9	285,2	103,2	13,5

Figura 8: Curva en U - Izquierda

## Señales Informativas

Sirven para guiar al conductor de un vehículo, así como para identificar puntos notables como ciudades, Lugares turísticos, etc. Las señales informativas son a su vez de dirección, indicadoras de ruta y de información general.

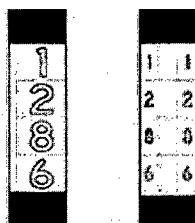
Las de dirección son las que guían a los conductores hacia su destino y son de forma rectangular, con la mayor dirección en posición horizontal; de fondo de color verde y de marco, letras y símbolos de color blanco.

Las señales indicadoras de ruta muestran el número de la ruta del camino y poseen formas características, tales como escudos, círculos, etc. Y sus colores son: Fondo de color verde, letras y marcos blancos.

Finalmente, las de información general son de forma rectangular con la mayor dimensión en posición vertical y se usan para indicar nombres o ubicación de lugares.

La distancia al punto considerado al que se debe de ubicar esta clase depende de la velocidad directriz. Para nuestro caso se a optado por ubicar señales de información general a la entrada de cada lugar.

Y los respectivos postes de kilometraje, se utilizarán para indicar la distancia al punto de origen de la vía, los postes se colocarán a intervalos de 1.00 Km., optándose por contabilizar el kilometraje a partir de la Localidad de Tabalosos hasta el final del tramo en estudio , indicamos que dada la naturaleza estos postes kilométricos estarán construidos de concreto armado, ubicados a un costado de la calzada; en lugares visibles por ello se consideran en el cálculo del presupuesto respectivo.



**Figura 9: Señales Informativas  
Señales De Reglamentación**

En el tramo se utilizará las señales: Mantenga su derecha, velocidad máxima, no deje piedras en la pista y las de pendiente peligroso; las dimensiones se indican en la lámina.



Figura 10: Señales de Reglamentación.

#### 2.6.16. DRENAJE

La tierra está cubierta completamente por una red de corriente de agua, grandes y pequeñas, las que a través del tiempo geológico han llegado hacer relativamente estables. Cada pequeño pantano tiene su riachuelo por los cuales discurre el agua hacia el río. La estructura artificial de una carretera corta este sistema natural del drenaje creando una serie de diques a través de los canales de drenaje y numerosas alcantarillas, mediante los cuales el agua puede ser transferida de una hoya de captación a otra.

El estudio de drenaje vial tiene por objeto alejar las aguas de la carretera, ya sea estancadas o en movimiento, para evitar influencias negativas de la misma sobre su estabilidad y transitabilidad, así como para limitar operaciones de conservación, por lo es necesario adoptar sistemas que permitan conducirlos y eliminarlos de los caminos lo más rápido que se pueda, tanto las aguas superficiales como subterráneas.

El estudio del drenaje de una carretera se debe realizar simultáneamente con el trazo, con la finalidad de no tener que afrontar posteriormente problemas relacionados con el drenaje de la misma o también con determinadas obras de defensa que puedan presentarse.

Al ubicar la rasante del perfil y al diseñar las secciones transversales se debe tener

presente el drenaje, especialmente el dimensionamiento de las cunetas.

De lograrse un buen drenaje se puede decir que es un factor importante de conservación de la carretera.

## **ELEMENTOS FÍSICOS DEL DRENAJE SUPERFICIAL**

### **A. DRENAJE DEL AGUA QUE ESCURRE SUPERFICIALMENTE**

#### **FUNCIÓN DEL BOMBEO Y DEL PERALTE.**

La eliminación del agua de la superficie del camino se efectúa por medio del bombeo en las secciones en tangente y del peralte en las curvas, provocando el escurrimiento de las aguas hacia las cunetas.

#### **PENDIENTE LONGITUDINAL DE LA RASANTE.**

De modo general la rasante será proyectada con pendiente longitudinal no menor de 0.5 %, evitándose los tramos horizontales, con el fin de facilitar el movimiento del agua de las cunetas hacia sus aliviaderos o alcantarillas.

Solamente en el caso que la rasante de la cuneta pueda proyectarse con la pendiente conveniente, independientemente de la calzada, se podrá admitir la horizontalidad de ésta.

En caminos no pavimentados deberán evitarse en lo posible para precaver la erosión por el agua de lluvias, pendientes mayores al 10%, salvo que se construyan camellones que desvíen las aguas lateralmente antes que adquieran velocidad de erosión.

#### **DESAGÜE SOBRE LOS TALUDES EN RELLENO O TERRAPLÉN.**

Si la plataforma de la carretera está en un terraplén ó relleno y el talud es erosionable, las aguas que escurren sobre la calzada deberán ser encausadas por los dos lados de la misma en forma que el desagüe se efectúe en sitios preparados especialmente protegidas y se evite la erosión de los taludes.

Para encausar las aguas, cuando el talud es erosionable se podrá prever la construcción de un bordillo al costado de la berma: el mismo que deberá ser

cortado con frecuencia impuesta por la intensidad de las lluvias, encausando el agua en zanjas fabricadas con descarga al pie del talud.

#### **a. Cunetas**

Las cunetas tendrán en general sección triangular y se proyectarán para todos los tramos al pie de los taludes de corte.

Sus dimensiones serán fijadas de acuerdo a las condiciones pluviométricas, siendo las dimensiones mínimas aquellas indicadas en el Cuadro N° 14

El ancho es medido desde el borde de la subrasante hasta la vertical que pasa por el vértice inferior. La profundidad es medida verticalmente desde el nivel del borde de la subrasante el fondo o vértice de la cuneta.

#### **CUADRO N° 14**

##### **Dimensiones Mínimas de Las Cunetas**

<b>REGIÓN</b>	<b>PROFUNDIDAD (m)</b>	<b>ANCHO (m)</b>
Seca	0.20	0.50
Lluviosa	0.30	0.75
Muy lluviosa	0.50	1.00

#### **REVESTIMIENTO DE LAS CUNETAS.**

Cuando el suelo es deleznable (arenas, limos, arenas limosas, arena limo arcillosos, suelos francos, arcillas, etc.) y la pendiente de la cuneta es igual o mayor de 4%, ésta deberá revestirse con piedra y lechada de cemento, u otro revestimiento adecuado.

#### **DESAGÜE DE LAS CUNETAS.**

El desagüe del agua de las cunetas se efectuará por medio de alcantarillas de alivio. La distancia entre alcantarilla y su capacidad hidráulica será establecida de manera de evitar que las cunetas sobrepasen su tirante previsto de agua teniendo en cuenta las precipitaciones previstas de la zona y a las dimensiones de la cuneta. En zonas lluviosas donde las cunetas sea revestidas, deberá colocarse como mínimo una alcantarilla de alivio cada 150 m. Si las cunetas no se revisten las máximas distancias recomendables entre alcantarillas son las que se muestran en el Cuadro N° 15.

Se requiere además que en los puntos bajos del perfil de las curvas vertical cóncava, deberá colocarse una alcantarilla.

**CUADRO N° 15**

**Máxima Distancia Recomendable Entre dos Alcantarillas (Metros)**

Pendiente del Camino %	Suelos no erosionables o poco erosionables	Suelos erosionables
0 - 3	120	75
4 - 6	90	50
7 - 9	75	40
10 - 12	60	35
Suelos poco erosionables	= Suelo pedregoso, grava y algunas arcillas	
Suelos erosionables	= Suelos finos, limos y arenas.	

**b. Zanjas de coronación**

Ubicación de las zanjas de coronación

Quando se prevea que el talud de corte está expuesto a efecto erosivo del agua de escorrentía, se deberá diseñar zanjas de coronación.

**c. Zanjas de recolección**

La zanja de recolección será necesaria para llevar las aguas de las alcantarillas de alivio hacia los cursos de agua existente.

**DIMENSIONES DE LAS ZANJAS.**

Las dimensiones se fijarán de acuerdo a las condiciones pluviométricas de la zona y características del terreno.

**REVESTIMIENTO DE LAS ZANJAS DE CORONACIÓN.**

Se deberá revestir las zanjas en el caso que estén previstas filtraciones que pueden poner en peligro la estabilidad del talud de corte.

**DESAGÜE DE LAS ZANJAS.**

La ubicación de los puntos de desagüe deberá ser fijada por el proyectista teniendo en cuenta la ubicación de las alcantarillas y la longitud máxima que puede alcanzar la zanja con relación a sus dimensiones y a la pluviosidad de la zona.

#### **d. Canal de bajada**

Cuando el camino en media ladera o en corte cerrado cruza un curso de agua que no es posible desviar, es necesario encauzar las aguas en un canal de bajada, con el fin también de preservar la estabilidad del talud.

#### **e. Alcantarillas de Paso y Alcantarillas de Alivio**

##### **TIPO Y UBICACIÓN.**

El tipo de alcantarilla deberá de ser elegido en cada caso teniendo en cuenta el caudal a eliminarse, la naturaleza y la pendiente del cauce; y el costo en relación con la disponibilidad de los materiales.

La cantidad y la ubicación serán fijadas en forma de garantizar el drenaje, evitando la acumulación excesiva de aguas. Además, en los puntos bajos del perfil debe proyectarse una alcantarilla de alivio, salvo solución alternativa.

##### **DIMENSIONES MÍNIMAS.**

La dimensión mínima interna de las alcantarillas deberá ser la que permite su limpieza y conservación. Para el caso de las alcantarillas de paso es deseable que la dimensión mínima de la alcantarilla sea por lo menos 1.00 m, para las alcantarillas de alivio pueden ser aceptables diámetros no menores a 0.40 m., pero lo más común es usar un diámetro mínimo de 0.60 m en el caso de tubos y ancho, alto 0.60 m en el caso rectangular.

#### **f. Badenes**

Los badenes son una solución satisfactoria para los cursos de agua que descienden por pequeñas quebradas. Descargando esporádicamente caudales con fuerza durante algunas horas, en épocas de lluvia y arrastrando materiales sólidos.

Los badenes tienen como superficie de rodadura una capa de empedrado de protección o cuentan con una superficie mejorada formada por una losa de concreto.

Evitar la colocación de badenes sobre depósitos de suelos de grano fino

susceptibles a la socavación, o adopción de diseños que no prevean protección contra la socavación.

También pueden usarse badenes combinados con alcantarillas, tanto de tubos como del tipo cajón.

Los badenes presentan la ventaja de que son estructuras menos costosas que las alcantarillas grandes, pontones o puentes. Asimismo, en general, no son susceptibles de obstruirse. En su mayoría los badenes no son muy sensibles con respecto al caudal de diseño, debido a que un pequeño incremento del tirante de agua incrementa de modo importante la capacidad hidráulica.

Para el diseño de badenes se recomienda lo siguiente:

Usar una estructura o una losa suficientemente larga para proteger el “perímetro mojado” del cauce natural del curso de agua. Agregar protección por arriba del nivel esperado de aguas máximas. Mantener un borde libre, típicamente de entre 0.3 y 0.5 metros, entre la parte superior de la superficie reforzada de rodadura (losa) y el nivel de aguas máximas esperado.

Proteger toda la estructura con pantallas impermeables, enrocamiento, gaviones, losas de concreto, u otro tipo de protección contra la socavación. El nivel del agua debajo de un vado es un punto particularmente crítico para efectos de socavación y necesita disipadores de energía o enrocados de protección debido al abatimiento típico del nivel del agua al salir de la estructura y a la aceleración del flujo a lo largo de la losa.

Construir las cimentaciones sobre material resistente a la socavación (roca sana o enrocado) o por debajo de la profundidad esperada de socavación. Evitar la socavación de la cimentación o del cauce mediante el uso de empedrado pesado colocado localmente, jaulas de gaviones, o refuerzo de concreto.

## **B. SUBTERRÁNEO.**

### **Condiciones Generales**

El drenaje subterráneo se proyectará para controlar y/o limitar la humedad de la

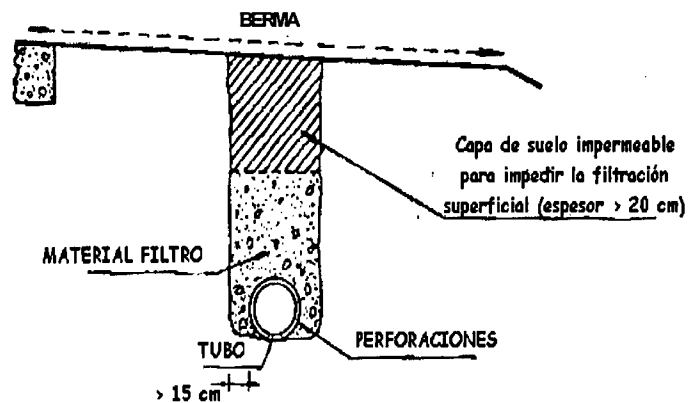
plataforma del camino y de los diversos elementos del afirmado de una carretera.

Sus funciones serán alguna o varias de las siguientes:

- a. Interceptar y desviar corrientes subterráneas antes de que lleguen al lecho de la carretera.
- b. Hacer descender el nivel freático
- c. Sanear las capas del afirmado.

## DRENES SUBTERRÁNEOS

El dren subterráneo estará constituido por una zanja en la que se colocará un tubo con orificios perforados, juntas abiertas, o de material poroso. Se rodeará de un material permeable, material filtro, compactado adecuadamente, y se aislará de las aguas superficiales por una capa impermeable que ocupe y cierre la parte superior de la zanja.



**Figura 11: Drenes Subterráneos I**

Las paredes de la zanja serán verticales o ligeramente inclinadas, salvo en drenes transversales o en espina de pez, en que serán admisibles, incluso convenientes, pendientes más fuertes. En casos normales, el talud máximo no superará el valor 1/5. (H/V).

Si se proyectan colectores longitudinales, puede aprovecharse la zanja del dren para la ubicación de aquellos. En tal caso, se aconseja una disposición similar a la que se señala en la figura.

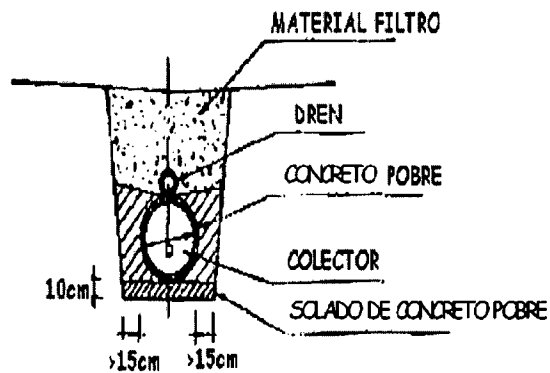


Figura 12: Drenes Subterráneos II

### RELLENO DE ZANJAS

Cuando el fondo de la zanja se encuentre en terreno impermeable, para evitar la acumulación de agua bajo la tubería se preverá la colocación de una capa de material, perfectamente apisonado, y que puede ser del mismo terreno, alrededor del tubo, sin que alcance el nivel de las perforaciones, o se asentará sobre un solado de concreto. En caso de tuberías con juntas abiertas, estas pueden cerrarse en su tercio inferior y dar a la capa impermeable el espesor correspondiente.

Si el fondo de la zanja se encuentra en terreno permeable, no son necesarias las anteriores precauciones.

La composición granulométrica del material permeable, material filtro, con el que se rellene la zanja del dren requiere una atención especial, pues de ella depende su buen funcionamiento.

Si  $d_n$  es el diámetro del elemento de suelo o filtro tal que  $n\%$  de sus elementos en peso son menores que  $d_n$  deben cumplirse las siguientes condiciones:

**a. Para impedir el movimiento de las partículas del suelo hacia el material filtrante.**

$$d_{15} \text{ del filtro} / d_{85} \text{ del suelo} < 5$$

$$d_{50} \text{ del filtro} / d_{50} \text{ del suelo} < 25$$

En el caso de terreno natural de granulometría uniforme, se sustituirá la primera relación por:

$d_{15} \text{ del filtro} / d_{85} \text{ del suelo} < 4$

**b. Para que el agua alcance fácilmente el dren:  $d_{15} \text{ del filtro} / d_{15} \text{ del suelo} > 5$**

**c. Para evitar el peligro de colmatación de los tubos por el material filtro.**

En los tubos con perforaciones circulares:

$d_{85} \text{ del filtro} / \text{diámetro del orificio del tubo} > 1.0$

En los tubos con juntas abiertas:

$d_{85} \text{ del material filtro} / \text{ancho de la junta} > 1.2$

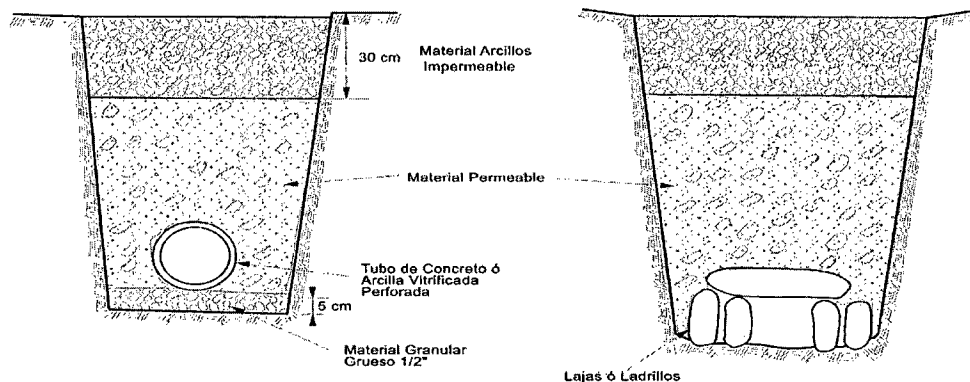
En los tubos de concreto poroso, se debe respetar la siguiente condición:

$d_{85} \text{ del árido del dren poroso} / d_5 \text{ del filtro} < 5$

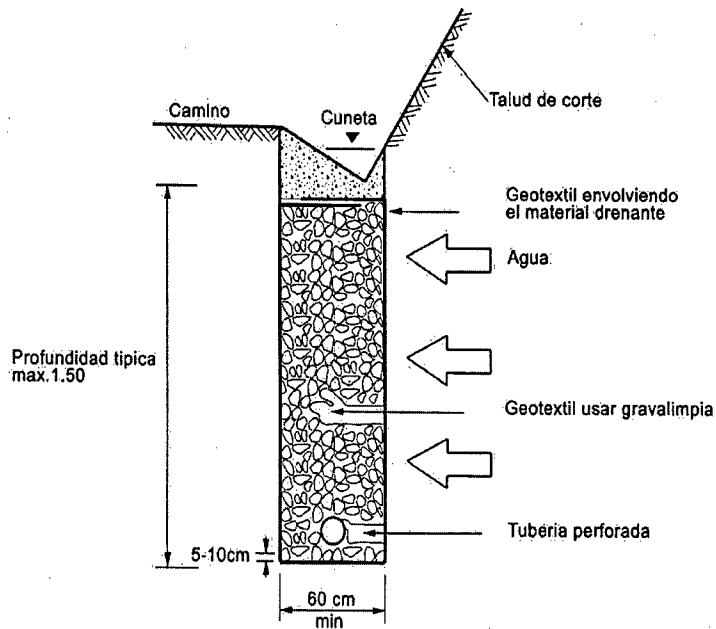
En caso de terrenos cohesivos, el límite superior para  $d_{15}$  del filtro se establecerá en 0.1 mm. Cuando sea preciso, deberán utilizarse en el proyecto dos o más materiales de filtros. Ordenados estos desde el terreno natural a la tubería, deben satisfacer, cada uno con respecto al contiguo, las condiciones exigidas anteriormente entre el material filtro y el suelo a drenar. El último, que será el que rodea el tubo, deberá satisfacer, además, las condiciones que se han indicado en relación con el ancho de la juntas o diámetros de los orificios de dichos tubos.

Para impedir cambios en la composición granulométrica o segregaciones del material filtro por movimiento de sus finos, debe utilizarse material de coeficiente de uniformidad ( $d_{60}/d_{10}$ ) inferior a 20, cuidadosamente compactado.

El dren subterráneo se proyectará cumpliendo las disposiciones que se detallan en la figura, según se encuentre en terreno permeable o impermeable y sean necesarios uno o dos materiales filtro.



**Figura 13:** Relleno de zanjas de drenaje.



**Figura 14:** Subdren de Aguas Subterráneas Geotextil

## DRENES DE INTERCEPCIÓN

### Objeto y Clasificación

Se proyectarán drenes de intersección para cortar corrientes subterráneas e impedir que alcancen las inmediaciones de la carretera.

Se clasifican, por su posición, en longitudinales y transversales.

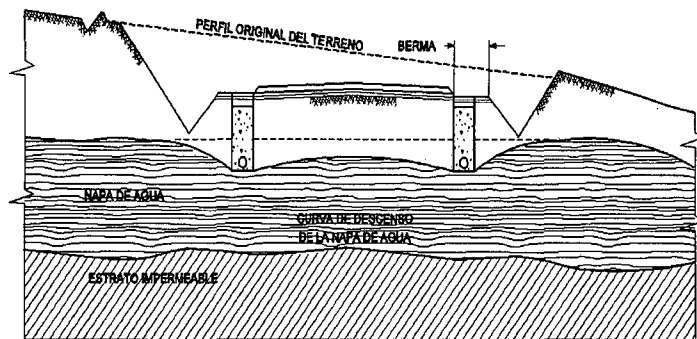
#### a. Drenes Longitudinales

El dren de intersección deberá proyectarse cumpliendo las condiciones generales expuestas anteriormente para los drenes enterrados.

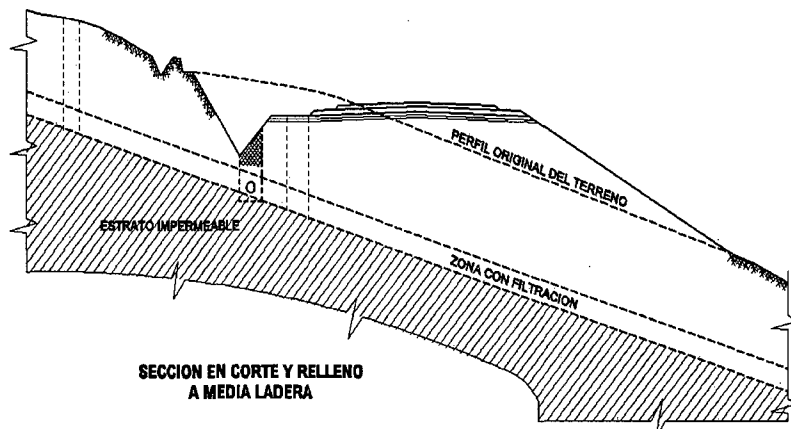
El fondo del tubo debe quedar, por lo menos, 15 cm por debajo del plano superior de la capa impermeable, o relativamente impermeable, que sirve de lecho a la corriente subterránea. En el caso de que esta capa sea roca, deben extremarse las precauciones para evitar que parte de la filtración cruce el dren por debajo de la tubería.

El caudal a desaguar puede determinarse aforando la corriente subterránea. Para ello, se agotará el agua que afluya a la zanja en que se ha de situar el dren en una longitud y tiempo determinados.

Para interceptar filtraciones laterales que procedan de uno de los lados de la carretera, se dispondrá un solo dren longitudinal en el lado de la filtración. Sin embargo, en el fondo de un valle o quebrada, donde el agua pueda proceder de ambos lados, deberán disponerse dos drenes de intersección, uno a cada lado de la carretera. Las figuras 16 y 17 son ejemplo de drenes longitudinales en carreteras a media ladera y en trinchera, respectivamente.



**FIGURA 15:** Drenes de Intercepción Longitudinales



**FIGURA 16:** Drenes de Intercepción Longitudinales a media ladera

**b. Drenes Transversales**

En carreteras en pendiente, los drenes longitudinales pueden no ser suficientes para interceptar todo el agua de filtración.

En estos casos, deberá instalarse drenes interceptores transversales normales al eje del camino o un drenaje en espina de pez.

La distancia entre drenes interceptores transversales será, por término medio, de 20 m á 25 m. El drenaje en espina de pez se proyectará de acuerdo con las siguientes condiciones.

El eje de las espinas formará con el eje de la carretera un ángulo de 60°.

Las espinas estarán constituidas por una zanja situada bajo el nivel del plano superior de la explanada.

Sus paredes serán inclinadas, con talud aproximado de 1/2, para repartir, al máximo, el posible asiento diferencial.

Las zanjas se rellenarán de material filtro.

Las espinas llevarán una cuna de concreto de baja resistencia ó arcilla unida al solado del dren longitudinal.

Las espinas consecutivas se situarán a distancias variables, que dependerán de la naturaleza del suelo que compone la explanada. Dichas distancias estarán comprendidas entre 6 m, para suelos muy arcillosos, y 28 m para suelos arenosos.

Con independencia de la pendiente longitudinal de la carretera, se recomienda utilizar drenes en espina de pez al pasar de corte cerrado (trinchera) a terraplén, como protección de este contra las aguas infiltradas procedentes de la trinchera (corte cerrado).

## **2.6.17. DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DE OBRAS DE ARTE**

### **Métodos Para El Cálculo De Las Obras De Drenaje.**

En la actualidad, se cuenta con diferentes métodos hidrológicos para obtener el gasto que una cuenca puede aportar:

Método de Campo: Por observación de las estructuras hidráulica existentes en el lugar o en las proximidades de la zona de trabajo.

Método Sección – pendiente: Se toma datos del perfil longitudinal de la vía y de las secciones transversales correspondientes y se evalúa el área de influencia de la cuenca.

Basándose en los registros de precipitaciones pluviales de la cuenca considerados, como una determinada frecuencia y usando formulas racionales o experimentales y

empíricas para calcular el caudal de escurrimiento.

### **Fórmulas Experimentales.**

El método de la formula racional permite hacer estimaciones de los caudales máximos de esorrentía usando las intensidades máximas de precipitación. El método de registros de precipitaciones pluviales se denomina “Método de Escurrimiento Superficial” en razón a la aplicación del principio de “Tc” Tiempo de concentración, que es el tiempo que transcurre entre el inicio de la lluvia y el establecimiento del gasto de equilibrio y equivale al tiempo que tarda el agua en pasar del punto más alejado hasta la salida de la cuenca.

La distancia y la velocidad está en función de las pendientes del terreno, de los causes y la rugosidad de la superficie de los mismos.

El “Tc” se calcula:

$$T_c = (L/3600)*v$$

**Donde:**

Tc = Tiempo de concentración en horas

L = Long. del cauce en mts.

V = Velocidad media del agua m/sg.

Cuando haya transcurrido éste tiempo toda la cuenca estará contribuyendo a formar el caudal de la esorrentía que tendrá en consecuencia un valor máximo. La formula racional es:

$$Q = C*i*A$$

**Donde:**

Q = Caudal máximo de esorrentía (m<sup>3</sup>/sg)

C = Coeficiente de esorrentía

I = Intensidad máxima de la lluvia para un periodo de duración igual al tiempo de concentración

A = Área de la cuenca.

El uso del método racional se debe limitar a áreas pequeñas, usándose comúnmente para el diseño de drenes de tormenta, alcantarillas y estructuras evacuadoras de aguas de esorrentía de pequeñas áreas.

### **Fórmula de Dickens.**

$$Q = 0.1386 * C * (A^{3/4})$$

#### **Donde:**

Q = Gasto aportado por el area(m<sup>3</sup>/sg.)

A = Área tributaria en km<sup>2</sup>

C = Coeficiente que depende del tipo de suelo

- Terreno de cultivo : C = 0.25

- Ligeramente impermeable : C = 0.50

- Impermeable : C = 0.75

Para áreas mayores de 250 Ha.

### **Fórmula de Burkly-ziegler.**

$$Q = 0.022 * C * A * H * (S/A)^{1/4}$$

#### **Donde:**

Q = Caudal aportado por la cuenca (m<sup>3</sup>/sg.)

A = Área tributarea en Ha

H = Precipitación pluvial (cm/hr)

S = Pendiente del suelo (m/km)

C = Coeficiente del tipo de suelo (Formula de Dickens).

Esta fórmula emplearemos para el cálculo máximo de una alcantarilla para áreas tributarias menores de 250Ha.

### **Fórmula Empírica.**

#### **a. Jerun - Myers**

$$Q = 17.64 * P * A$$

#### **Donde:**

Q = Gasto total (m<sup>3</sup>/sg.)

P = Coeficiente simples menores de 1

A = Area de la cuenca de escurrimiento en Ha.

Se emplea en grandes Alcantarillas

#### **b. Talbot**

Esta fórmula es aplicada en el caso de áreas cuyas precipitaciones sean menores de 100 mm/h. Tiene un valor de:

$$A = 0.183 * C * (Ad)^{0.75}$$

**Donde:**

A = Área hidráulica necesaria en la obra en m<sup>2</sup>

Ad = Área de desagüe en Ha

C = Coeficiente

1 Terreno rocoso y fuertes pendientes

0.65 Terrenos quebrados con pendientes moderados

0.50 Valles irregulares que son largos en comparación con su anchura

0.33 Terrenos agrícolas ondulados, con valles cuya longitud es 3 ó 4 veces su anchura

0.20 Para terrenos planos y a nivel.

La formula de Talbot da directamente el área de canal siendo por ello convenientemente y simple su empleo.

Para condiciones más favorables o terrenos con drenaje subterráneo se disminuye el valor de "C" en un 50% pero se aumenta para las laderas con pendientes pronunciadas o cuando la parte alta del valle tenga un declive muy superior al canal de la alcantarilla.

### **2.6.18. ALCANTARILLAS**

#### **Definición.**

Son estructuras para drenaje de caminos en el sentido transversal de igual pendiente del camino por debajo para evacuar rápido el agua superficial. Estas irían ubicadas a una determinada profundidad y deberá resistir las cargas de relleno y trafico.

### **Características.**

- Atraviesa por debajo del terraplén
- Con cabezal y aleros a la entrada y salida
- Muros de los extremos u otros dispositivos en la salida para mejorar las condiciones de escurrimiento y evitar la erosión del terraplén y como dispositivo auxiliar para proteger de basuras que puedan obstruir en ingreso.
- La velocidad de diseño promedio no deberá exceder de 1.00 m/sg.
- Evitar diseñar en régimen supercrítico
- No fundar alcantarillas sobre terreno de relleno
- El terraplén que se coloque encima de la alcantarilla debe ser construido en capas de 0.15 – 0.20 m. de espesor, compactadas, atacándose ambos lados simultáneamente hasta un espesor mínimo de 0.60 m. en tuberías y 1 m. en bóvedas.

### • **Tipos de Alcantarillas.**

**a. De tubo.** Pueden ser de concreto simple o reforzado, de metal corrugado, de barro vitrificado, de fierro fundido, etc.

**b. De Cajón ó de Marco.** Pueden ser de concreto simple o de mampostería, ser simples o múltiples.

**c. De Bóveda.** Pueden ser de concreto simple o de mampostería ser simples o múltiples.

**d. De Losa.** Consta de dos muros laterales de concreto simple, ciclópeo o de mampostería sobre las cuales descansa una losa de concreto reforzado.

### • **Ubicación de Las Alcantarillas**

**a. En Quebradas.** Obligatoriamente se debe colocar, localizado en un lecho siguiendo el curso del agua.

**b. En los puntos bajos de perfil.** Para dar inmediata salida al agua y evitar que esta se represa en la base del terraplén. Estas alcantarillas se colocan en las partes más profundas, con su eje en dirección del flujo del agua.

c. **Como aliviadero de cunetas.** Se coloca cuando se pasa de corte a relleno, puede ubicarse en secciones de corte.

### 2.6.19. DISEÑO DE ALCANTARILLAS<sup>7</sup>

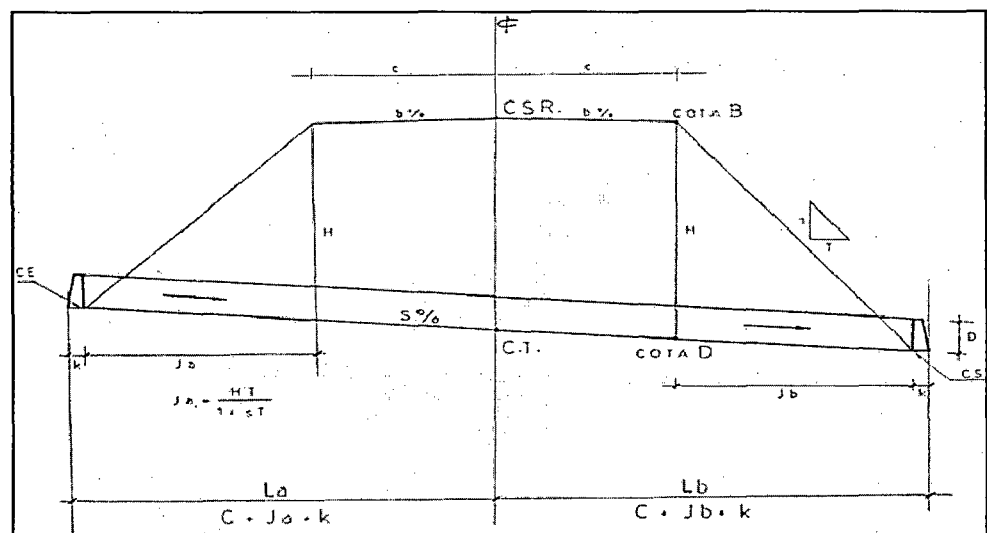
Para el diseño de las alcantarillas, debemos tener en cuenta los siguientes factores:

- Localización del eje de la alcantarilla.
- Cálculo del área hidráulica necesaria.
- Cálculo de la sección, pendiente y rasante del fondo.
- Cálculo de la longitud de la alcantarilla.
- Estudio del tipo de estructura económicamente conveniente.

#### Localización del Eje de la Alcantarilla

Se ubicara de tal forma que la corriente del agua entra y salga en la misma dirección de la escorrentía, cualquier cambio brusco en uno u otro extremo dificulta la corriente y obliga a emplear un conducto de mayor sección. El eje de la alcantarilla se coloca generalmente en el fondo del cauce que va a desaguar.

Cuando el escurrimiento de una corriente es menor de 5° será posible rectificar el eje hasta hacerlo perpendicular al camino. En estos casos es preferible suprimir el desvío.



**FIGURA 17:** Elementos de cálculo para la longitud de la alcantarilla

<sup>7</sup> Tesis "Estudio de trazo definitivo de la Carreteras Andrés Avelino Cáceres tramo Viscos - Humanara" Universidad Nacional de Ingeniería - Lima.

## ALCANTARILLA

De la figura N° 17 tenemos:

C = Semicorona

b = Bombeo

T = Talud

H = Desnivel (cota B – cota A)

s = Pendiente de conducto

k = Espesor del cabezal

CSR = Cota Subrasante

CT = Cota del terreno

c' = Corona oblicua

b' = Bombeo oblicuo =  $b/\sin \alpha$

T' = T oblicuo =  $T/\sin \alpha$

Ja =  $HT' / (1 + s * T')$

Jb =  $HT' / (1 + s * T')$

k = Espesor del cabezal

### Calculo del Área Hidráulica

Para determinar el área hidráulica, se debe primero calcular el escurrimiento aplicando la fórmula del profesor Talbot.

$$A = 0.183 * C * Ad^{0.75}$$

Donde:

$$C = 0.65$$

Ad = Área total de la cuenca (ha)

A = Área hidráulica necesaria en la obra en m<sup>2</sup>

Para aplicar esta fórmula necesitamos conocer el número de hectáreas tributarios para cada alcantarilla, para ello analicemos la cuenca de influencia considerando las líneas de cumbre como límite y evaluar con planímetro el área tributaria.

Luego el diámetro es igual:

$$D = (4A/\pi)^{0.5}$$

### Calculo del Gasto:

Aplicando la fórmula propuesta por Burkly – Ziegler.

$$Q = 0.022 C \cdot A \cdot H \cdot (s/A)^{0.25}$$

#### Donde:

Q = Gasto de la alcantarilla en m<sup>3</sup>/sg, aportado por toda la cuenca.

A = Numero de hectáreas tributarias (Has), es decir el área de influencia.

H = Precipitación pluvial en cm/hra, correspondiente al aguacero más intenso

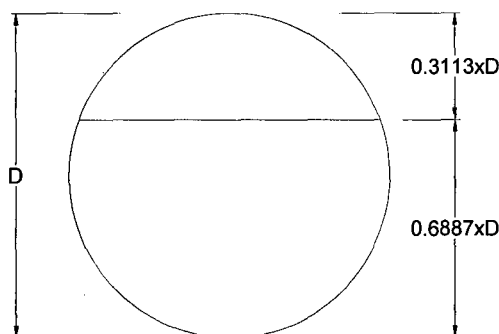
S = Pendiente del suelo (m/km)

C = coeficiente que depende de la clase de suelo que forma la cuenca ó área tributaria de la alcantarilla cuyos valores son:

- Terreno de cultivo  $C = 0.25$
- Terreno ligeramente impermeable  $C = 0.50$
- Suelos impermeables  $C = 0.75$

### Calculo de la Sección de la Alcantarilla

Para calcular el diámetro de la alcantarilla se parte del concepto de que la descarga crítica se produce cuando el tirante de agua es igual a  $0.6887D$ , donde D es el diámetro de la alcantarilla.



La carga que produce la velocidad crítica<sup>8</sup> es:  $H_v = 0.3113 D$

Por leyes de la hidráulica, sabemos que:

$$V = (2 g H)^{1/2}, \quad \text{donde } g = 9.81$$

Si hacemos  $H = H_v = 0.3113 D$ , tenemos que velocidad crítica es:

$$V_c = (2 \times 9.81 \times 0.3113 D)^{1/2}$$

$$V_c = (2.471 D)^{1/2}$$

En la sección donde se produce la velocidad crítica también hay un tirante crítica, cuyo valor será.

$$\text{Tirante crítico} = D - 0.3113 D$$

$$\text{Tirante crítico} = 0.6887 D$$

El Área encerrada dentro del perímetro mojado de la sección crítica es:

$$\text{Área crítica } A_c = 0.5768 D^2$$

Hallamos la carga o gasto en función del diámetro de la alcantarilla

$$Q = V_c \times A_c$$

$$Q = 2.471 D^{1/2} \times 0.5768 D^2$$

$$Q = 1.425 D^{5/2}$$

Por lo último despejamos  $D$  y se obtiene la expresión para hallar el diámetro de la alcantarilla:

$$D = (Q/1.425)^{2/5}$$

## 2.7. MARCO CONCEPTUAL: TERMINOLOGÍA BÁSICA

Es importante aclarar ciertos términos que se están usando en el presente trabajo tales como:

### 2.7.1. DERECHO DE VÍA<sup>9</sup>

El derecho de vía o faja de dominio es la franja de terreno dentro de la cual se encuentra

---

<sup>8</sup> VILLON B. Máximo, Hidráulica de Canales , Pág. 146

<sup>9</sup> Ministerio de Transportes y Comunicaciones, "Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito 2008", Pág. 15

la carretera y sus obras complementarias.

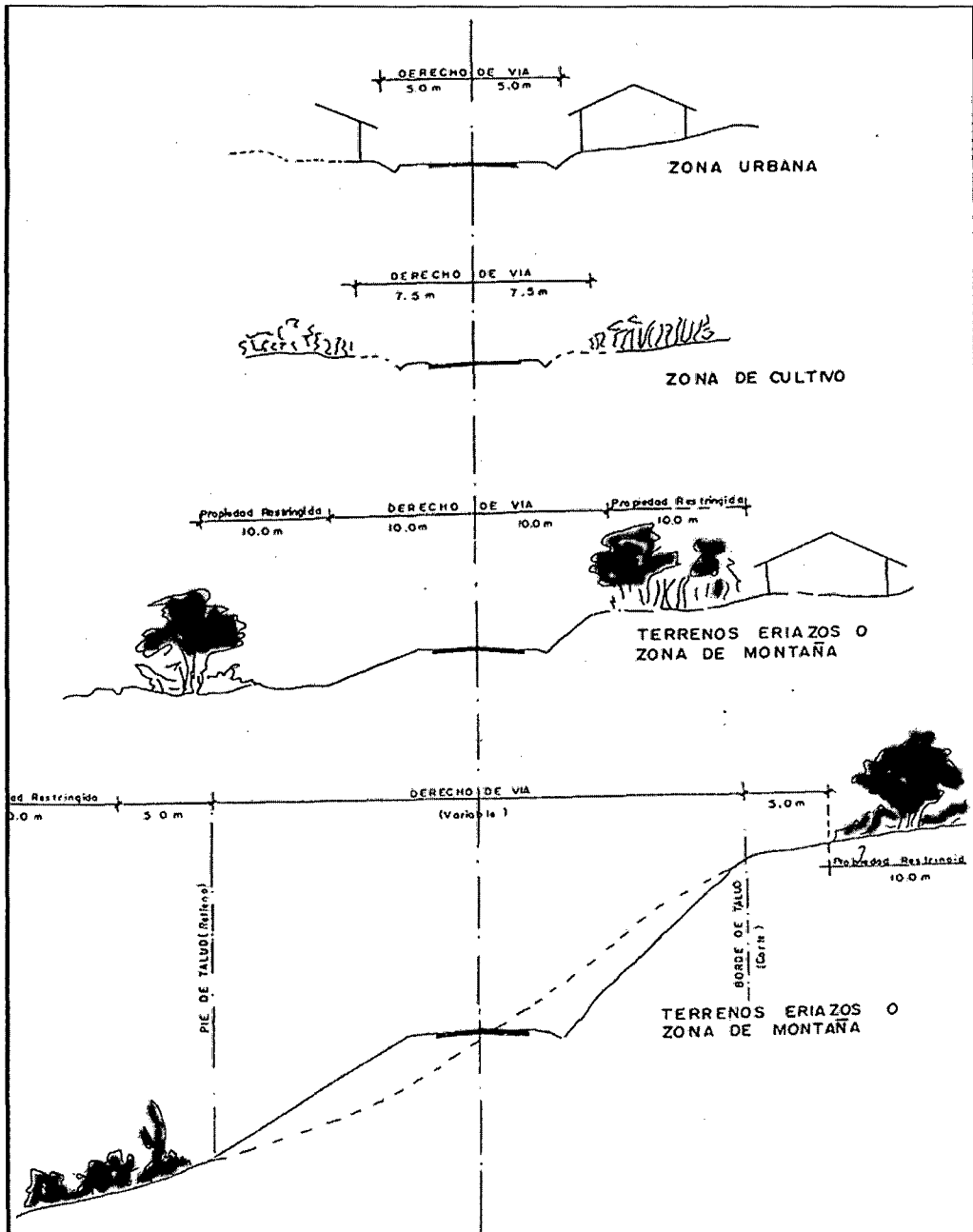


FIGURA N° 18 Especificaciones del Derecho de Vía.  
Fuente: MTC

### 2.7.1.1. ANCHO DEL DERECHO DE VÍA<sup>10</sup>

#### 2.7.1.1.1. EN ZONA URBANA

El ancho necesario no será menor de 10.00 mts, es decir, 5.0 mts, a cada lado del eje de la carretera.

<sup>10</sup> Ministerio de Transportes y Comunicaciones, "Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito 2008", Pág. 16

#### **2.7.1.1.2. EN ZONA DE CULTIVO**

El ancho requerido no será menor de 15.00 mts., es decir, de 7.50 mts a cada lado del eje de la carretera.

#### **2.7.1.1.3. EN TERRENO ERIAZOS O ZONA DE MONTAÑA**

El ancho requerido será de 20.00 mts., es decir, 10.00 m a cada lado del eje de la carretera.

#### **2.7.1.1.4. MAYOR ANCHO**

En cualquier caso, el derecho de vía se extenderá hasta 5.00 mts., más allá del borde de los cortes, del pie de los terraplenes o del borde más alejado de las obras de protección o drenaje que sea necesario construir.

### **2.7.2. ANÁLISIS COSTO BENEFICIO <sup>11</sup>**

Metodología de evaluación de un Proyecto de Inversión Pública (PIP) que consiste en identificar, cuantificar y valorar monetariamente los costos y beneficios generados por el PIP durante su vida útil, con el objeto de emitir un juicio sobre la conveniencia de su ejecución en lugar de otra alternativa.

### **2.7.3. ANÁLISIS COSTO EFECTIVIDAD<sup>12</sup>**

Metodología de evaluación de un Proyecto de Inversión Pública que consiste en comparar las intervenciones que producen similares beneficios esperados con el objeto de seleccionar la de menor costo dentro de los límites de una línea de corte. Se aplica en los casos en los que no es posible efectuar una cuantificación adecuada de los beneficios en términos monetarios.

---

<sup>11</sup> IBAÑEZ, Walter, "Costos y Tiempos en Carreteras" -1992, Pág. 53

<sup>12</sup> IBAÑEZ, Walter, "Costos y Tiempos en Carreteras" -1992, Pág. 54

#### **2.7.4. ARCILLAS<sup>13</sup>**

Partículas finas con tamaño de grano menor a 2  $\mu\text{m}$  (0,002 mm) provenientes de la alteración física y química de rocas y minerales.

#### **2.7.5. ÁREA AMBIENTAL SENSIBLE<sup>14</sup>**

Aquella que puede sufrir daños graves severos (medio ambiente y/o cultural) y en muchos casos de manera irreversible como consecuencia de la construcción de la carretera. Dentro de estas áreas se encuentra los Parques Nacionales, Reservas Forestales, Reservas y Resguardos Indígenas, lagunas costeras, estuarios, y en general cualquier Unidad de Conservación establecida o propuesta, y que por su naturaleza de ecosistema fácilmente vulnerable o único puede sufrir un deterioro considerable.

#### **2.7.6. ACANTILADO<sup>15</sup>**

Pendiente escarpada que retrocede o es erosionada por efecto de las olas marinas, corrientes fluviales u otros elementos relativos a la intemperie.

#### **2.7.7. ACARREO<sup>16</sup>**

Transporte de materiales a diferentes distancias en el área de la obra.

#### **2.7.8. ACCESO<sup>17</sup>**

Ingreso y/o salida a una instalación u obra de infraestructura vial.

#### **2.7.9. AFIRMADO<sup>18</sup>**

Capa compactada de material granular natural ó procesado con gradación específica que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito. Debe poseer la cantidad

---

<sup>13</sup> Manual Silvo Agropecuario; Tomo X, Selección y Uso de Materiales de Construcción, Pág. 345

<sup>14</sup> Manual del Ingeniero Civil-Meritt, Pág. 123

<sup>15</sup> Manual del Ingeniero Civil-Meritt, Pág. 125

<sup>16</sup> Manual del Ingeniero Civil-Meritt, Pág. 126

<sup>17</sup> Manual del Ingeniero Civil-Meritt, Pág. 128

<sup>18</sup> GUERRA GONZALES, Freder Alberto, "Estudio a Nivel de Construcción de la Carretera Huancabamba-Tuluce, tramo: Guadalajara-Tuluce", Trujillo 2002.

apropiada de material fino cohesivo que permita mantener aglutinadas las partículas. Funciona como superficie de rodadura en carreteras y trochas carrozables.

#### **2.7.10. AHUELLAMIENTO<sup>19</sup>**

Surcos o huellas que se presentan en la superficie de rodadura de una carretera pavimentada o no pavimentada y que son el resultado de la consolidación o movimiento lateral de los materiales por efectos del tránsito.

#### **2.7.11. ALCANTARILLA<sup>20</sup>**

Elemento del sistema de drenaje superficial de una carretera, construido en forma transversal al eje ó siguiendo la orientación del curso de agua; puede ser de madera, piedra, concreto, metálicas y otros. Por lo general se ubica en quebradas, cursos de agua y en zonas que se requiere para el alivio de cunetas.

#### **2.7.12. ASENTAMIENTO<sup>21</sup>**

Desplazamiento vertical o hundimiento de cualquier elemento de la vía.

#### **2.7.13. ASENTAMIENTO DIFERENCIAL<sup>22</sup>**

Diferencia de nivel como consecuencia del desplazamiento vertical o hundimiento de cualquier elemento de la vía.

#### **2.7.14. BADÉN<sup>23</sup>**

Estructura construida con piedra y/o concreto para permitir el paso vehicular sobre quebradas de flujo estacional o de flujos de agua menores. A su vez, permiten el paso de agua, materiales y de otros elementos sobre la superficie de rodadura.

---

<sup>19</sup> Ministerio de Transportes y Comunicaciones, "Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito 2008", Pág. 22

<sup>20</sup> FRENCH, Richard B., "Hidráulica de Canales Abiertos", Pág. 65

<sup>21</sup> FRENCH, Richard B., "Hidráulica de Canales Abiertos", Pág. 85

<sup>22</sup> FRENCH, Richard B., "Hidráulica de Canales Abiertos", Pág. 86

<sup>23</sup> Juárez Badillo; Mecánica de Suelos Tomos I; Juárez Badillo; Editorial Limusa, México 1986. Pág. 57

### **2.7.15. BENCH MARK (BM)<sup>24</sup>**

Referencia topográfica de coordenada y altimetría de un punto marcado en el terreno, destinado a servir como control de la elaboración y replanteo de los planos de un proyecto vial.

### **2.7.16. BERMA<sup>25</sup>**

Franja longitudinal, comprendida entre el borde exterior de la calzada y la cuneta o talud.

### **2.7.17. BOMBEO<sup>26</sup>**

Inclinación transversal que se construye en las zonas en tangente a cada lado del eje de la plataforma de una carretera con la finalidad de facilitar el drenaje lateral de la vía.

### **2.7.18. CALICATA<sup>27</sup>**

Excavación superficial que se realiza en un terreno, con la finalidad de permitir la observación de los estratos del suelo a diferentes profundidades y eventualmente obtener muestras generalmente disturbadas.

### **2.7.19. CAJA COLECTORA<sup>28</sup>**

Estructura que recoge las aguas de una cuneta para encauzar a una alcantarilla.

---

<sup>24</sup> Juárez Badillo; Mecánica de Suelos Tomos I; Juárez Badillo; Editorial Limusa, México 1986. Pág. 43

<sup>25</sup> Ministerio de Transportes y Comunicaciones, "Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito 2008", Pág. 22

<sup>26</sup> Ministerio de Transportes y Comunicaciones, "Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito 2008", Pág. 15

<sup>27</sup> Ministerio de Transportes y Comunicaciones, "Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito 2008", Pág. 16

<sup>28</sup> Ministerio de Transportes y Comunicaciones, "Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito 2008", Pág. 17

### **2.7.20. CALZADA (O SUPERFICIE DE RODADURA)<sup>29</sup>**

Parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos. Se compone de un cierto número de carriles.

### **2.7.21. CARRIL<sup>30</sup>**

Parte de la calzada destinada a la circulación de una fila de vehículos en un mismo sentido de tránsito.

### **2.7.22. CARRETERA<sup>31</sup>**

Camino para el tránsito de vehículos motorizados, de por lo menos dos ejes, con características geométricas definidas de acuerdo a las normas técnicas vigentes en el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

### **2.7.23. CANTERA<sup>32</sup>**

Sitio al aire libre o subterráneo de donde se extrae agregado grueso o fino otros materiales para la construcción.

### **2.7.24. CARRETERA AFIRMADA<sup>33</sup>**

Carretera cuya superficie de rodadura está constituida por una o más capas de AFIRMADO.

### **2.7.25. CARRETERA SIN AFIRMAR<sup>34</sup>**

Carretera a nivel de subrasante ó aquella donde la superficie de rodadura ha perdido el AFIRMADO.

---

<sup>29</sup> Ministerio de Transportes y Comunicaciones, "Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito 2008", Pág. 16

<sup>30</sup> "Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2001"-Direc. General de Caminos, Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Pág. 56

<sup>31</sup> "Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2001"-Direc. General de Caminos, Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Pág. 57

<sup>32</sup> Ministerio de Transportes y Comunicaciones, "Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito 2008", Pág. 18

<sup>33</sup> Ministerio de Transportes y Comunicaciones, "Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito 2008", Pág. 16

<sup>34</sup> Ministerio de Transportes y Comunicaciones, "Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito 2008", Pág. 17

### **2.7.26. CONSTRUCCIÓN<sup>35</sup>**

Ejecución de obras de una vía nueva con características geométricas acorde a las normas de diseño y construcción vigentes.

### **2.7.27. CUBICACIÓN DE TIERRAS<sup>36</sup>**

En base a las secciones transversales se procede al areado de las mismas, separando las áreas de corte, de relleno y de muro. Luego se realiza la cubicación de tierras mediante el método de volúmenes mixtos.

### **2.7.28. ECUACIÓN DE EMPALME**

Expresión algebraica usada para corregir la progresiva en una sección específica de una vía, como resultado de variantes o cambios de progresivas.

### **2.7.29. EJE DE LA CARRETERA**

Línea longitudinal que define el trazado en planta, el mismo que está ubicado en el eje de simetría de la calzada. Para el caso de autopistas y carreteras duales el eje se ubica en el centro del separador central.

### **2.7.30. ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA)**

Documento técnico que contiene el plan de manejo socio-ambiental de los proyectos de infraestructura vial según su grado de riesgo, para las diferentes fases de estudios, ejecución de obras, mantenimiento y operación, incluyendo los sistemas de supervisión y control en concordancia con los dispositivos legales sobre la materia. Además incluye las normas, guías y procedimientos relativos al Reasentamiento Involuntario y temas relacionados con el desarrollo de pueblos indígenas y arqueología del área de trabajo.

### **2.7.31. ESTUDIO DEFINITIVO**

Documento Técnico donde se establecen los detalles de diseño de ingeniería de los elementos que constituyen el proyecto vial y que contiene como mínimo lo

---

<sup>35</sup> Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras, Editorial Ciencias, 1994 Lima-Perú, Pág. 56

<sup>36</sup> Juárez Badillo; Mecánica de Suelos Tomos II; Juárez Badillo; Editorial Limusa, México 1986. Pág. 17

siguiente: i) Resumen ejecutivo, ii) Memoria descriptiva, iii) Metrados, iv) Análisis de precios unitarios, v) Presupuesto, vi) Formulas polinómicas (según corresponda), vii) Cronogramas, viii) Especificaciones Técnicas, ix) Estudios básicos, x) Diseños, xi) Plan de mantenimiento, xii) Impacto Ambiental, xiii) Planos.

#### **2.7.32. EXPEDIENTE TÉCNICO DE OBRA**

Conjunto de documentos que comprende: Memoria descriptiva, especificaciones técnicas, planos de ejecución de obra, metrados, presupuesto, valor referencial, análisis de precios, calendario de avance, fórmulas polinómicas y, si el caso lo requiere, estudio de suelos, estudio geológico, de impacto ambiental u otros complementarios.

#### **2.7.33. GEODINÁMICA EXTERNA**

Conjunto de factores geológicos de carácter dinámico, que actúan sobre el terreno materia del estudio geológico y geotécnico.

#### **2.7.34. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO**

Conjunto de operaciones de medidas efectuadas en el terreno para obtener los elementos necesarios y elaborar su representación gráfica.

#### **2.7.35. VELOCIDAD DE DISEÑO**

Máxima velocidad con que se diseña una vía en función a un tipo de vehículo y factores relacionados a: topografía, entorno ambiental, usos de suelos adyacentes, características del tráfico y tipo de pavimento previsto.

#### **2.7.36. DISEÑO GEOMÉTRICO<sup>37</sup>**

Es el proceso de correlación entre sus elementos físicos y las características de operación de los vehículos, mediante el uso de las matemáticas, la física y la geometría. En este sentido, la carretera queda geoméricamente definida por el trazado de su eje en planta y perfil y por su trazado de su sección transversal.

---

<sup>37</sup> Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras, Editorial Ciencias, 1994 Lima-Perú, Pág. 66

**Plataforma:**

Ancho total de la carretera a nivel de subrasante (terreno natural).

**Peralte:**

Inclinación transversal de la carretera en los tramos de curva, destinada a contrarrestar la fuerza centrífuga del vehículo.

**Perfil Longitudinal:** Trazado del eje longitudinal de la carretera con indicación de cotas y distancias que determina las pendientes de la carretera.

**Pendiente.-** Cuesta o declive de un terreno, Angulo que forma un plano o línea con los horizontes.

**Sección Transversal:** Representación gráfica de una sección de la carretera en forma transversal al eje y a distancias específicas.

**Superficie De Rodadura:** Parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos compuesta por uno o más carriles, no incluye la berma.

**Rasante:** Nivel terminado de la superficie de rodadura. La línea de rasante se ubica en el eje de la vía.

**Señalización Vial:** Dispositivos que se colocan en la vía, con la finalidad de prevenir e informar a los usuarios y regular el tránsito, a efecto de contribuir con la seguridad del usuario.

**Subrasante:** Superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte o relleno), sobre la cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado.

**Sistema Nacional.-** Que corresponde a la red de carreteras de interés Nacional y que une los puntos principales de la Nación con sus Puertos y Fronteras.

**Sistema Departamental.-** Compuesto Por aquellas carreteras que constituyen la red vial circunscripta a la zona de un Departamento.

**Sistema Vecinal.-** Esta conformado por aquellas carreteras de carácter local y que une las aldeas y pequeñas Poblaciones entre si.

**Carreteras Duales.-** Para IMD mayor de 4,000 Veh./día, consisten en carreteras de calzadas separadas.

**Carreteras de 1° Clase.-** Para IMD comprendido entre 2,000 y 4,000 Veh/día.

**Carreteras de 2° Clase.-** Para IMD comprendido entre 400 y 2,000 Veh/día.

**Carreteras de 3° Clase.-** Para IMD hasta 400 Veh./día.

**Trocha Carrozable.-** No identifica IMD, constituye una clasificación aparte, pudiéndosele definir como aquellos caminos a los que les falta requisitos para poder ser clasificados en tercera clase.

**Visibilidad de Parada.-** Es la mínima requerida para que se detenga un vehículo a una velocidad directriz.

**Metrado.-** Los resultados de la cubicación de tierras, y según la clasificación de los mismos se traspasan a los formularios especiales que se adjuntaran al presente estudio, siendo éste el metrado de la carretera.

**Muros de Contención o de Protección.-** Estructura que sirve para estabilizar los taludes muy pronunciados, para evitar el deslizamiento de la calzada, o de protección contra la erosión del camino. Pueden ser construidos con piedra (muros secos, gaviones, enrocados) o con concreto (muro ciclópeo).

**Obras de Drenaje.-** Conjunto de estructuras destinadas a cruzar cursos de agua, drenar las aguas que afectan el camino, evitar la erosión de terraplenes, etc. Ejemplo: cuneta, alcantarilla, tajea, zanja de coronación, drenes.

**Obras de Arte.-** Son todas aquellas obras complementarias construidas a lo largo del camino y que son necesarias para garantizar el adecuado tránsito de vehículos, cruzar cursos de agua, sostener terraplenes y taludes, evitar la erosión de terraplenes, etc. Ejemplo: puentes, pontones, badenes, muros de contención.

## 2.8. MARCO HISTÓRICO

La investigación se inicio en el mes de setiembre del año 2009, contando con el apoyo de las autoridades de las comunidades beneficiadas como del personal técnico del Proyecto Especial Huallaga Central y Bajo Mayo, y por los moradores que serán los directos beneficiados.

Al mismo tiempo se inició con el trabajo de campo el cual tuvo una duración de 45 días calendarios, al término del cual se continuó con el trabajo en gabinete por parte de responsable de la tesis, en coordinación directa del asesor.

Se concluyo con el trabajo al cabo de 6 meses.

## 2.9. HIPÓTESIS

De acuerdo con lo tratado hasta aquí, nos hemos formulado la siguiente hipótesis:

*“La ejecución del estudio Definitivo propiciará la Construcción de la Carretera Pinto Recodo – Tabalosos, reduciendo los altos costos de transporte de productos agropecuarios y de pasajeros en la zona”.*

## CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1. MATERIALES

Para el presente trabajo se ha hecho uso de lo siguiente:

#### a) Brigada de topografía (Reconocimiento de campo):

- a.- 1 jefe (Responsables de la Tesis)
- b.- 1 guía (Personal de la zona de trabajo)

#### b) Equipo:

- 02 Computadora
- 01 Impresora
- 01 Plotter
- 01 tablero de dibujo
- 02 calculadoras científicas
- G.P.S. (Instrumento que ubica las coordenadas geográficas, recepcionando información satelital.)
- 01 brújula

#### c) Materiales:

- Carta Nacional a escala 1: 100,000
- Mapa Vial del Departamento de San Martín
- Papel bon A-1
- Papel bon A-4
- Libretas de Topografía
- Juego de escuadras
- Portaminas
- 01 eclímetro
- 01 escalímetro
- 01 wincha 50 metros ,
- 01 máquina fotográfica

- Machetes en número necesarios,
- Todo el personal equipados de botas de jebe
- Ponchos impermeables.

## 3.2. MÉTODOS

### 3.2.1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación es de tipo descriptiva por lo que hace uso tanto de la investigación descriptiva y explicativa.

Tipos y Nivel del estudio.

**TIPO** : Investigación Aplicativa

**NIVEL** : Descriptivo

Donde el diagrama es el siguiente:

M → O

M = TRAMO TABALOSOS-PINTO RECODO

O = MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL TRAMO TABALOSOS –  
PINTO RECODO, 4.5 KM

### 3.2.2. UNIVERSO, POBLACIÓN Y MUESTRA

La cobertura del presente estudio esta referido a los siguientes temas:

- a) Población: Se considera como población, la totalidad de los habitantes de la Provincia de Lamas.

**U**= Población de la Provincia de Lamas (63,856 hab.)

- b) Muestra: La muestra está considerada como, la totalidad de los habitantes de la localidad de Pinto Recodo.

**n**= Población de la Localidad de Pinto Recodo (8,704 hab.)

c) **Ámbito Geográfico**

El proyecto se ejecutará entre las localidades de Tabalosos-Pinto Recodo, Provincia de Lamas-Región San Martín.

### **3.2.3. VARIABLES**

Para probar la Hipótesis planteada, será necesario obtener los siguientes datos:

- **Variables Independientes:**

- Diseño Geométrico y de Pavimento de la carretera.

- **Variables Dependientes:**

- Estudio definitivo de la carretera.
- Financiamiento de la carretera.
- Desarrollo socioeconómico.

- **Variables Intervinientes:**

- Política Sectorial.
- Costos.

### **3.2.4. DISEÑO EXPERIMENTAL**

Siguiendo el trazo proporcionado por el PEHCBM ubicamos los puntos de paso obligados, las obras de drenaje a proyectarse, posibles canteras, puntos de agua y puntos críticos.

### **3.2.5. DISEÑO DE INSTRUMENTOS**

Se utilizará fuentes de información primaria, esto comprende observaciones y recolección de datos directamente en la zona en estudio, información que se está alcanzando en el capítulo IV, como son:

### **3.2.5.1. UBICACIÓN DE LOS PUNTOS INICIAL Y FINAL**

En el trazo de la carretera se ha determinado el punto inicial y punto final, y puntos obligados de paso.

#### **PUNTO INICIAL**

El Punto inicial se ubica en la localidad de Tabalosos. El B.M. de inicio esta ubicado a 7.09 m. del eje de inicio de trazo con una cota de 533.828 m.s.n.m.,

#### **PUNTO FINAL**

El Punto final del trazo se encuentra ubicado en la margen derecha del rio Mayo en la progresiva 5+100.

### **3.2.5.2. ELECCIÓN DE LA MEJOR RUTA**

Al realizar el reconocimiento de la zona de estudio, se comprobó la existencia de una trocha carrozable en malas condiciones desarrollada sobre terrenos que presentan una topografía ondulada con pendientes desfavorables.

Los terrenos por donde se lleva a cabo el trazo son zonas agrícolas, por lo que beneficiaria económicamente a los habitantes de la zona, que podrán transportar con mayor rapidez sus productos.

Por las razones antes mencionadas y luego de realizada la evaluación respectiva, nos valemos para concluir que el trazo realizado por el PEHCBM es la alternativa más favorable topográficamente y económicamente para el desarrollo del presente Proyecto.

### **3.2.5.3. TRAZO DE LA LÍNEA DE GRADIENTE<sup>38</sup>**

La línea de gradiente se ha trazado de acuerdo a las especificaciones dadas en las Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras, teniendo en cuenta que se

---

<sup>38</sup> *Proyecto Especial Huallaga Central y Bajo Mayo*

trata de una carretera de tercera clase; el trazo se realizó siguiendo la trocha existente.

Los instrumentos utilizados para llevar la línea de gradiente seleccionada han sido: Eclímetro, jalones y Wincha, además de cordel, estacas, pintura, libreta de campo. El eclímetro ha sido controlado en todo instante para evitar errores. La distancia entre puntos de ubicación de gradiente ha sido de 20 m. Estos puntos han sido fijados con estacas.

#### **3.2.5.4. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO<sup>39</sup>**

Teniendo como base el estacado de la línea de gradiente se procedió a realizar el levantamiento topográfico del eje de vía determinando los Puntos de Inflexión, para lo cual se ha hecho uso del método de la Poligonal Abierta, seguidamente se procedió a la Nivelación y Seccionamiento de todo el tramo.

### **3.2.6 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

Los datos han sido sometidos a análisis de ingeniería basados en los conocimientos adquiridos por el tesista a lo largo de su estancia en la universidad, lo cual nos dará los resultados que nos permitirá optar por la solución final adoptada.

#### **3.2.6.1. DISEÑO DEL EJE EN PLANTA**

##### **3.2.6.1.1. SELECCIÓN DEL TIPO DE VÍA Y PARÁMETROS DE DISEÑO**

La selección del tipo de vía se ha realizado según la clasificación de carreteras dada por las Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras.

##### **SEGUN SU JURISDICCIÓN**

Esta vía pertenecerá al sistema Vecinal

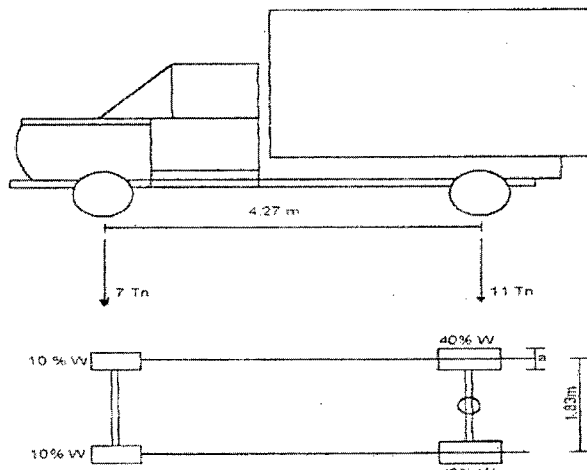
---

<sup>39</sup> *Ídem anterior*

## POR EL SERVICIO

Aunque no se conoce el Índice Medio Diario (IMD); pero es posible predecir un índice medio diario en función de la producción de la zona; esperándose que dicho volumen vehicular no sobrepase los 400 Vehículos / día en época de verano que es cuando van las personas a visitar la ciudad en mayor numero. Por lo tanto, la vía en estudio se clasificará como una Carretera de **Tercera Clase**.

El vehículo de diseño es el H-20 o C2, por ser una zona agropecuaria.



**Figura N° 19** Vehículo H-20

### **3.2.6.1.2. VELOCIDAD DIRECTRIZ**

Para carreteras de Tercera Clase, trazadas en topografía accidentada, podemos considerar la Velocidad Directriz igual a 30 Km./h.

### **3.2.6.1.3. DISTANCIA DE VISIBILIDAD**

#### **Distancia de velocidad de parada o frenado (Dp)**

Teniendo en cuenta las consideraciones de elección, se elige como  $D_p=30$  m.

#### **Distancia de visibilidad de sobrepaso (Ds)**

En el presente proyecto se ha tenido en cuenta la distancia de

visibilidad de sobrepaso mínima, dado que se trata de una vía de Tercera Clase, y una velocidad directriz igual a  $D_p = 30\text{m}$ .

#### **3.2.6.1.4. UBICACIÓN DEL EJE DE LA VÍA**

Definido el plano topográfico y los parámetros de diseño respectivos y con la ayuda del Software AIDC 2000 y el AUTOCAD, se procede a diseñar el eje planimétrico, así como el perfil longitudinal y las secciones transversales de la carretera.

#### **DISEÑO PLANIMETRICO DEL EJE**

##### **a) TRAZO DE LA POLIGONAL**

Sobre la base de datos topográficos obtenidos de las estacas de la línea de gradiente trazada en campo, se procedió a calcular las coordenadas de los diferentes puntos de intersección (PIs) en una hoja de cálculo en Microsoft Excel, luego se inserto estos puntos en el Programa Autocad 2000, trazándose aquí el eje de la carretera.

##### **b) DETERMINACION DE LOS ANGULOS DE INTERSECCION DE LA POLIGONAL.**

Una vez definido el eje de la carretera y haciendo uso del Software AIDC 2000 y el programa AUTOCAD se procede a editar los valores de las coordenadas de los puntos de intersección, para lo cual se hace uso del comando EJE-definir EJE - Crear.

Editadas las coordenadas de los PIs mediante el programa, se obtiene los valores de los ángulos de intersección, los cuales no necesitan ser corregidos dada la precisión que nos ofrece el programa.

##### **c) DETERMINACION DE LOS LADOS DE LA POLIGONAL**

Conocidas las coordenadas de los vértices, haciendo uso del programa se determina la longitud de cada lado de la poligonal.

#### **d) DISEÑO DE LAS CURVAS HORIZONTALES**

Definida la poligonal y determinados los ángulos de intersección de los lados de la misma, el paso siguiente consiste en diseñar las curvas horizontales, para lo cual Haciendo uso del comando EJE-definir EJE - Editar, muestra una ventana en la que solicita el radio de cada uno de los puntos de intersección, este valor se dio teniendo en cuenta el ángulo de inflexión y el radio mínimo, además con este paso el programa calcula las coordenadas en forma directa para los puntos de PI, PC, PT.

#### **e) ESTACADO DEL EJE PLANIMETRITO**

Una vez definido el eje planimétrico de la vía se procede a realizar el estacado del mismo, proceso que consiste en dejar marcas cada 20 metros en tramos rectos y a 10 metros en tramos curvos, utilizando el programa AIDC 2000 con la opción del comando EJE-ImpEJE, muestra una ventana en la que solicita el número del eje, la altura de texto, la separación de marcas perpendiculares al eje, la distancia de la separación de estacas, asignando dichos valores se pulse el botón proceso y se obtiene el dibujo del eje estacado en toda su longitud en forma automática.

### **3.2.6.1.5.DETERMINACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE CURVA HORIZONTAL Y ESTACADOS DE LOS PI. PC Y PT**

#### **Radios de diseño**

Como en el proyecto se tiene una carretera de Tercera Clase se a optado por un radio mínimo de 30.00 m y un radio mínimo excepcional de 25.00 m. Según N.P.D.C.

#### **Peralte de las bermas**

Para el presente proyecto el peralte tendrá un valor máximo normal de 6% y como valor máximo excepcional = 10%.

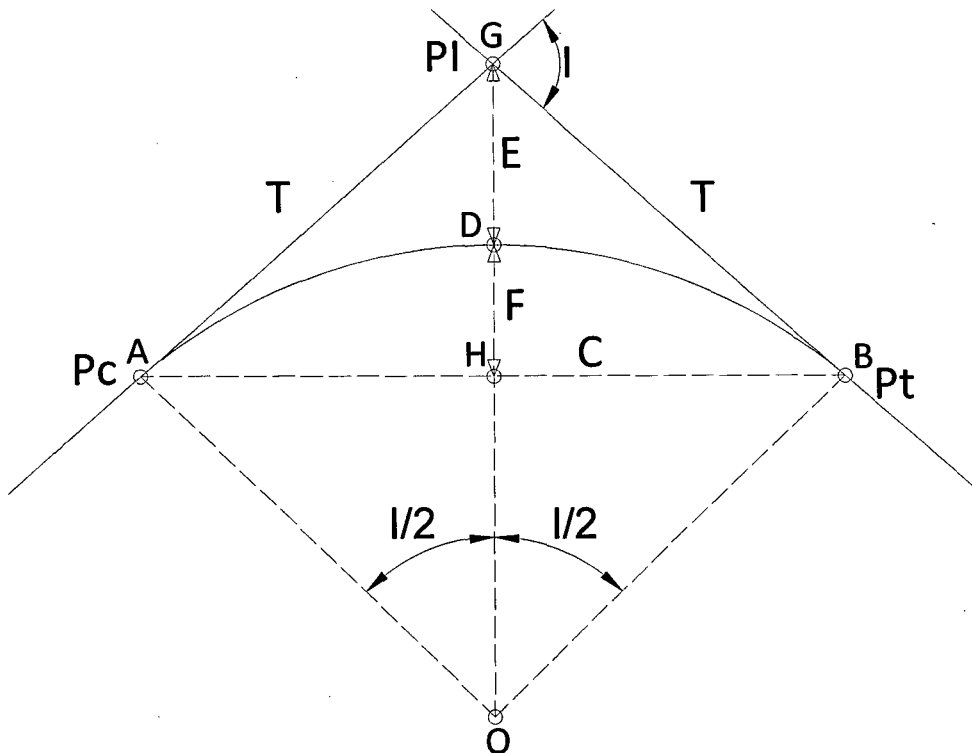
### Sobreancho

Se calculará haciendo uso de la Lámina 5.3.5.2 de las N.P.D.C. en función de su radio, que se encuentra desarrollado en el software AIDC 2000.

### Elementos de las curvas horizontales

Conocido el valor del ángulo  $I$ ; y seleccionado el radio a emplear, se ha procedido a calcular los valores de los diferentes elementos de las curvas horizontales así como a determinar los números de estaca que les corresponde a los puntos: PI, PC y PT. Esto se realizó con ayuda del software AIDC 2000.

Vea la **Figura N° 20: Elementos de Curva**



**Figura N° 20: Elementos de Curva**

Donde:

PI : Punto de intersección de dos alineamientos (G).

- PC : Punto en que comienza la curva horizontal (A).
- PT : Punto en que termina la curva horizontal (B).
- R : Radio de la curva ( O - PC y O - PT )
- I : Angulo de intersección de los alineamientos o ángulo de la curva horizontal
- T : Tangente de la curva horizontal ( AG = GB ) .
- Lc : Longitud de la curva horizontal ( PC PT ) .
- C : Cuerda mayor de la curva horizontal ( AB ) .
- E : Externa de la curva horizontal ( GD ) .
- F : Flecha de la curva horizontal ( DH ) .

Las fórmulas para hallar los elementos básico y el proceso para determinar el número de estacas de PI, PC, PT , se muestra seguidamente:

$$T = R \operatorname{Tang} ( I/2 )$$

$$Lc = \pi R ( I^\circ / 180^\circ )$$

$$C = 2 R \operatorname{Sen} ( I^\circ / 2 )$$

$$E = R ( \operatorname{Sec} ( I^\circ / 2 ) - 1 )$$

$$F = R ( 1 - \operatorname{Cos} ( I^\circ / 2 ) ) = ( C / 2 ) \operatorname{Tang} ( I^\circ / 4 )$$

En cada lámina de dibujo, correspondiente al Diseño en Planta y Perfil, kilómetro por kilómetro se muestran en detalle los elementos de las curvas horizontales, compuesto por los siguientes datos:

- Número de curva ( N° )
- Sentido ó dirección de la curva ( S )
- Angulo de intersección de los alineamientos ó ángulo de la curva horizontal ( I )
- Radio ( R )
- Tangente ( T )
- Longitud de curva ( Lc )
- Principio de curva ( Pc )
- Punto de intersección ( PI )
- Punto en que termina la curva horizontal ( PT )
- Externa ( Ext.)
- Sobre ancho en las curvas ( S/A )

-Peralte ( P % )

Es conveniente mencionar, que según la categoría de la carretera y teniendo como guía las Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras, se ha considerado en el Diseño, una Velocidad Directriz igual a 30 Km./h.

### **3.2.6.2. PERFIL LONGITUDINAL**

#### **3.2.6.2.1. NIVELACIÓN DEL EJE DE LA VÍA**

##### **a).- OBTENCION DEL PRIMER B.M.**

Se realizo con la ayuda de un G.P.S., colocándose primeramente sobre la base del BM ubicado en el inicio de la carretera en estudio, correspondiéndole una cota de 533.828 m.s.n.m., con lo cual obtenemos para el punto de partida una cota de 534.000 m.s.n.m.

##### **b).- NIVELACIÓN DE LAS ESTACIONES Y UBICACIÓN DE LOS BM DEL PROYECTO.**

Se Procedió a nivelar cada una de las estacas de la poligonal obteniéndose la altitud de cada una de ellas; las lecturas se han hecho con aproximación al milímetro.

Obtenido el perfil del terreno de procede a trazar la línea de Subrasante respectiva teniendo en cuenta los criterios siguientes:

- La pendiente de todo tramo de la Subrasante no debe ni puede contravenir los lineamientos de diseño dado por las NPDC.; salvo el mejor criterio del ingeniero diseñador.
- De preferencia los Pl verticales deben ubicarse en estacas pares.
- La distancia entre Pls verticales debe ser apropiada a fin de no tener interacción de curvas verticales.

- En terreno plano la Subrasante estará sobre el terreno natural salvo casos especiales por razones de drenaje.
- En terreno ondulado por economía la Subrasante seguirá las inflexiones del terreno sin perder de vista las limitaciones impuestas por la estética, visibilidad y seguridad.
- En terreno accidentado será necesario adaptar la Subrasante al terreno evitando los tramos en contra pendiente, sobre todo cuando se debe vencer un desnivel considerable.

#### **3.2.6.2.2. PENDIENTES**

Para el presente proyecto, carretera de tercera clase se ha considerado:

- a) Pendiente mínima: 0.50 %
- b) Pendiente máxima normal: 8.00 %
- c) Pendiente máxima excepcional: 10.00%
- d) Pendiente media: 4.50%

#### **3.2.6.3. SECCIONES TRANSVERSALES**

##### **Ancho de pavimento**

##### **a) Tramos en Tangente.**

Para el presente estudio adoptamos una faja de rodadura de 5.50 m.

##### **b) Tramos en Curva.**

Las secciones indicadas anteriormente, estarán provistas de sobreancho en los tramos de curva de acuerdo a lo indicado en el inciso 5.3.5. de las N.P.D.C.

##### **Bombeo**

El bombeo adoptado para el presente estudio para los tramos en tangente es de 3% considerando que la carretera será de tipo afirmado.

##### **Bermas**

Para nuestro caso tomaremos un ancho de berma de 0.50 m. valor

recomendado para una velocidad directriz de 30 Km./h. (tabla 5.4.2.1 del N.P.D.C.).

### **Ancho de la calzada**

Para el presente estudio será de  $(0.50 \times 2) + 5.50 = 6.5$  m. En las secciones en curva se aumentará el sobreesfuerzo respectivo.

### **3.2.6.3.1. DISEÑO DEL SECCIONAMIENTO TRANSVERSAL**

Teniendo como base el estacado del eje planimétrico se procede a realizar el seccionamiento transversal a fin de poder obtener el perfil del terreno, ingresando todos estos datos al programa del Software AIDC 2000, empleando los comandos Terreno-SeccTRA-Datos.

Definido el perfil del terreno y determinados: Ancho de faja de rodadura, taludes, bermas, sobre anchos, dimensiones de cunetas, y banquetas de visibilidad (de ser el caso) se procede a dibujar las cajas de la plataforma.

Debemos indicar que el dibujo del perfil del terreno, cotas de rasante y subrasante se han obtenido mediante archivos del Software AIDC 2000.

Dibujadas las secciones transversales se procede a determinar los volúmenes de corte y/o relleno de cada una de ellas, necesarias para el cálculo del movimiento de tierras. Su determinación se ha realizado mediante el comando Salidas-Volciasifica y el comando Salidas - Volumen del programa del Software AIDC 2000.

### **3.2.6.4. DISEÑO HIDRÁULICO DEL DRENAJE VIAL – OBRAS DE ARTE**

#### **3.2.6.4.1 DISEÑO DE CUNETAS**

##### **Consideraciones de diseño**

- **Pendiente.** Hemos considerado la misma pendiente del camino en

el tramo correspondiente, la cual no es menor del 0.50% para evitar problemas de sedimentación.

- **Velocidades admisibles.** La velocidad ideal es la que lleva el agua sin causar obstrucción ni erosión.

Velocidad máxima:  $V_{m\acute{a}x} = 4.4$  m/seg

Velocidad mínima:  $V_{m\acute{i}n.} = 0.60$ m/seg

- **Revestimiento de las cunetas.** Cuando el suelo es deleznable y la rasante de la cuneta es igual o mayor de 4%, ésta deberá revestirse con piedra y lechada de cemento.

**Fórmula de cálculo.**- La fórmula más usada para el cálculo de canales es la FORMULA DE MANNING, que consiguientemente es aplicable al diseño de cunetas.

$$V = (R^{2/3} * S^{1/2})/n \quad \text{y} \quad Q = (A * R^{2/3} * S^{1/2})/n$$

Donde:

- Q : descarga en metros cúbicos por segundo.
- S : pendiente de la cuneta en metros por metro.
- R : radio hidráulico en metros.
- N : coeficiente de rugosidad.
- V : velocidad del agua en metros por segundo.
- A : área de la sección de la cuneta en metros cuadrados.

**Cuadro N° 16: VALORES DE "n" DADOS POR HORTON PARA SER EMPLEADOS EN LAS FORMULAS DE MANNING.**

SUPERFICIE.	MEJOR/BUENA/REGULAR/MALA			
Ladrillo vitrificado	0.011	0.012	0.013*	0.014
Albañales de ladrillo	0.012	0.013	0.015	0.017
Acabado de cemento liso	0.010	0.011	0.012	0.013
Cemento de mortero	0.011	0.012	0.013	0.015
Madera cepillada	0.010.	0.012*	0.013	0.014
Madera sin cepillar	0.011	0.013*	0.014	0.015
Con tablas	0.012	0.015*	0.016	

Concreto	0.012	0.014*	0.016*	0.018
Cemento y mampostería	0.017	0.020	0.025	0.030
Piedras grandes, guijarro.	0.025	0.030	0.033	0.035
Sillería bruta	0.013	0.014	0.015	0.017
Metal liso	0.011	0.012	0.013	0.015
Metal corrugado	0.022	0.025	0.028	0.030
De tierra rectos	0.017	0.020	0.022*	0.025
De piedra uniforme	0.025	0.030	0.033*	0.035
D piedra irregular	0.035	0.040	0.045	
Canales de tierra dragada	0.025	0.028	0.030	0.033
Con vegetación	0.025	0.030	0.035*	0.040
De piedra en el fondo	0.028	0.030	0.033*	0.035
<b>Cauces Naturales</b>				
Limpios y rectos	0.025	0.028	0.030	0.033
Con vegetación y piedras	0.030	0.033	0.035	0.040
Limpios con curvas	0.033	0.035	0.040	0.045
Bajo nivel y curvas	0.040	0.045	0.050	0.055
Con depresiones y veg.	0.050	0.060	0.070	0.080

\* Valores que se usan generalmente en el diseño.

En la presente Tesis se ha considerado cunetas con dimensiones de 0.50 m de profundidad y 1.00 m de ancho, dado que la zona se ubica en una zona lluviosa.

### 3.2.6.4.2 DISEÑO DE ALCANTARILLAS

Debido a las ventajas de diseño e instalación se ha optado por alcantarillas circulares tipo ARMCO.

#### AREA HIDRAULICA

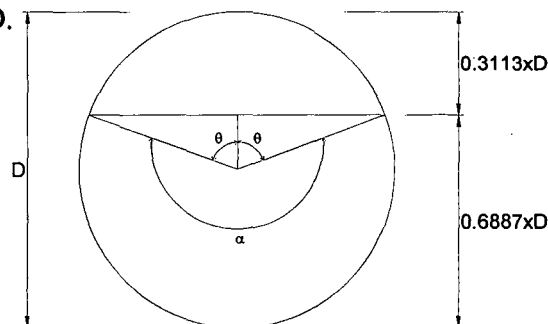
Se debe diseñar para que no trabajen a tubo lleno, evitando de este modo inundaciones de los terraplenes adyacentes, para determinar al área hidráulica calcularemos el caudal de escurrimiento por el Método directo o de aforo, para posteriormente por intermedio de la profundidad crítica (tirante crítico)  $Y_c = 0.6887 * D$ ,  $H_c = 0.3113 * D$  (del manual del ARMCO) en un conducto circular calcular la velocidad crítica y el diámetro D.

$$H_c = 0.3113D$$

$$V_c = (2 * g * H_c)^{1/2}$$

$$V_c = 2.471 * D^{1/2}$$

$$H_c = 0.3113D$$



El área del segmento circular será:

$$A = (D^2/8) * ((\pi\alpha/180) - \text{sen}\alpha) \quad I$$

Del gráfico:  $0.6887 * D - 0.50 * D = 0.188 * D$

$$\text{Cos } \theta = 0.1887D / (D/2) = 0.3774$$

$$\theta = 67^\circ 49' 38.19'' \quad 2\theta = 135^\circ 39' 16.3''$$

$$\alpha = 360^\circ - 2\theta$$

$$\alpha = 360^\circ - 135^\circ 39' 16.3'' = 224^\circ 20' 43.6''$$

$$\alpha = 224^\circ 20' 43.6'' \quad \text{reemplazando en I}$$

$$A = 0.5768 * D^2$$

Se sabe que la ecuación de continuidad es:

$$Q = V_c * A$$

Reemplazando valores se tiene:

$$Q = (2.471D^{1/2})(0.5768D^2)$$

$$Q = 1.4253D^{5/2}$$

$$D = 0.8678Q^{2/5} \quad \text{Diámetro}$$

El perímetro mojado:  $P = \pi D - ((2\theta/360) * \pi D)$

$$P = 1.9578D$$

El radio hidráulico:  $R = A/P = 0.5768D^2 / 1.9578D$

$$R = 0.2946D$$

## PENDIENTE

La rasante ideal para una alcantarilla es aquella que no produce sedimentación ni erosión. Con la sección crítica sin que se produzca remanso y haciendo uso de la fórmula de Manning se tendrá:

$$V = (R^{2/3} S^{1/2}) / n \quad S = (V^2 n^2) / R^{3/4}$$

$$V_c = 2.471D^{1/2}$$

$$R = 0.2946D$$

Reemplazando  $V_c$  y  $R$  en  $S$ :

$$S = (2.471D^{1/2})^2 * n^2 / (0.2946D)^{3/4}$$

$$S = (31.15 * n^2) / D^{1/3}$$

$n$  = coeficiente de rugosidad del material

### 3.2.6.5. ESTUDIO DE SUELOS: MUESTREO Y ANÁLISIS DE LABORATORIO<sup>40</sup>

#### 3.2.6.5.1. EXPLORACIÓN DE CAMPO

A efecto de visualizar los estratos existentes en el área del estudio se realizaron 10 excavaciones o calicatas a cielo abierto, según norma técnica ASTM D 420, la descripción o logeo de los estratos se hizo según lo prescrito en la norma ASTM D 2488, posteriormente se tomaron muestras alteradas para su análisis en ensayos de Laboratorio.

#### 3.2.6.5.2. ENSAYOS DE LABORATORIO

Las pruebas de laboratorio se han desarrollado siguiendo los procedimientos normalizados de ensayo, establecidos por la ASTM y recopilados por la Norma Técnica Peruana NTP, aplicados a Mecánica de Suelos y Tecnología del Concreto.

**Cuadro N° 17: NORMALIZACION DE ESTUDIO DE SUELOS.**

ENSAYO	NORMA ASTM	NTP
CLASIFICACION UNIFICADA DE SUELOS	ASTM D 2487	339.129
CONTENIDO DE HUMEDAD	ASTM D 2216	339.128
DESCRIPCIÓN VISUAL MANUAL	ASTM D 2488	339.150
RELACION HUMEDAD DENSIDAD (PROCTOR)	ASTM D 1556	339.141
ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE C.B.R.	ASTM D 1883	339.145
EQUIVALENTE DE ARENA	ASTM D 2419	

**Cuadro N° 18: TECNOLOGIA DE CONCRETO**

ENSAYO	NORMA ASTM	NTP
CLASIFICACION UNIFICADA DE SUELOS	ASTM D 2487	339.129
CONTENIDO DE HUMEDAD	ASTM D 2216	339.128
DESCRIPCIÓN VISUAL MANUAL	ASTM D 2488	339.150
RELACION HUMEDAD DENSIDAD (PROCTOR)	ASTM D 1556	339.141

3

<sup>40</sup> Fuente: Proyecto Especial Huallaga Central y Bajo Mayo

### 3.2.6.5.3. PERFILES DEL SUELO

C-1 M-1 Km 0+020. (Prof. 0.10-0.70 m.)

Limo inorgánico de plasticidad alta, color gris, húmedo, de consistencia suave, tenacidad baja, resistencia baja al estado seco.

C-1 M-2 Km 0+020. (Prof. 0.70-1.10 m.)

Limo inorgánico de plasticidad muy alta, color marrón oscuro, húmedo, de consistencia suave, tenacidad baja, resistencia baja al estado seco.

C-1 M-3 Km 0+020. (Prof. 1.10-1.50 m.)

Arcilla inorgánica de plasticidad alta, de consistencia media, resistencia alta al estado seco, tenacidad alta.

C-2 M-1 Km 0+500. (Prof. 0.00-0.60 m.)

Limo inorgánico de plasticidad muy alta, color marrón, húmedo, de consistencia suave, tenacidad baja, resistencia baja al estado seco.

C-2 M-2 Km 0+500. (Prof. 0.60-1.50 m.)

Arcilla inorgánica de plasticidad media, de consistencia media, resistencia media al estado seco, tenacidad baja.

C-3 M-1 Km 1+000. (Prof. 0.10-0.50 m.)

Arcilla inorgánica de plasticidad alta, de consistencia media, resistencia alta al estado seco, tenacidad alta.

C-3 M-2 Km 3+000. (Prof. 0.00-1.50 m.)

Arcilla inorgánica con arena, de plasticidad media, resistencia media al estado seco, tenacidad media.

C-4 M-1 Km 1+500. (Prof. 0.00-0.45 m.)

Arcilla inorgánica arenosa, de plasticidad media, resistencia media al estado seco, tenacidad media.

C-4 M-2 Km 1+500. (Prof. 0.60-1.50 m.)

Arena arcillosa, de compactación media.

C-5 M-1 Km 2+000. (Prof. 0.10-0.45 m.)

Arcilla inorgánica de plasticidad alta, resistencia alta al estado seco, tenacidad alta.

C-5 M-2 Km 2+000. (Prof. 0.45-1.50 m.)

Arena arcillosa, de compactación media.

C-6 M-1 Km 2+500. (Prof. 0.20-1.50 m.)

Arena arcillosa, de compactación media.

C-7 M-1 Km 3+000. (Prof. 0.00-0.40 m.)

Arcilla inorgánica de plasticidad media, resistencia media al estado seco, tenacidad media.

C-7 M-2 Km 3+000. (Prof. 0.40-1.00 m.)

Arcilla limosa inorgánica de plasticidad baja, resistencia media al estado seco, tenacidad baja.

C-7 M-3 Km 3+000. (Prof. 1.00-1.50 m.)

Arcilla inorgánica de plasticidad media, resistencia media al estado seco, tenacidad media.

C-8 M-1 Km 3+500. (Prof. 0.10-1.50 m.)

Arcilla inorgánica arenosa de plasticidad media, resistencia media al estado seco, tenacidad media.

C-9 M-1 Km 4+000. (Prof. 0.10-0.40 m.)

Arcilla inorgánica arenosa, de plasticidad media, resistencia baja al estado seco, tenacidad baja.

C-9 M-2 Km 4+000. (Prof. 0.40-1.50 m.)

Arena arcillosa de compactación suave.

C-10 M-1 Km 4+500. (Prof. 0.45-1.50 m.)

Arcilla inorgánica de plasticidad media, resistencia media al estado seco, tenacidad media.

## NIVEL FREÁTICO

No hubo evidencia de nivel de napa freática alta.

## ANÁLISIS DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE C.B.R.

De la Sub-rasante

La capa superficial del terreno natural o capa de la plataforma en relleno, constituida por los últimos 0.60 m de espesor, debajo del nivel de la sub rasante proyectada, salvo que los planos del proyecto o las especificaciones especiales indiquen un espesor diferente, serán estudiados para la determinación del CBR de la sub-rasante, su capacidad de soporte en condiciones de servicio junto con el tránsito y la calidad de materiales de su construcción, influirá mucho en su espesor.

La sub-rasante correspondiente al fondo de la excavación en terreno natural o de la última capa del terraplén será clasificada en función al CBR, representativo en una de las 5 categorías siguientes:

CLASIFICACION	CBR DE DISEÑO
SUBRASANTE MUY POBRE	< de 3%
SUBRASANTE POBRE	DE 3% A 5%
SUBRASANTE REGULAR	De 6%a 10%
SUBRASANTE BUENA	De 11% a 19%
SUBRASANTE MUY BUENA	Mayores de 20%

Cuando la variedad de materiales predominantes en la sub rasante, no permitan mantener un criterio homogéneo en el momento de determinar el valor promedio de CBR y se tiene menos de 6 valores de CBR por tipo de suelo representativo se puede tomar los siguientes criterios:

Si los valores son parecidos o similares, tomar el valor promedio.

Si los valores son muy distantes, tomar el valor más crítico o más bajo.

Otro valor que ayudará mucho para la caracterización del suelo de

sub-rasante es el índice de grupo, éste valor, adimensional establece un límite en el criterio de aplicación, si éste es menos de 20 es posible su mejoramiento, si es mayor de 20 es un suelo no utilizable para caminos.

INDICE DE GRUPO	SUELO DE SUB-RASANTE
IG>9	MUY POBRE
4<IG<9	POBRE
2<IG<4	REGULAR
1<IG<2	BUENO
0<IG<1	MUY BUENO

En resumen, los suelos predominantes son los suelos finos de matriz arcillosa variando desde mediana a altamente plásticos, en los suelos muy plásticos tipo CH debe considerarse un tratamiento de mejoramiento a nivel de suelo de fundación.

Para el cálculo del espesor del afirmado se a definido 2 sub tramos como son:

**Sub tramo 0+000 al 2+500 con CBR = 3%**

**Sub Tramo 2+500 al 5+100 con CBR = 9%**

Los valores son aceptables dentro de los límites conocidos.

### 3.2.6.6. ELECCIÓN DE TIPO DE PAVIMENTO

Teniendo en cuenta que el pavimento cumple una función de soportar la carga de los vehículos; es uno de los puntos más importantes en la construcción de carreteras; y cuyas funciones principales son las de proporcionar una superficie de rodadura uniforme.

El diseño estructural del pavimento es un problema similar al de diseñar una estructura en ingeniería. El espesor del pavimento está en función del tráfico, la resistencia y las características influyentes de los materiales disponibles o escogidos para la capa de la estructura, condiciones del clima y medio ambiente, etc.

**CUADRO 19**  
**CLASIFICACION DEL MATERIAL A EMPLEARSE**

CBR	CLASIFICACIÓN GENERAL	USOS	CLASIF. SUCS	CLASIF. AASHTO
0-3	Muy pobre	Sub-rasante	OH,CH, MH, OL	A-5, A-6, A-7
3-7	Pobre a regular	Sub-rasante	OH,CH, MH, OL	A-4, A-5, A-6, A-7
7-20	Regular	Sub-base	OL, CL, ML, SC, SM, SP	A-2, A-4, A-6, A-7
20-50	Bueno	Base, Sub-base	GM, GC, SW, SM, SP, GP,	A1b, A2-5, A-3
>50	Excelente	Base		A1-a, A2-4, A-3

**3.2.6.6.1. TRÁFICO DE LA ZONA DE ESTUDIO**

Haciendo un estimado del tránsito y entendiendo que esta carretera es para tránsito liviano con menos de 400 vehículos por día tenemos:

**CUADRO 20**  
**ANÁLISIS DE TRANSITO**

PROYECTO: "ESTUDIO DEFINITIVO TABALOSOS – PINTO RECODO"

TIPO DE VEHICULO	NÚMERO veh/día	DIAS / AÑO	PERIODO DE DISEÑO (en años)	FACTOR CAMION	FACTOR DE CRECIMIENTO ANUAL	FACTOR CARRIL	EAL DE DISEÑO
<b>Camiones de unidades simples</b>							
2 ejes 4 ruedas	36	365	20	0.02	1.40	0.50	3,679.20
2 ejes 6 ruedas	10	365	20	0.19	1.40	0.50	9,709.00
3 ejes o más	2	365	20	0.56	1.40	0.50	5,723.20
<b>Sub-total eje simple</b>	<b>48</b>						<b>19,111.40</b>
<b>Camiones semi-trailer y combi nacionales unidad eje multiple</b>							
3 ejes	1	365	20	0.51	1.40	0.50	2,606.10
4 ejes	3	365	20	0.62	1.40	0.50	9,504.60
5 ejes	20	365	20	0.94	1.40	0.50	96,068.00
<b>Sub-total eje múltiple</b>	<b>24</b>						<b>108,178.70</b>
<b>total</b>							<b>127,290.10</b>

### 3.2.6.6.2.DISEÑO DEL ESPESOR DEL PAVIMENTO POR EL MÉTODO DE WYOMING

Dada la naturaleza y características de nuestro proyecto, el método más adecuado para diseñar el espesor del pavimento es el método de Wyoming, por que toma en cuenta la mayor cantidad de parámetros compatibles con la realidad de la zona. Así tenemos:

#### 3.2.6.6.2.1. PRECIPITACIONES ANUALES.

Se deben tomar preferentemente, los datos de precipitaciones que proporciona la estación pluviométrica más cercana al lugar donde se proyecta construir el pavimento. Los valores que asigna el método para las precipitaciones son los siguientes:

**CUADRO 21: PRECIPITACIONES ANUALES**

PRECIPITACIONES ANUALES		VALOR
PULGADAS	Mm	
5-10	127-254	0
10-15	254-381	1
15-20	381-508	3
20-25	508-635	6
25-30	635-1270	10

Considerando que la estación pluviométrica de Lamás, el cual presenta una precipitación promedio anual de 1600 mm, es la más cercana al proyecto y que ambos lugares son de características muy similares; y podemos asumir dicha precipitación promedio anual y haciendo uso de los valores de la tabla anterior, obtendremos un valor correspondiente a este promedio de (10).

#### 3.2.6.6.2.3. NAPA FREÁTICA

Corresponde al nivel de las aguas subterráneas y según se encuentran a mayor o menor profundidad, este factor tendrá un valor de acuerdo a lo especificado en el cuadro:

## CUADRO 22: NAPA FREÁTICA

PROFUNDIDAD DE LA NAPA FREÁTICA DEBAJO DEL TERRENO DE FUNDACIÓN	VALOR ASIGNADO
A mucha profundidad ( mayor de 3m)	0
De 6 a 10 pies (1.80 a 3.00m)	1
De 4 a 6 pies (1.20 a 1.80 m)	3
De 2 a 4 pies (0.60 a 1.20m)	5

### 3.2.6.6.2.4. CONDICIONES GENERALES DE DRENAJE

Generalmente cuando se ejecuta cualquier tipo de obra, casi nunca se cumple a plenitud lo dispuesto en las especificaciones del diseño, por ello es que para nuestro caso consideramos a las condiciones de drenaje adverso a continuación se presenta la tabla que nos permite calificar esté factor.

## CUADRO 23: CONDICIÓN GENERAL DE DRENAJE

CONDICIONES GENERALES DE DRENAJE	VALOR ASIGNADO
Excelente ( Evacuación controlada)	0
Regular ( Poco control de agua)	2
Adverso ( Charco)	6

Asumimos una condición de drenaje adverso, correspondiéndole un valor de seis (6).

### Tránsito

En el presente trabajo se ha realizado el estudio del Tráfico, habiéndose determinado el Índice Medio Diario Anual IMDA igual a 23 Veh./ Día, en una proyección de 15 Años. Pero para el Diseño con el Método de WYOMING, usamos un periodo de cómputo referido a 20 años, en el cual se supone que se duplicará el tránsito, para nuestro caso, en el que la categoría de la vía es de tercera clase y que se cuenta con un índice de tráfico

determinado, de valores muy bajos, adoptamos como caso más desfavorable un flujo vehicular de 400 vehículos por día asumiendo además un 25 % de tránsito pesado, así tenemos:

Tránsito diario actual total : 400 Vehículos  
 Tránsito comercial diario actual : 100 Vehículos  
 Tránsito comercial diario al cabo de 20 años : 200 Vehículos  
 Tránsito comercial diario promedio : 100 Vehículos

Luego tomamos los porcentajes medios relativos al volumen y característicos de tráfico del STATE HIGHWAY PLANNING, se tiene conversión a cargas equivalentes a 5,000 Lbs./rueda.

**CUADRO 24: FACTOR DE TRÁNSITO**

CARGA POR RUEDAS (Lbs. )	% TCDP DIAS AÑO	F	FACTOR TRANSITO TOTAL
Menos de 3,000	97.00 x 150 x 365 x 20	1	1'062, 150
3,000 - 5,000	2.00 x 150 x 365 x 20	2	43,800
5,000 - 6,000	0.70 x 150 x 365 x 20	4	30,660
6,000 - 7,000	0.20 x 150 x 365 x 20	8	17,550
7,000 - 8,000	0.08 x 150 x 365 x 20	16	14,016
8,000 - 9,000	0.02 x 150 x 365 x 20	32	7,008
<b>TOTAL</b>			<b>1'175,154</b>

Tránsito total reducido a cargas equivalentes de 5,000 Lbs por rueda durante 20 años es de: 1'175,154. El tránsito considerado por el diseño en una sola dirección es de 587,577; Luego haciendo uso de la siguiente tabla.

TRÁNSITO REDUCIDO A CARGAS EQUIVALENTES A 5,000 Lb./RUEDAS	VALOR ASIGNADO
0 a 1 Millón	0
1 a 2 Millones	2
2 a 3 Millones	4
3 a 5 Millones	6
5 a 7 Millones	9
7 a 9 Millones	12
9 a 11 Millones	15
11 a 13 Millones	18
13 a 15 Millones	21
Mayores de 15 Millones	24

Encontramos que el valor correspondiente al factor tránsito es 0.

### **Elección de la Curva de Diseño**

Una vez determinado cada uno de los valores de parámetros considerados, estos se suman siendo el total el que determinara la curva a emplearse para el diseño del pavimento.

Así tenemos:

Por precipitación anual del lugar	= 10
Por Napa freática	= 5
Por acción de las heladas	= 0
Por condiciones generales de drenaje	= 6
Por tránsito	= <u>0</u>
<b>TOTAL</b>	<b>= 21</b>

Luego con este valor (21) Y haciendo uso del siguiente Cuadro:

**CUADRO 26: CURVA PARA DISEÑO DEL PAVIMENTO**

<b>SUMA DE VALORES ASIGNADOS</b>	<b>CURVA QUE SE DEBE EMPLEARSE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO</b>
<i>De 0 a 2</i>	4
<i>De 3 a 6</i>	5
<i>De 7 a 11</i>	6
<i>De 12 a 17</i>	7
<i>De 18 a 24</i>	8
<i>De 25 a 32</i>	9
<i>De 33 a 41</i>	12
<i>De 41 a 53</i>	15

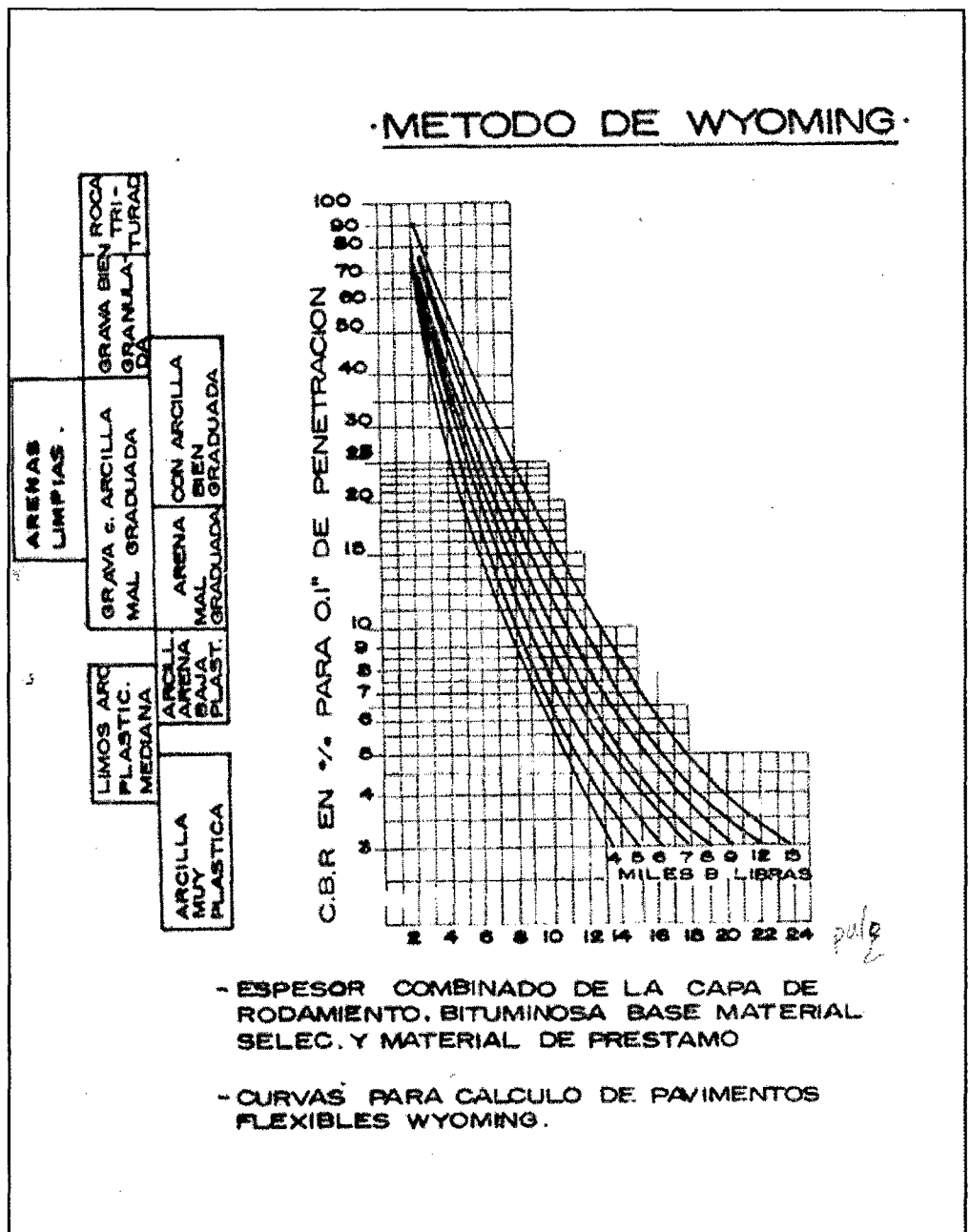
Encontramos que la curva del diseño a utilizar es el número 8, y el CBR del afirmado al 95 MDS = 27% .

### **Determinación del Espesor del Pavimento**

Luego encontramos en el ábaco del método de Wyoming,

con el número de curva de diseño y el valor de C.B.R.  
Obtenemos el espesor del pavimento.

Así tenemos:



Del km 0+000 al km 2+500

- Número de curva de diseño : 8
- CBR del terreno de fundación : 3 %
- Espesor la base : 19 Pulgadas.

**Del km 2+500 al 4+500**

- Número de curva de diseño : 8
- CBR del terreno de fundación : 9 %
- Espesor de la base : 10.5 Pulgadas.

Ahora, considerando que la carretera en estudio será del tipo afirmado debe utilizarse material seleccionado para base de la cantera estudiada cuyo CBR = 27 % determinamos el espesor de cada una de las capas, haciendo uso del **abaco de la figura 6-12.** Así tenemos:

**DISEÑO DE ESPESOR DEL Km. 0+000 al 2+500**

**Espesor de capa de rodadura ( con 27.0 % CBR ) = 7.0”**

**ESPESORES FINALES**

AFIRMADO	= 7.0” (CBR=27.00%)
Base material propio	= <u>19”</u>
<b>TOTAL</b>	<b>= 26”</b>

**DISEÑO DE ESPESOR DEL Km. 2+500 al 4+500**

**Espesor de la capa de rodadura ( con 27.0 % CBR ) = 7.0”**

**ESPESORES FINALES**

Rodadura Material seleccionado	= 7.0”
Base material propio	= <u>10.5”</u>
<b>TOTAL</b>	<b>= 17.5”</b>

**3.2.6.6.3. DETERMINACIÓN DEL ESPESOR DEL PAVIMENTO DEL “MANUAL PARA EL DISEÑO DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO”**

Se ha propuesto una mezcla de canteras de la siguiente manera:

CANTERA RIO MAYO, sector Pinto Recodo, material aluvial de río, para acceder a ésta cantera se toma un desvío que sale de la

progresiva Km 04+500 del eje de la carretera, siguiendo una trocha carrozable de 1.0Km aprox.

Potencia estimada: 40000 m3.

CANTERA LIGANTE, Km 2+500, arena arcillosa de mediana plasticidad, ésta cantera se ubica en el mismo eje de la carretera entre las progresivas 2+400 al 2+500, este mismo material podrá ser utilizado para rellenos en la conformación de terraplenes.

Potencia estimada: 11000 m3.

La mezcla propuesta será en las siguientes proporciones (al peso):

CANTERA RIO MAYO (83%), CANTERA Km 2+500 (17%),

Resultados:

GRANULOMETRIA : "Clase de tráfico T-2, 51-100 Veh."; cumple con especificación.

CBR : 53.0% a 0.1 plg. de penetración.; cumple con especificación.

INDICE PLÁSTICO : 8.70; cumple con especificación.

EQUIVALENTE DE ARENA : 55%; cumple con especificación.

**CALCULO DE LOS ESPESORES:**

TIPO DE SUBRASANTE	CLASE TRAFICO: T2 <small>IMDa: 62 - 100 vehículos            Vehículos Pesados (Bovos/Caiones) carril de diseño: 10 - 20 vehículos pesados            Número de Repeticiones de ES: 67 (Número de diseño: 7/21/24 - 12012)</small>		
	A: subrasante sin mejoramiento, pedregalo y compactado	B: con mejoramiento de subrasante con agregado por material granular en CBR > 0%	C: con mejoramiento de subrasante con aditivo de cal, cemento o químicos
	<b>S0</b> SUBRASANTE MUY POBRE CBR < 0%	600mm	200mm 300mm
<b>S1</b> SUBRASANTE POBRE CBR 0% - 5%	400mm	200mm 200mm	200mm 100mm

<b>S2</b> SUBRASANTE REGULAR CBR 6% - 10%	
<b>S3</b> SUBRASANTE BUENA CBR 11% - 15%	
<b>S4</b> CBR > 20%	
Nivel superior de la subrasante perfilado y compactado al 98% de la MDS	
Subrasante	
B: Con Mejoramiento de Subrasante con reemplazo por material granular de CBR > 6%	
C: Con Mejoramiento de Subrasante con adición de Cal, Cemento o químicos, para obtener un CBR > 6%	
Capa de Armado Tipo 2	
Nota: En caso de requerirse proteger la superficie de los caminos, podrá colocarse una capa protectora, que podrá ser una Imprimación Reforzada Bituminosa; o una Estabilización con Cloruro de sodio (sal), de magnesio; u otros estabilizadores químicos.	

### Del km 0+000 al km 2+500

- DEL CATALOGO REVESTIMIENTO GRANULAR:
- Clase de tráfico: T2
- CBR del terreno de Sub Rasante : 3 %
- Espesor del catalogo: 500 mm.

### Del km 2+500 al 4+500

- DEL CATALOGO REVESTIMIENTO GRANULAR:
- Clase de tráfico: T2
- CBR del terreno de Sub Rasante : 9 %
- Espesor del catalogo: 280 mm.

### 3.2.6.7. DESARROLLO DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

En el estudio de impacto ambiental (EIA) de la carretera se han considerado medidas preventivas y o correctivas que serán necesarios ejecutar para evitar el deterioro del medio ambiente, como también las medidas más adecuadas de apoyo comunitario para lograr conciliar los beneficios esperados del proyecto con las necesidades de la población local, las medidas se realizan con la finalidad de evaluar las repercusiones que representan los diferentes trabajos de construcción de la carretera, con respecto al medio ambiente, determinado por

potenciales efectos en el medio ambiente y el contexto socio económico del proyecto.

Como en todo cambio de relieve terrestre, efectuado por la mano del hombre, se tienen impactos ecológicos de importancia para los seres vivientes de la zona, ya que estamos alterando el medio natural en donde se desenvuelven, y a la vez obligándolos a cambiar con sus hábitos de vida o en caso extremo llevándolos a su extinción inminente.

Por tanto, se deben compensar con medidas de mitigación y contingencia para las especies afectadas, para por lo menos si no reparar (que nunca se va dar) su hábitat, al menos compensem su área necesaria de vivir libremente en este pedazo de tierra en el cual estamos inmersos.

Las obras civiles que se construirán, ocasionarán cambios en el uso del suelo, mejora de la infraestructura vial existente aledañas al proyecto, generando además en las etapas de construcción y operación del proyecto una mayor demanda de empleo, mejora en el nivel de ingresos de la población local, como también afianzará un mayor dinamismo comercial.

### **3.2.6.7.1. JUSTIFICACIÓN**

Actualmente muchos proyectos de carreteras se planifican y realizan sin un adecuado estudio de impacto ambiental, debido principalmente al reducido presupuesto con que cuenta el estado para llevarlo a cabo, y cuya adecuada aplicación incrementaría notablemente el presupuesto al momento de ejecutarse. Todo esto unido con los intereses políticos de realizarlo lo mas pronto y barato posible contribuye a descuidar la aplicación de un estudio de impacto ambiental que a la larga favorece el mantenimiento en buen estado de las carreteras.

La construcción y funcionamiento del proyecto acarreará muchos efectos al medio ambiente y la población en general que hay que prevenir, razón por la cual se realizará el estudio respectivo.

### **3.2.6.7.2. OBJETIVO DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

#### **Son objetivos del Estudio de Impacto Ambiental:**

- Analizar los impactos ambientales que tendrá la construcción del proyecto de carretera, bajo un contexto en el que el medio ambiente se le conceptúa como un sistema complejo dispuesto en el espacio y el tiempo, constituido por elementos y procesos de orden natural, social, económico y cultural.
- Permitirá el examen y la evaluación sistemática de las consecuencias ambientales del proyecto, teniendo como objetivo que las autoridades y la sociedad en su conjunto cuenten con información profunda acerca de las implicancias socio - ambientales que podrían traer como consecuencia la construcción de dicha carretera.
- Establecer un plan de manejo ambiental y proponer un plan de monitoreo que evalúe la efectividad de las medidas correctivas.
- Diseñar un plan de monitoreo cuyos sistemas de seguimiento y control permitan evaluar el comportamiento, eficiencia y eficacia del plan de manejo, así como del proyecto.
- Tomar decisiones acerca de la viabilidad del proyecto con el debido sustento técnico.

### **3.2.6.7.3. BASE LEGAL<sup>41</sup>**

Las actividades de conservación del medio ambiente relacionadas con la ejecución del proyecto, tiene sustento en la siguiente normatividad:

- La Constitución política en sus artículos 66°, 67° y 68° norma la política nacional del ambiente, sustentada en la promoción del uso sostenible de los recursos naturales y en la protección de la diversidad biológica en el ámbito del territorio nacional; asimismo,

---

<sup>41</sup> *Guía ambiental para la rehabilitación y mantenimiento de caminos rurales – MTC – Pág. (2-3).*

considera de vital importancia la conservación de las áreas naturales protegidas.

- La Ley Marco para el crecimiento de la inversión privada (Decreto Legislativo N° 757 del 08 de Noviembre de 1991), cuyo objetivo es armonizar las inversiones privadas, el desarrollo socioeconómico, la conservación del medio ambiente y el uso sostenible de los recursos naturales.
- Normas para el aprovechamiento de canteras de materiales de construcción que se utilizan en obras de infraestructura que desarrolla el estado (Decreto Supremo N° 037-96); el cual en su Artículo 1° establece que las canteras de materiales de construcción utilizadas exclusivamente para la construcción rehabilitación o mantenimiento de obras de infraestructura que desarrollan las entidades del estado.
- El Código del medio ambiente y los recursos naturales (Decreto Legislativo N° 613 del 08 de Septiembre de 1990). La promulgación de este código vino a llenar vacíos existentes en el cuerpo legal y permitió que normas preexistentes se conviertan en importantes instrumentos para una adecuada gestión ambiental.
- La ley orgánica para el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales (Decreto Legislativo N° 2683 del 25 de Junio de 1997) y ha sido establecida con el objeto de promover y regular el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, renovables y no renovables, estableciendo un marco adecuado para el fomento a la inversión.
- Decreto Supremo N° 160-77-AG, que aprueba el reglamento del título II, Capítulo II (Art. 14° y siguientes) que considera bajo el régimen de recursos forestales a las áreas necesarias para la conservación de la fauna y las que tengan especial significación por sus valores históricos paisajísticos y científicos.

- Ley general de aguas (Decreto Legislativo N° 17552), en el título II de la referida ley, prohíbe mediante artículo 22 (Cap. II), verter o emitir cualquier residuo sólido, líquido o Gaseoso, que pueda alterar la calidad de agua y ocasionar daños a la salud humana y poner en peligro los recursos hidrobiológicos de los causes afectados.
- Decreto Ley N° 27308 – Ley forestal y de fauna silvestre, en el título I, (Art. 1° y siguientes) que considera disposiciones generales de los recursos forestales a las áreas necesarias para la conservación de la fauna y las que tengan especial significación por sus valores históricos paisajísticos y científicos.
- Decreto Ley N° 25862 – Ley orgánica del sector transportes, comunicaciones, vivienda y construcción, según su Art. 23°, encarga a la Dirección General de medio ambiente, proponer la política referida al mejoramiento y control de la calidad del medio ambiente, supervisar, controlar y evaluar su ejecución.

#### **3.2.6.7.4. FACTORES AMBIENTALES DEL MEDIO**

Los factores ambientales del medio natural que serían afectados por la ejecución de la carretera son: suelo, aire, agua, medio ambiente y socio económico.

##### **3.2.6.7.4.1. ACCIONES HUMANAS DEL PROYECTO**

La vía a construirse será diseñada teniendo en cuenta todos los criterios adoptados por las Normas Peruanas de carreteras de tal forma que permitan una mejor calidad y comodidad para el transporte, así como para los transeúntes que utilicen esta vía, el proyecto no solo beneficiara a toda la población aledaña, si no también a los turistas que inmigren de otras zonas, incrementándose notablemente el potencial turístico del departamento de San Martín

Por tal motivo las acciones que corresponden para el E.I.A. Están en relación con las partidas a ejecutar y que tienen como finalidad el evaluar y corregir las repercusiones que representarán los diferentes trabajos mediante un plan de manejo ambiental en la construcción de la carretera.

Se ha realizado el seccionamiento transversal del eje cada 20 m. y en los puntos de inflexión del terreno cada 10m, en una distancia promedio de 20m a ambos lados del eje de la carretera.

Los taludes en cortes han sido asumidos según el tipo del suelo, y en relleno 1: 1.5 (V:H), con el fin de garantizar la estabilidad de los mismos.

## **CAPITULO IV: RESULTADOS**

En este Capítulo presentamos los resultados obtenidos en la investigación, los mismos que se detallan como siguen:

### **4.1. TIPO DE SUELOS**

Predomina un suelo de tipo arcilloso no apto para rellenos y condición constructiva muy óptima.

### **4.2. CARACTERÍSTICAS MÁS SOBRESALIENTES DE LA CARRETERA**

Longitud total	= 5.10 Km.
Número de curvas horizontales	= 60
Números de alcantarillas	= 31 unidades
Pendiente media	= 4.50 %

### **4.3. RESULTADOS DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

El Estudio del Impacto Ambiental nos ha permitido obtener la siguiente información:

#### **4.3.1. MATRIZ DE IMPACTO**

Mediante el criterio multidisciplinario se elaboró la matriz de impacto global durante la fase de construcción, operación y mantenimiento.

#### **A) METODOLOGIA DE CÁLCULO DE LA MATRIZ DE IMPACTO**

El cálculo de los componentes de la matriz de Inter- acción es de la siguiente manera:

En cada casillero se ubica las condiciones de magnitud e importancia, los valores oscilan entre 1 y 5.

- El valor de 5 indica que es muy importante y de muy alta magnitud.
- El valor 1 indica que es de muy baja magnitud y sin importancia.
- El signo negativo indica el impacto es negativo y el positivo que es satisfactorio para el medio ambiente .- en cualquier columna o fila de la matriz se puede contabilizar el número de impactos positivos y negativos, el medio o ponderación de impactos se realiza multiplicando la intensidad y magnitud de cada casillero y luego sumando algebraicamente el resultado negativo de las filas significa que existe un impacto negativo sobre el factor ambiental , Agua, Clima, Suelo, Flora, Fauna , Socio- Económico – Cultural y el resultado positivo indica conservación de los factores ambientales.

## **B) MATRIZ DE LA FASE DE CONSTRUCCIÓN**

Los resultados de la matriz de impacto ambiental en la fase de construcción presentan 15 impactos positivos y 9 impactos negativos

### **b.1) Impactos ambientales positivos**

En la fase de construcción sobre los factores ambientales son los siguientes:

- 128 Incremento de la mano de obra
- 62 Impacto Visual
- 36 Interacción de centros poblados
- 27 Economía regional
- 27 Disminución de la erosión hídrica
- 22 Evitar le eutrofización
- 21 Cochas adyacentes a la carretera
- 21 Aves acuáticas
- 17 Salud pública
- 12 Uso de tierras
- 11 Evitar anegamiento
- 9 Conservación de biodiversidad
- 5 Conservación de zona de reserva
- 1 Evitar accidentes carreteras.

La sumatoria total de los impactos positivos son de (+ 399 ) puntos a favor del proyecto carretero considerando medidas de control durante la construcción

## **b.2) Impactos ambientales negativos**

En la fase de construcción sobre los factores desde una concepción de preservación son los siguientes:

- 48 Causas Naturales.
- 24 Calidad de Aire.
- 17 Ruidos.
- 8 Calidad de Aguas Superficiales.
- 8 Caudal Ecológico.
- 3 Microclima.
- 3 Conservación de la Fauna Silvestre.
- 2 Conservación de la Calidad Pecuaría.
- 1 Disminución de la delincuencia.
- 0 Contaminación Atmosférica.

La sumatoria total de los impactos ambientales negativos son de ( - 114 ) Puntos en contra del proyecto carretero.

( ver Matriz de impacto en la fase de construcción)

### **LEYENDA**

<b>FACTORES AMBIENTALES</b>		<b>IMPORTANCIA</b>	<b>MAGNITUD</b>
F1	Agua	5: Muy Importante	5: Muy alta magnitud
F2	Atmósfera	4: Importante	4: Alta Magnitud
F3	Suelo	3: Medianamente Importante	3: Mediana Magnitud
F4	Flora y Fauna	2 : Poco Importante	2: Maja Magnitud
F5	Socio-Económico-Cultural	1: Sin Importancia	1: Muy Baja Magnitud

## **C) MATRIZ EN LA FASE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

Los resultados de la matriz de impacto ambiental en la fase de operación y mantenimiento presentan 15 impactos positivos y 11 impactos negativos.

### **c.1) Impactos ambientales positivo**

Los impactos de mayor a menor ponderación generados por las acciones humanas en la fase de operación y mantenimiento, desde una concepción de preservar son los siguientes:

- + 128 Incrementos de la Mano de Obra.
- + 105 Interacción de Centros Poblados.
- + 86 Economía Regional
- + 27 Uso de Tierras
- + 28 Evitar Accidentes de Carretera.
- + 27 Impacto Visual
- + 33 Conservación de la Biodiversidad.
- + 27 Conservación de la Zona de Reserva.
- + 17 Disminución de la Delincuencia.
- + 14 Conservación de la Calidad Pecuaria.
- + 12 Asentamiento.
- + 9 Conservación de la Fauna Silvestre.
- + 7 Disminución de la Erosión Hídrica.
- + 5 Evitar Anegamiento.
- + 2 Causes Naturales.

La sumatoria total de los impactos ambientales positivos es de + 523 Puntos a favor del proyecto carretero.

### **c.2) Impactos ambientales negativos**

Son los siguientes :

- 21 Calidad de Agua Superficial.
- 15 Calidad de Aire.
- 13 Ruido.
- 6 Microclima.
- 4 Salud Pública.
- 3 Evitar la Eutrofización.
- 3 Cochas Adyacentes a la Carretera.

- 3 Contaminación Atmosférica.
- 2 Aves Acuáticas.
- 2 Caudal Ecológicas.

La sumatoria total de los impactos ambientales negativos son de ( - 78 ) puntos en contra del proyecto carretero. El resultado final de la aplicación de la matriz de impacto ambiental del proyecto es de  $(523 - 78) = 445$  puntos, esto indica la factibilidad técnica ambiental considerando . Las medidas de control en la fase de operación y mantenimiento

El puntaje de impactos positivos constructiva, de operación y mantenimiento son: ( 399 y 523 ) respectivamente y los impactos negativos son de (- 114 y - 78 ) respectivamente, sumando los positivos y negativos son +922 y - 192 esto indica que mas son los beneficios a favor del entorno ambiental que generará el proyecto carretero en una relación de 5 a 1, siempre y cuando se implementen las medidas de control. Ver Matriz de Impacto Ambiental en la fase de operación y mantenimiento).

**LEYENDA**

FACTORES AMBIENTALES		IMPORTANCIA	MAGNITUD
F1	Agua	5: Muy Importante	5: Muy alta magnitud
F2	Atmósfera	4: Importante	4: Alta Magnitud
F3	Suelo	3: Medianamente Importante	3: Mediana Magnitud
F4	Flora y Fauna	2 : Poco Importante	2: Baja Magnitud
F5	Socio-Económico-Cultural	1: Sin Importancia	1: Muy Baja Magnitud

**D) FASE DE PRE CONSTRUCCION**

**D.1) Trazo y Replanteo.-** En esta acción se hará el replanteo correspondiente a todo lo largo de la vía, teniendo en consideración todos los elementos geométricos, resaltando las obras de drenaje mas importantes, se cuidara y restablecerá, si fuera necesario todos los puntos, estacas, .señales de gradientes, hitos y puntos de nivel (BM) hechos o establecidos en la obra. El replanteo se hará en una longitud de 5.10 km .

**D.2) Movilización y Desmovilización de Maquinaria pesada y Equipo.-** Los estudios definitivos determinarán el equipo necesario a ser utilizado en la obra, define la movilización del equipo mínimo que deberá estar en obra, desde la ciudad de TARAPOTO a la zona donde se ubica la obra y todo lo necesario para instalar e iniciar el proceso constructivo, así como el oportuno cumplimiento del cronograma de avance de obra. La movilización incluye además, al final de la obra, la eliminación de instalaciones y limpieza del sitio, así como el retiro de sus equipos, como se entiende se va hacer uso de maquinaria pesada para este trabajo.

**Construcción y Operación de Campamentos.-** Se preverá la construcción de infraestructura adecuada para el almacenamiento de materiales, garaje de maquinarias, mantenimiento, guardiana, oficina y SS.HH. para el personal de obra. Por ningún motivo o circunstancia los campamentos quedarán ubicados aguas arriba de las fuentes de abastecimiento de agua de núcleos poblados.

**D.3)** En la construcción de campamentos se abarcará un área aproximada de 690 m<sup>2</sup>. Todos los campamentos contarán con pozos sépticos, técnicamente diseñados, también contarán con fosa de residuos sólidos excavados a mano. Por ningún motivo se verterán aguas negras en los cuerpos de agua.

**CUADRO N° 27. Distribución de campamentos.**

<b>Ambientes</b>	<b>Área ( m<sup>2</sup> )</b>	<b>Personal</b>
Campamento de Ingenieros	10.00	2
Campamento de empleados	0	0
Campamento de operadores	0	0
Oficina de contratistas	0	0
Oficina de Supervisión	0	0
Comedor Ingenieros y empleados		
<b>Almacenes</b>	30	0
Talleres	0	0
Guardiana	10	1
<b>TOTAL</b>	<b>50.00</b>	<b>3</b>

**D.4) Cartel de Obra.-** El cartel de obra tendrá las siguientes dimensiones: 2.40m de largo por 3.60 m e alto que será construido de calamina plana por un entramado de listones de madera, las dimensiones de las letras y colores serán determinados por la entidad contratante.

## **E) FASE DE CONSTRUCCION**

En esta fase se producen los mayores impactos a los componentes ambientales, ya que se realizan modificaciones al suelo (movimiento de tierras), contaminación atmosférica (emisiones de gases, polvo, etc.) y los ruidos generados por los equipos y maquinarias.

**E.1. Roce y Limpieza de la Vegetación.-** Operación que consistirá en quitar las hiervas, arbustos del área por donde se construirá la carretera. Teniéndose cuidado con las plantas vivas que puedan ser trasplantadas a otras zonas adecuadas para su desarrollo, incluirá desenraigamiento de muñones y retiro de todos los materiales inservibles que resulten de la limpieza y deforestación.

**E.2. Movimiento de Tierras.-** Se procederá primero quitando la capa agrícola, luego la primera capa sedimentaria, luego la segunda, hasta dar con los bolones de roca, que serán retirados adecuadamente; hasta encontrar el nivel de la sub-rasante, el movimiento de tierras comprenderá las excavaciones y rellenos que deberá realizar para cimentar y alojar las diferentes estructuras proyectadas:

**El corte en material compacto**, se hará utilizando maquinaria pesada con un tractor empujador o angledozer.

**Terreno con roca fracturada, blanda y suelta**, requerirá el uso de explosivos de poco poder, como dinamita de bajo contenido de anfo. La excavación se ejecutará con cualquier equipo de excavación y transporte adecuado para el tipo de trabajo.

**Perfilado y compactación de sub-rasante en zonas de corte.-** Consiste en dar acabado y la compactación necesaria a la sub-rasante. En tramos donde el material de sub-rasante esté constituido por suelo arcilloso, limoso, arcilloso

– limoso y en general suelos plásticos y comprensibles se emplearán rodillo pata de cabra cuyas presiones no serán menor de 17.5 kg/cm<sup>2</sup> . Se terminará la compactación con rodillo cilíndrico de un peso no menor de 8 tn. En los suelos de tipo granular con arena, grava, hormigón, se usará rodillo vibratorio o neumáticos de modo que la carga de trabajo esté comprendido entre 455 kg a 910 kg por neumático.

Cuando el suelo es limoso, limo – arenoso o arcilloso, con un IP 10%, la compactación será no menor de 95% de la máxima densidad determinada según la AASHTO T-99.

**Conformación de Terraplenes.**- Consistirá en la ejecución de los rellenos, compactados o no, de las obras provisionales o permanentes.

Se realizará los reconocimientos necesarios para las áreas de préstamo con la finalidad de clasificar, determinar el volumen de materiales disponibles de cada tipo en las zonas a explorar, comprobar sus condiciones naturales y prever los procesos necesarios para adecuar dichas condiciones a requisitos exigidos por las especificaciones técnicas.

**Reposición de material orgánico.**- Consiste en colocar, esparcir y compactar los materiales seleccionados para el reemplazo de la capa de material orgánico inadecuado. Este relleno se hará cuando el material inadecuado esté completamente eliminado, fuera del alcance de las explanaciones.

**E.3. Retiro de material excedente.**- El material excedente se dejará en los botaderos ya determinados en los planos correspondientes, siendo las rocas y fragmentos de estas derivadas a obras de protección de riberas.

**E.4. Afirmado granular.**- Consiste en la colocación de una capa de afirmado según lo especificado en los planos, sobre la sub rasante, previamente perfilado y compactado, el material para afirmado deberá ser obtenido de las canteras antes mencionadas, el material deberá tener partículas chatas y alargadas, no se permitirá la presencia de basura o materia orgánica.

**E.5. Contratación de mano de obra.**- Se contratará mano de obra calificada y no calificada de la localidad, incluido los pobladores de la zona de trabajo.

**E.6. Tratamiento de taludes.-** Se trabajará de acuerdo al expediente, existiendo en este, las especificaciones para los taludes de roca fija, roca suelta, conglomerado y tierras compactas.

**E.7. Expropiación de terrenos.-** Del Km 0+000 la 0+500, aproximadamente, se tendrá la necesidad de transar entre el Municipio y los propietarios de los lotes adyacentes a la vía, para lograr el ancho exigido por el diseño de la vía.

**E.8. Desvío y canalización de causas de agua.-** Se construirá alcantarillas, con las respectivas cunetas que la vía debe de tener para el encauzamiento de las aguas pluviales, debiendo con ello no cortar su flujo, si no dirigir su optima salida.

**E.9. Extracción de material de cantera.-** Se tomara en función a las cualidades físicas y químicas del material existente en la cantera, previo a un informe del análisis del laboratorio.

## **F) FASE DE FUNCIONAMIENTO**

**F.1. Accesibilidad a la zona.-** El tránsito después de la construcción carretera será de mayor confort y seguridad para los conductores de vehículos como para los pasajeros.

**F.2. Conservación de la carretera.-** Actividad importante para sostener la fluidez del sistema de drenaje en forma debida y la carretera no sufra daños relevantes en su estructura, durante el mantenimiento se originará la acumulación del material que resulta de la limpieza en la plataforma, en las cunetas, en las alcantarillas, y demás obras del proyecto para que luego sean dispuestos adecuadamente en los botaderos, La conservación de la carretera lo realizará la entidad que se encargue de su mantenimiento.

**F.3. Tránsito de vehículos.-** Se presenta como producto directo del funcionamiento de la infraestructura vial.

## **G) FASE DE FUNCIONAMIENTO**

El estudio de la línea base estará focalizado principalmente sobre el distrito de

Amarilis teniendo en cuenta que comprende con mayor amplitud el área directa del proyecto, los datos que se pudieran requerir con mayor precisión lo dará el estudio socio económico el cual es un capítulo detallado que comprende el proyecto.

### **G.1) Área de Influencia**

#### **Área de influencia directa**

Dado el carácter lineal del proyecto y la localización puntual de sus obras complementarias, el área de influencia directa del proyecto esta asociado directamente al área del ámbito. Es decir que los impactos generados por las actividades de construcción (movimiento de tierras, acarreos, etc.) y se circunscriben en su entorno geográfico inmediato. En este aspecto también se considera los lugares invalidados por la vía.

## **H) DIAGNOSTICO DEL MEDIO FÍSICO**

### **H.1. Ubicación:**

Está ubicado en la parte NORTE del departamento San Martín.

Ubicación	:	Altitud
Punto de inicio	:	533.828 m.s.n.m.
Punto final	:	590.963 m.s.n.m.

### **H.2. Climatología:<sup>42</sup>**

La influencia del clima se define así:

#### **a) Tipo de Clima**

El ámbito del proyecto corresponde a un clima muy variado por los diferentes pisos altitudinales, según los estudios del Dr. Javier Pulgar Vidal. La zona en estudio se caracteriza por un clima primaveral.

A lo largo del año se observa dos épocas marcadas de insolación una seca

---

<sup>42</sup> Javier Pulgar Vidal. Geografía del Perú – Las ocho regiones naturales - (Pág.64).

desde Mayo a Septiembre y otra húmeda de Octubre a Abril.

#### **b) Temperatura**

El clima es ligeramente cálido y húmedo, con temperaturas promedio de: Máxima 40°C, Mínima 14°C, Media 27°C.

#### **c) Precipitación**

La Precipitación Media Anual es de 1600 mm. y la Precipitación Máxima Media Mensual es de 210 mm. estas lluvias ocurren entre los meses de Febrero, Marzo, Abril, Octubre y Noviembre principalmente.

### **H.3. Fisiografía**

“La fisiografía del área en estudio esta caracterizada por un gran paisaje aluvial, formado directamente por la acción demoledora y deposicional del viento, además de los ríos y quebradas, que han modelado el macizo rocoso hasta llegar a su actual configuración.

Esta unidad fisiográfica, esta conformada por el paisaje de llanura aluvial del cuaternario y el sub-paisaje del entorno”.<sup>43</sup>

“El relieve de los valles no son triangulares sino alargado e interrumpido por cañones que las aguas han abierto en el corazón de las rocas que sustentan las montañas, las zonas irrigadas por el agua poseen vegetación y arriba de estas las zonas son rocallosas, resacas y completamente desprovistas de condiciones naturales para la agricultura pero cuando se riega son excelentes para el cultivo de los productos tropicales y sub-tropicales.

El análisis fisiográfico ha permitido establecer las formas predominantes del relieve, identificándose tres grandes paisajes: Terrazas bajas, medias y altas”.<sup>44</sup>

#### **- Terrazas bajas:**

Caracterizada por presentar superficies planas a ligeramente onduladas y

---

<sup>43</sup> Javier Pulgar Vidal, *Geografía del Perú* (Pág. 66).

<sup>44</sup> Javier Pulgar Vidal, *Geografía del Perú* (Pág. 65).

caracterizadas por poseer capas de textura moderadamente gruesa, que cubre cerca del 10 % del área en estudio.

- **Terrazas medias:**

Ocupan un segundo nivel y no son inundables, poseen suelos aluviales más antiguos, caracterizados por que en los horizontes o capas predomina la fracción arcilla, quedando relegadas a un segundo plano las fracciones limo y arena. Ocupa el 30% del área total.

- **Terrazas altas:**

Estos paisajes ocupan zonas más alejadas del cauce medio del río Huallaga, colindan con el paisaje calinoso, poseen los suelos más antiguos, en donde el perfil ha adquirido características verticales por la predominancia de arcilla compacta y rocas fijas o sueltas. Ocupa el 60 % del área total.

#### **H.4. Ecología<sup>45</sup>**

De acuerdo a las características de clasificación de zonas de vida del Dr. L.R. Holdridge, que se fundamenta en criterios bioclimáticos, en el área de influencia del estudio se han identificado cuatro(4) zonas de vida:

**El bosque seco – Montano Bajo Tropical (bs-MBT):** la vegetación natural ha sido sustituida en gran parte por cultivos a secano.

**El bosque húmedo – Montano Tropical (bh-MT):** La vegetación también ha sido sustituida por el desarrollo de las actividades de ganadería y recolección de leña; presenta comunidades arbustivas que crecen sobre un estrato herbáceo perenne, mayormente de tipo graminal, el estrato herbáceo está presente en los límites altitudinales superiores.

**El bosque muy húmedo – Montano Tropical (bmh-MT):** La vegetación natural esta representada por comunidades arbustivas que crecen sobre un estrato herbáceo perenne, mayormente de tipo graminal.

---

<sup>45</sup> L.R. Holdridge. *Geografía del Perú – Clasificación de zonas de vida. P-14*

**El páramo pluvial – Subalpino Tropical (pp-SaT):** La vegetación esta constituida por una abundante mezcla de asociaciones de herbáceas, mayormente gramíneas perennes.

## **H.5. Geomorfología**

Dentro de los ambientes geomorfológicos que se encuentran en el área de influencia de la obra, podemos mencionar:

- a) **Áreas de colinas altas.-** De relieves muy abruptos en mayor parte del tramo, con laderas escalonadas y pendientes que van de empinadas a muy empinadas.
- b) **Áreas de colinas bajas.-** Es el nivel que en menor proporción se encuentra en la zona de estudio, con relieves bajos y pendientes que van de 15 a 30 o/o. La morfodinámica esta compuesta por rocas sedimentarias, arcillosas y blandas, es una zona que presenta ondulaciones de menor pendiente.

## **H.6. Suelos**

La clasificación de tierras incluye tierras de calidad agrológicas entre baja a media y limitaciones edáficas y de erosión (A2s y A3se); y tierras aptas para pastos y para protección (P3sec, Xse) limitadas por suelos, erosión y clima, inapropiada para la explotación forestal.

Estos suelos tienen la particularidad que al cortar los árboles y talados los matorrales se reproducen con gran dificultad y generalmente los suelos se convierten en desiertos sin vegetación.

### **Uso actual del suelo**

En cuanto a las condiciones actuales, se ha observado que los pobladores del área de influencia directa, utilizan los suelos para realizar cultivos en limpio de papa, maíz (en poca escala). También es común encontrar zonas con suelos para pastoreo utilizado para la producción agropecuaria.

## **H.7. Actividad sísmica<sup>46</sup>**

De acuerdo al mapa de zonificación sísmica del Perú, el área de ubicación del proyecto le corresponde a la ZONA SÍSMICA 2, que es la zona de sismicidad media y por ende es conveniente tener en cuenta este parámetro al momento de realizar la construcción de la carretera contemplando, de manera adecuada, la sismicidad del área en estudio, esto significa no dejar tramos que tengan taludes inestables, por lo que el medio ambiente puede ser perturbado por un sismo que ocurra en el futuro.

## **H.8. Litología**

La característica edifica principal en el área esta dada por la presencia de suelos derivados de materiales coluviales, originado a partir de materiales sedimentarios holocenillos recientes y sub-recientes, suelos arcillosos, limosos muy plásticos de variada litología, conformados por areniscas gneis, filitas y lutitas, transportados y depositados en forma local por la acción combinada del agua de escorrentía y la gravedad. Se distribuyen en las partes altas y medias de formaciones montañosas, constituyendo depósitos planos, depósitos de laderas y superficies deprecionadas.

## **ii) DIAGNÓSTICO DEL MEDIO BIOLÓGICO**

### **ii.1. Flora**

Según el Mapa Ecológico del Perú, publicado por ONERN en 1976 el área de influencia ambiental pertenece a la zona de vida BOSQUE SECO TROPICAL.

La flora natural está conformado mayormente por el estrato intermedio es el más denso y el soto bosque está compuesto por plantas arbustivas y herbáceos dispersas.

En general el porcentaje mayor del bosque está conformada por dos estratos arbóreos.

---

<sup>46</sup> *Normas peruanas de estructuras – A.C.I. (Pág.62).*

### **Estrato intermedio.**

Más denso en población pero con árboles delgados cuyos diámetros escasamente alcanzan 60 cm (en mayor escala en el área directa del proyecto).

### **El estrato inferior o Sotobosque**

Está compuesto por plantas arbustivas y herbáceas muy dispersas que permiten el ingreso al bosque sin dificultad.

Resumiéndose en un cuadro sinóptico de los biotipos que abundan en el ámbito del proyecto.

### **CUADRO N° 28. FLORA.**

<b>NOMBRE COMUN</b>	<b>NOMBRE CIENTIFICO</b>
Retama	<i>Spantium junseum</i>
Cabuya blanca	<i>Foureroya sp.</i>
Maguey	<i>Agave americana</i>
Eucalipto	<i>Eucaliptos globulus</i>
Pitajaya	<i>Haageo cereus backed</i>
Chamana	<i>Dodonea viscosa</i>
Curis	<i>Cereus macrostivas</i>
Chuna	<i>Novo espostoa lanata</i>
Tara	<i>Caesalpineia spinosa</i>
Molle	<i>Schinus molle</i>
Huarango	<i>Acacia macracantha</i>
Huaranhuay	<i>Tecoma Sambucifolia</i>
Chilca	<i>Baccharis polyantha</i>
Tarhui	<i>Lupinus ballianus</i>
Tasta	<i>Escallonia myrtilloides</i>
Chachacomo	<i>Escallonia resinosa</i>
Pastos	<i>Fetusca</i>
Aliso	<i>Alnus jorullensis</i>
Ichu	<i>Festusca sp.</i>

### **Usos de las Especies más Importantes**

**Molle.-** Planta arborescente de tronco rugoso y a veces retorcido de hasta 5m de altura, con la melaza de su fruto se hace una bebida dulce refrescante y diurética llamada Upi, cuyo fermento se llama chicha de molle.

**Cabuya Blanca y Cabuya Azul.-** Es la planta de mayor utilidad para la vestimenta de los habitantes, de su fibra se hace una pita o hilo, sus espinas se utilizan como aguja, la flor (maguey) es alimento, de su sabia se hace una bebida alcohólica.

**Eucalipto.-** De sus hojas se prepara una infusión, su tronco es utilizado como leña. Es de rápido crecimiento.

A continuación se muestran algunos biotipos de flora mas comunes encontrados en el área de influencia del proyecto.

## **ii.2. Fauna Silvestre**

En el Ecosistemas del ámbito de influencia se estima la existencia de las siguientes especies:

### **a) Aves**

Halcón peregrino *Falco peregrinus*

Es importante que la fauna en la zona de influencia del proyecto es muy escasa

## **Salud**

Las actividades de construcción de la carretera pueden desencadenar la aparición de diferentes enfermedades si no se toman las medidas preventivas del caso. Durante el desarrollo del proyecto pueden activarse algunos factores desencadenantes de enfermedades como la existencia de charcos y la emanación de partículas de polvo.

### **Enfermedades principales**

- Enfermedades respiratorias: gripe, tos, bronquitis.etc.
- Enfermedades diarreicas e infecciones estomacales.
- Enfermedades transmisibles: Hepatitis
- Parasitosis.
- Enfermedades de la piel.

- Enfermedades de la sangre
- Cavidad bucal.
- Anemias y desnutrición.

Existen programas de atención a enfermedades principales, planificación familiar, control de tuberculosis y desnutrición.

#### **Posibles causas**

- No hierven el agua.
- Proliferación de insectos.
- Falta de saneamiento básico
- Ingieren aguas contaminadas
- Cambios bruscos de las condiciones ambientales.
- Traumatismo

## **4.4. RESULTADOS DEL ESTUDIO DEL SUELO**

### **4.4.1. CARACTERÍSTICAS DEL SUB - SUELO DEL TERRENO DE CIMENTACIÓN**

A continuación se presenta la descripción litológica del sub-suelo en base a los perfiles Estratigráficos confeccionados de acuerdo a la información de campo y pruebas de laboratorio.

C-1 M-1 Km 0+020. (Prof. 0.10-0.70 m.)

Limo inorgánico de plasticidad alta, color gris, húmedo, de consistencia suave, tenacidad baja, resistencia baja al estado seco.

C-1 M-2 Km 0+020. (Prof. 0.70-1.10 m.)

Limo inorgánico de plasticidad muy alta, color marrón oscuro, húmedo, de consistencia suave, tenacidad baja, resistencia baja al estado seco.

C-1 M-3 Km 0+020. (Prof. 1.10-1.50 m.)

Arcilla inorgánica de plasticidad alta, de consistencia media, resistencia alta al estado seco, tenacidad alta.

C-2 M-1 Km 0+500. (Prof. 0.00-0.60 m.)

Limo inorgánico de plasticidad muy alta, color marrón, húmedo, de consistencia suave, tenacidad baja, resistencia baja al estado seco.

C-2 M-2 Km 0+500. (Prof. 0.60-1.50 m.)

Arcilla inorgánica de plasticidad media, de consistencia media, resistencia media al estado seco, tenacidad baja.

C-3 M-1 Km 1+000. (Prof. 0.10-0.50 m.)

Arcilla inorgánica de plasticidad alta, de consistencia media, resistencia alta al estado seco, tenacidad alta.

C-3 M-2 Km 3+000. (Prof. 0.00-1.50 m.)

Arcilla inorgánica con arena, de plasticidad media, resistencia media al estado seco, tenacidad media.

C-4 M-1 Km 1+500. (Prof. 0.00-0.45 m.)

Arcilla inorgánica arenosa, de plasticidad media, resistencia media al estado seco, tenacidad media.

C-4 M-2 Km 1+500. (Prof. 0.60-1.50 m.)

Arena arcillosa, de compactación media.

C-5 M-1 Km 2+000. (Prof. 0.10-0.45 m.)

Arcilla inorgánica de plasticidad alta, resistencia alta al estado seco, tenacidad alta.

C-5 M-2 Km 2+000. (Prof. 0.45-1.50 m.)

Arena arcillosa, de compactación media.

C-6 M-1 Km 2+500. (Prof. 0.20-1.50 m.)

Arena arcillosa, de compactación media.

C-7 M-1 Km 3+000. (Prof. 0.00-0.40 m.)

Arcilla inorgánica de plasticidad media, resistencia media al estado seco, tenacidad media.

C-7 M-2 Km 3+000. (Prof. 0.40-1.00 m.)

Arcilla limosa inorgánica de plasticidad baja, resistencia media al estado seco,

tenacidad baja.

C-7 M-3 Km 3+000. (Prof. 1.00-1.50 m.)

Arcilla inorgánica de plasticidad media, resistencia media al estado seco, tenacidad media.

C-8 M-1 Km 3+500. (Prof. 0.10-1.50 m.)

Arcilla inorgánica arenosa de plasticidad media, resistencia media al estado seco, tenacidad media.

C-9 M-1 Km 4+000. (Prof. 0.10-0.40 m.)

Arcilla inorgánica arenosa, de plasticidad media, resistencia baja al estado seco, tenacidad baja.

C-9 M-2 Km 4+000. (Prof. 0.40-1.50 m.)

Arena arcillosa de compactación suave.

C-10 M-1 Km 4+500. (Prof. 0.45-1.50 m.)

Arcilla inorgánica de plasticidad media, resistencia media al estado seco, tenacidad media.

#### **4.4.2. NIVEL FREÁTICO**

Se evidenció nivel de napa freática alta en los siguientes calicatas:

C-2 : 0.95 m.

C-3 : 2.00 m.

C-5 : 0.80 m.

##### **a) Resultados de Resistencia de Suelo**

En resumen, los suelos predominantes son los suelos finos de matriz arcillosa variando desde mediana a altamente plásticos

##### **b) Valor Relativo Soport (C.B.R) De los Suelos del Terreno De Fundación**

Para evaluar la calidad del suelo del Terreno de fundación se ha ejecutado en el

laboratorio, pruebas C.B.R. realizados al 95% de su Densidad Máxima Seca del Proctor, con muestras representativas de Suelo

Los valores obtenidos del C.B.R varían entre 3% -9.0%

Los valores tomados para los diseños de espesores fueron obtenidos de los promedios de los CBRs de los km 0+000 al 2+500 y 2+500 al 5+100 con 3% y 9% respectivamente.

#### **4.5. RESULTADOS DEL ESTUDIO DE CANTERA**

Afin de determinar el material que se debe emplear en la construcción de la Sub – Base ó (Capa de Afirmado); Base de pavimento, se estudio los depósitos de suelos de las Canteras: Cantera del Rio Mayo, cerca al Puente Bolivia.

#### **4.6. RESULTADOS SOBRE EL TRÁFICO PROYECTADO**

Del el estudio del Tráfico, habiéndose determinado el Índice Medio Diario Anual IMDA igual a 22 Veh./ Día, en una proyección de 15 Años., para nuestro caso, en el que la categoría de la vía es de tercera clase y que se cuenta con un índice de tráfico determinado, de valores muy bajos, adoptamos como caso más desfavorable un flujo vehicular de 400 vehículos por día asumiendo además un 25 % de tránsito pesado, así tenemos :

- Tránsito diario actual total : < 400 Vehículos

#### **4.7. RESULTADOS DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO**

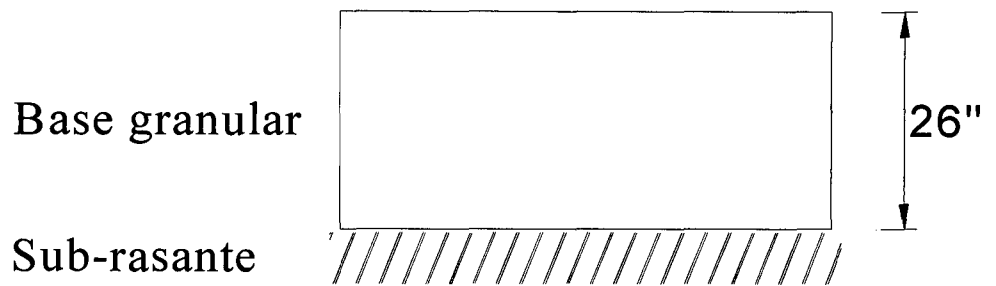
##### **4.7.1. DEL DISEÑO REALIZADO POR EL MÉTODO DE WYOMING**

###### **ESPESORES FINALES DEL 0+000 AL 2+500**

Base con Material seleccionado = 7.0" (CBR=27.00%)

Base material propio = 19"

**TOTAL = 26"**

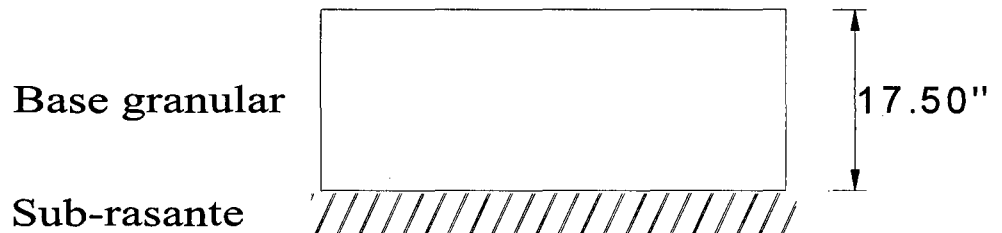


**DISEÑO DE ESPESOR DEL Km. 2+500 al 5+100**

**Esesor de la capa de rodadura ( con 42.0 % CBR ) = 7.00"**

**ESPESORES FINALES**

Rodadura Material seleccionado	=	7.0"
Base material propio	=	<u>10.5"</u>
<b>TOTAL</b>	=	<b>17.50"</b>



**4.7.2. DEL DISEÑO REALIZADO CON AYUDA DEL "MANUAL PARA DISEÑO DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO"**

Nos da los siguientes resultados :

**CÁLCULO DE LOS ESPESORES:**

**Del km 0+000 al km 2+500**

- DEL CATALOGO REVESTIMIENTO GRANULAR:

- Clase de tráfico: T2 menos de 400 vehiculos
- CBR del terreno de Sub Rasante : 3.00 %
- Espesor del catalogo: 500 mm.

**Del km 3+000 al 15+500**

- DEL CATALOGO REVESTIMIENTO GRANULAR:
- Clase de tráfico: T2 menos de 400 vehículos
- CBR del terreno de Sub Rasante : 9.00 %
- Espesor del catalogo: 280 mm.

## **CAPITULO V: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

### **5.1. MEDIDAS DE CONTROL SOBRE IMPACTO AMBIENTAL**

- Realizar el inventario de las propiedades que podrían ser afectados por ejecución de las obras.
- Trasladar la tierra acumulada por corte o desperdicios por construcción a lugares específicos (Botaderos) donde no entorpezcan la visión paisajística, este material suelto será compactado por pisos y se le agregara una capa de 20 cm. De materia orgánica para luego revegetalizar con especies como la retama, el cual es una planta de rápido crecimiento.
- Para evitar la inmisión de polvo y partícula, la pérdida de materiales y la consiguiente acumulación de desechos en la carretera, que se pueden producir durante el transporte de materiales de las canteras a las obras, y de estas a los botaderos, se recomienda: Evitar el exceso de carga de materiales en las tolvas de los volquetes, utilizar una cobertura de lona en la tolva a fin de cubrir el material y evitar las caídas, humedecer las zonas de carguío y manejo de material, mediante la utilización de camión cisterna.
- Eliminar suelo contaminado enterrándolo a más de 2 metros de profundidad como disposición final.
- Evitar la evacuación de desperdicios de hidrocarburos (petróleo, aceites).
- En cuanto al manejo de lubricantes y aceites se propone capacitar al personal encargado de manejo de aceites y lubricantes, y disponer que siempre sean ellos los que efectúen el manejo de lubricantes.
- Recolectar y reciclar los lubricantes.
- Para los vertidos accidentales de aceites y lubricantes se recomienda humedecer la zona donde han ocurrido los vertidos de lubricantes y remover lo antes posible el material afectado.

- Colocar letreros en los lugares donde se ubique las maquinas, indicando la prohibición verter aceites, grasas y lubricantes al piso.
- Proteger las áreas de cambio de aceite, con calaminas impermeables cubiertas de hormigón o arena.
- No arrojar desperdicios sólidos a las corrientes de las Quebradas y afluentes cercanas al área de influencia del proyecto. Éstos se depositarán adecuadamente en un pequeño relleno sanitario.
- Durante la etapa de construcción se requiere la construcción de letrinas sanitarias para el personal de obra.
- La reducción del ruido en la fuente del motor se puede atenuar instalando escapes adecuados (silenciadores), como dispositivos de absorción.
- Si el ruido es perjudicial para los trabajadores es decir si sobrepasa los 85 Decibeles emplear dispositivos de bloques y absorción como son los tapones y orejeras para evitar problemas de salud, y realizar un control medico periódico.
- Evitar el horario en trabajo nocturno, principalmente de las 22 a las 07 horas con la finalidad, no afectar el descanso de los pobladores.
- Para evitar la contaminación del aire por la emisión de gases de combustión por el funcionamiento de la maquinaria, se recomienda hacer un mantenimiento oportuno a estos vehículos es decir recomendar a los propietarios de vehículos mantener un buen estado el sistema de combustión de sus motores.
- Todo vehículo de circulación deberá contar con los sistemas de purificación y expulsión de gases nocivos a la atmósfera.
- Evitar en lo posible la quema de desperdicios como plásticos, llantas y Malezas.
- Evitar el derrame innecesario de concreto al momento del vaciado de las obras de arte y drenaje.
- Se debe compactar el lecho de la carretera por donde se hará el traslado de los materiales y evitar la erosión y el asentamiento de suelos.

- Durante el trazo y replanteo de la carretera ver la factibilidad de evitar cortes profundos en el talud; Esta medida trae como consecuencia positiva: Menos movimiento de tierras, menos superficie de terrenos expuestos a erosión, desplazamientos que se pueden controlar.
- La ubicación de canteras de preferencia debe estar fuera de las áreas de desarrollo del proyecto.
- Para el tratamiento de las canteras utilizadas por el proyecto se debe guardar la capa superficial de materia orgánica que se retira de las canteras, para que después de usar el material en las obras, pueda volver a cubrirse la cantera con la materia orgánica y de esa manera facilitar la regeneración de la vegetación.

#### **5.1.1. MEDIDAS DE CONTROL Y MITIGACIÓN EN EL MEDIO BIOLÓGICO.**

- Prohibición de la extracción de especies de valor comercial de las áreas correspondientes a los bosques primarios.
- Colocar avisos orientados a proteger los recursos naturales y el medio ambiente.
- Elaborar un manual de educación ambiental (a cargo del contratista de la obra), orientado a fundamentar la necesidad de proteger los recursos naturales.
- Para mitigar la erosión, se hará el mantenimiento de cunetas y alcantarillas, así mismo se hará el despeje de los causes de avenidas
- Señalización de límites de actividades agropecuarias y área de construcción, considerando el derecho de vía se demarcara con hitos el límite de actividades agropecuarias a 70 m ambos lados de la carretera.
- No está permitido la tala de especies arbóreas para leña o con fines de construcción.
- Tala selectiva de puntales para encofrado, sin comprometer significativamente la biomasa vegetal.
- Al construirse los accesos a canteras, determinar una ruta de tal manera que se evite las áreas que son, por su naturaleza inestables.
- Minimizar en lo posible el área de desbroce y tala de arbustos vegetal durante la construcción de la carretera.

- La preservación y uso racional de la flora existente del ámbito del proyecto dependerá del número de personal con el nivel de capacitación del mismo.
- Se propone campañas de educación para la conservación de paisajes naturales e incentivar el ecoturismo, proponiendo el adecuado manejo de los recursos naturales.
- Clausura del microrelleno sanitario, con el propósito de dejar el área fuera de contaminación por focos infecciosos y recuperar su aspecto original, esto se hará mediante el entierro de los pozos.
- Para la protección de los taludes se debe establecer los niveles adecuados de pendiente a fin evitar la sobrecarga de los taludes y el consiguiente deslizamiento.
- Plantación forestal en los bordes a ambos lados de la carretera, es decir se debe aplicar un programa de reforestación, se propone la revegetalización de estas áreas críticas con especies arbustivas y arbóreas tales como:

#### **CUADRO N° 29: PLAN DE REFORESTACIÓN**

<b>ESPECIE</b>	<b>N° DE PLANTAS</b>	<b>DISTANCIAMIENTO (m)</b>	<b>ha</b>
Chilca	1000	3x4	0.5
Molle	200	3x3	2
Retama	2000	3x3	1.5
Tuna	500	2x2	1
Magüey	700	2x 1.5	0.45
<b>TOTAL</b>	<b>4400</b>		<b>5.45</b>

Estas especies se plantarán en las zonas más críticas a lo largo de la vía (progresivas irán de la progresiva ( 2+500 al 6+300).

Se adoptaron este tipos de especies por ser estas de rápido crecimiento y perceptibles a los climas de estas zona.

#### **5.1.2.MEDIDAS DE CONTROL Y MITIGACIÓN EN EL MEDIO SOCIOECONÓMICO.**

- Utilización de mano de obra local, con la finalidad de incrementar el ingreso económico de los pobladores donde se construirá la carretera y mejorar sus

condiciones de vida, se recomienda utilizar en forma preferencial y cuando los requerimientos del trabajo no exijan especialización, la mano de obra local.

- Promocionar la actividad empresarial.
- Educación en saneamiento básico a la población.
- Promover cursos sobre seguridad en el trabajo, medio ambiente y salud.
- Asignar responsabilidades a los beneficiarios del proyecto para que asuman el compromiso de cuidar la infraestructura del proyecto.
- Se realizara charlas ambientales a la comunidad beneficiaria, el cual consistirá en la participación de los pobladores en la conservación de las medidas de mitigación que se implanten.
- Ayuda de diversa índole al municipio local.

### **5.1.3. PLAN DE MONITOREO AMBIENTAL**

El plan de monitoreo ambiental se orienta al conjunto de acciones organizadas en tiempos y recursos para evaluar el cumplimiento y adecuación PMA del EIA del presente proyecto.

Con el presente plan se pretende velar el cumplimiento del PMA, verificar las condiciones ambientales y verificar las prácticas ambientales del personal que ejecuta el proyecto, para lo que se considera los siguientes componentes:

- Los parámetros
- El lugar o los puntos de monitoreo
- La frecuencia
- Los costos

A continuación planteamos:

#### 5.1.4. PLAN DE CONTINGENCIA

**Alcance del plan.-** El presente plan es de carácter local.

De los métodos para evaluar las áreas que pudieran verse afectadas, se determinará la naturaleza y magnitud de la emergencia, si ésta emergencia pone en riesgo la vida de la población, si se han puesto en acción las brigadas de emergencia.

De las instrucciones, para prevenir o enfrentar las situaciones.

Dirigida por brigadas de seguridad integradas por líderes de la población, el procedimiento de respuesta individual e inmediata en las situaciones de emergencia es:

- a) Dar alarma sobre presencia de un siniestro.
- b) Iniciar en forma individual las acciones de control.
- c) Desarrollar las acciones tendientes a la mitigación del siniestro.
- d) Prestar auxilio a los que hayan sido afectados por el siniestro.
- e) Colaborar con las brigadas cuando estas se hayan presentados.
- f) Actuar en los grupos de apoyo según lo establecido en los planes locales y de emergencia.
- g) Quedar a disposición del jefe de emergencia.

#### MAQUINARIA Y EQUIPO

Se contará con maquinaria y equipos adecuados en las instalaciones del proyecto.

- a) **Maquinaria pesada.-** Se propone que el proyecto cuente con un equipo de maquinaria pesada disponible para el mantenimiento de caminos de acceso, para la remoción de escombros en caso de deslizamientos.
- b) **Equipo e instrumentos de primeros auxilios.-** Estos equipos deben ser livianos a fin de que puedan transportarse rápidamente, también se recomiendan medicamentos para primeros auxilios, cuerdas, cables, camillas, vendajes, tablillas.

- c) **La Brigada contra Incendios.**- Estará provistas de trajes contra incendios, provistos de cascos botas, guantes.
- d) **Equipos de protección personal.**- La compra de equipos de protección se realizara teniendo en cuenta su calidad, resistencia, duración, comodidad y su finalidad.

## **ORGANIZACIÓN Y RESPONSABILIDAD.**

El personal del proyecto se mantendrá en estrecha coordinación con la población organizada.

Respecto a las capacitaciones, la población del ámbito estará capacitada para enfrentar las situaciones de emergencia, en cuanto al entrenamiento del personal en técnicas de emergencia se deberán tener las siguientes consideraciones:

- a) Se deberá establecer una oficina de seguridad e higiene ambiental del proyecto, con la finalidad de que elabore el análisis de riesgo de acuerdo a ello, se establecerán brigadas especiales y el tipo de entrenamiento que necesitará el personal, así como la elaboración del plan de emergencias.
- b) La capacitación y entrenamiento debe estar dirigida hacia: primeros auxilios, seguridad e higiene ambiental, contra incendios y plan de evacuación.
- c) La designación de los miembros de las brigadas debe ser comunicada a todo el personal, así como las responsabilidades de cada una de ellas en los casos de emergencia.
- d) Con la finalidad de comprobar la eficiencia del sistema de prevención se harán simulacros de manera periódica como mínimo dos veces al año.

### **5.1.5. PLAN DE SEGURIDAD E HIGIENE AMBIENTAL**

#### **A. Objetivos**

Cumplir con las políticas establecidas por el proyectista en lo que se refiere a la salud y seguridad de sus trabajadores contratistas y terceros a fin de brindar la

real importancia de la protección de la salud del trabajador, así como proteger al medio ambiente de agentes ambientales.

## **B. Alcances del plan de seguridad e higiene ambiental**

Los alcances de este plan de seguridad y salud ocupacional comprenden:

- B.1. Cumplir con la reglamentación nacional en temas ambientales y de seguridad vigentes para el desarrollo de este tipo de proyecto.
- B.2. Cumplir con las recomendaciones del estudio de impacto ambiental para el desarrollo del proyecto dentro de un marco de desarrollo sostenible; garantizando la preservación de la calidad ambiental (aire, agua, suelo, fauna).
- B.3. Minimizar ruidos y efectos adversos que contribuya con este agente ambiental.
- B.4. Implementar los aspectos organizacionales de medio ambiente y seguridad durante el desarrollo del proyecto.
- B.5. Capacitar al personal que conforma la brigada de emergencias en los aspectos de manejo, mitigación de impactos ambientales y prevención de riesgos atribuibles al proyecto.
- B.6. Implementar un programa de capacitación para jefes de proyecto, supervisores y personal operativo.
- B.7. Establecer lineamientos para la evaluación de riesgos y prevención de pérdidas de las actividades programables.
- B.8. Inspección y diagnóstico de los aspectos de seguridad y medio ambiente durante el desarrollo del proyecto.
- B.9. Implementar el programa de seguridad e higiene que debe ser aplicado en todas las etapas de desarrollo del proyecto.
- B.10. Visitas periódicas del Ministerio de Salud al campamento de trabajadores.
- B.11. Infundir en los trabajadores respeto a los lugareños.

B.12. Exigir cultura ética a los trabajadores.

### **5.1.6. PLAN DE CIERRE O ABANDONO**

La ejecución de un plan de abandono requiere de consideraciones tanto técnicas como sociales, para lo cual es de suma importancia analizar y correlacionar la ubicación de los espacios utilizados durante la construcción y el uso final que tendrá el área, de acuerdo con los planes de las autoridades locales.

En tal sentido, el plan de abandono comprenderá las siguientes acciones:

#### **Acciones previas:**

Están referidas a la decisión sobre espacios que pueden haber sido modificadas como consecuencia de las actividades de construcción de la carretera.

#### **Retiro de las Instalaciones y maquinarias**

El retiro de las instalaciones debe considerar la remoción de todas las edificaciones construidas en el marco de las obras de construcción de la carretera, así mismo deberán ser retiradas todas las maquinas que estén operativas o no, los desechos de materiales, los depósitos y cilindros, y todo lo que haya sido utilizado en el proceso constructivo.

#### **Restauración del lugar**

El plan de abandono también estipula la restauración del lugar, aspecto que deberá estar orientado a devolver las condiciones normales de las áreas ocupadas durante el proceso constructivo.

En tal sentido, la restauración deberá analizar y considerar las condiciones originales del ecosistema y tendrá que ser planificado de acuerdo al destino final del terreno, por tanto puede darse el caso que cierta infraestructura, en caso de ser la apropiada y contar con el visto bueno de las partes, podría ser utilizadas en actividades educativas o salud.

## **5.2. MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTO**

- Esta cantera se puede utilizar como mejoramiento de sub rasante en los tramos arcillosos del proyecto, compactando al 95% de su densidad Máxima del Proctor.
- La velocidad adoptada para la elaboración de la presente propuesta, es de 30 Km./h. La cual satisficiera las necesidades del trafico y se adopta al tipo de relieve del terreno de la zona.
- Los radios se han adoptado en función a la velocidad directriz y las condiciones topográficas del terreno, siendo necesario adoptar radios con longitudes iguales al mínimo excepcional.
- Las pendientes máximas esta dentro del rango permisible y la mínima se adopto debido a que el drenaje en estos tramos esta garantizada.
- La sección transversal corresponde al ancho mínimo, en la cual esta incluido la superficie de rodadura, las bermas y el sobre ancho en las curvas.
- El tipo de pavimento a utilizar es pavimento flexible con base de material granular seleccionados, teniendo en cuenta su bajo costo inicial, la disponibilidad de los agregados y facilidad en el mantenimiento.
- Se opto por alcantarillas de tubería metálica corrugada por su fácil armado y colocado, con diámetros mínimo de 36", para garantizar la facilidad en el mantenimiento de los conductos.

## **5.3. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS**

La contrastación de la hipótesis se hizo en relación a los resultados obtenidos los cuales están basado en los efectos medio ambientales y socioeconómico que tendrá la mejora de esta ruta Tabalosos - Pinto Recodo, permitiendo haberse realizado un Diseño Geométrico y de Pavimento acorde y de acuerdo a los reglamento y normas que establecen los organismo tales como el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

## **CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1. CONCLUSIONES**

- La construcción de una vía de comunicación de cualquier tipo, para un pueblo es sinónimo de nuevas formas de vida en los diferentes aspectos es por ello que basándome en este argumento presentamos este modesto trabajo para que de alguna manera aporte al progreso de los pueblos que una esta carretera.
- El diseño de una carretera no es solamente diseñar las dimensiones de los diferentes componentes geométricos, sino que involucre el diseño del pavimento y el diseño del sistema de drenaje.
- El sistema de drenaje es el problema de mayor importancia en la construcción de una carretera, pues de su ubicación y diseño dependerá el normal desenvolvimiento del transporte.
- La presente propuesta de diseño para la construcción de la carretera, cumple los principales objetivos de todo proyecto: seguridad economía y estética.
- Del Diseño Realizado con ayuda del “MANUAL PARA DISEÑO DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO”, nos da los siguientes resultados:

#### **CALCULO DE LOS ESPESORES:**

##### **Del km 0+000 al km 2+500**

- DEL CATALOGO REVESTIMIENTO GRANULAR:

- Clase de trafico: T2 menos de 400 vehiculos

- CBR del terreno de Sub Rasante : 3 % (regular)

- Espesor del catalogo: **500 mm.**

##### **Del km 2+500 al 5+100**

- DEL CATALOGO REVESTIMIENTO GRANULAR:

- Clase de tráfico: T2 menos de 400 vehiculos
- CBR del terreno de Sub Rasante : 9 % (pobre)
- Espesor del catalogo: **280 mm.**
- La construcción y posterior funcionamiento de la carretera incrementará el potencial turístico y mejorará los servicios de los pueblos aledaños.
- Los impactos positivos detectados en el presente estudio sucederán más en la fase de funcionamiento.
- El movimiento de tierras será de considerable magnitud.
- Por el momento en que se manifiestan los impactos serán de corto plazo y algunos inmediatos.

## 6.2. RECOMENDACIONES

- Al aspecto geométrico se deberá ejecutar de acuerdo a lo estipulado en los planos, salvo alguna variante por motivo de fuerza; pero se deberá hacer prevalecer lo técnico a lo económico.
- En el aspecto constructivo se tendrá sumo cuidado en la calidad de los materiales debiendo ser estos de primera calidad y cumplir con los requisitos mínimos exigidos para este tipo de obra.
- Como las carreteras están permanentemente expuestas a las inclemencias del tiempo y a la influencia de las cargas, es necesario un mantenimiento periódico.
- Para el espesor del pavimento se ha tomado los valores obtenidos por el método del Instituto del Asfalto por tratarse de una carretera de IMD menor de 400 vehículos por día.
- Se debe evitar en lo posible la generación de impactos negativos durante la construcción del proyecto.
- Evitar el desbroce innecesario de especies arbóreas cercanas a la infraestructura de la carretera.

- Implementar un plan de mantenimiento de la infraestructura vial dándole énfasis al sistema de drenaje, puesto que estadísticamente está demostrado que el agua es el mayor causante de daños y destructor de caminos.
- Restauración de cantera utilizada.

## CAPITULO VII: BIBLIOGRAFÍA

1. FRANCO REY, Jorge; NOCIONES DE TOPOGRAFÍA, CARTOGRAFÍA Y GEODESIA.
2. FRENCH, Richard B, "Hidráulica de Canales Abiertos".
3. GUERRA GONZÁLEZ, Freder Alberto "Estudio a nivel de construcción de la carretera Huancabamba-Tuluce, tramo: Guardalapa-Tuluce"; Trujillo-2002.
4. IBÁÑEZ, Walter "COSTO Y TIEMPO EN CARRETERAS" – 1992.
5. INSTITUTOD DE LA CONSTRUCCIÓN Y GERENCIA, Ponencias del II Congreso Nacional de Infraestructura Vial, Lima – Perú, 2002
6. JUÁREZ, Badillo; MECÁNICA DE SUELOS TOMOS I, II, III; Editorial Limusa, México 1986.
7. Manual Silvo Agropecuario; Tomo X; Selección y Uso de Materiales de Construcción.
8. Manual del Ingeniero Civil-merit.
9. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, "Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito 2008".
10. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, "Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG 2001" – Direc. Gral de Caminos Ministerio de Transportes y Comunicaciones -2001
11. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, "Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor en Calles y Carreteras" - 2000.
12. Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras, Editorial Ciencias, 1994 Lima Perú.
13. PAREDES ROJAS, Luís A.; PAVIMENTOS, UNSM-FIC, Tarapoto-Perú, 1990.

14. PROYECTO ESPECIAL ALTO HUALLAGA; Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Vecinal Magdalena – Bagazán.
15. VILLÓN BEJAR, Máximo, Hidráulica de Canales, editorial Tecnología de Costa Rica, Costa Rica, 2000.
16. YRIGOÍN BUSTAMANTE, José Edilberto; ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA SAN GAMAYOC – NUEVO LIBERTAD; TESIS, Tarapoto – Perú, 2000.

## CAPITULO VIII: ANEXOS

### ANEXO N° 01: ESTUDIO DE SUELOS

#### Estudio de Suelos. Afirmado

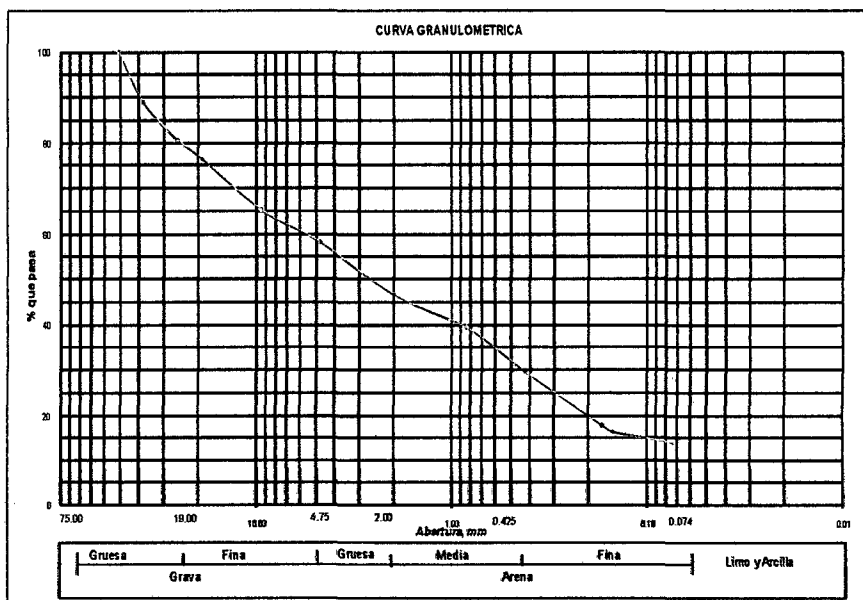
ESTUDIO DE SUELOS - AFIRMADO			
<b>PROYECTO</b>	CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA TABALOSOS - PINTO RECODO.		
<b>UBICACION</b>	PROV	LAMAS	DIST TABALOSOS - PINTO RECODO
<b>DESCRIPCION</b>	MEZCLA DE CANTERAS PARA AFIRMADO. CANTERA RIO MAYO SECTOR PINTO RECODO (83%) - CANTERA Km 2+500; (17%) MEZCLA AL PESO.		
			<b>FECHA</b> dic-09
ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION. NORMAS ASTM D422 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D2487			

#### 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D422

Peso Inicial Seco, [gr]	50000.00
Peso Lavado y Seco, [gr]	42950.00

#### CARACTERISTICAS FISICAS

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	Percent.Ret. (%)	Percent.Ret. Acum (%)	Percent.Acum. Pasante (%)	Especificaciones Técnicas		REGISTRO		AFIRMTAB D(CO9)
						MTC 2000 AASHTO M-147 [A-1]		CALICATA N°/MUESTRA N°		
3"	76.000									
2"	50.800				100.00	100	100	P.E. RELAT. DE SOLIDOS	[gr/cc]	
1 1/2"	38.100	5500.00	11.00	11.00	89.00			HUMEDAD NATURAL	(%)	
1"	25.400	4150.00	8.30	19.30	80.70	90	100	LIMITE LIQUIDO	(%)	26.40
3/4"	19.050	2150.00	4.30	23.60	76.40	65	100	LIMITE PLASTICO	(%)	16.60
3/8"	9.525	5500.00	11.00	34.60	65.40	45	80	INDICE PLASTICO	(%)	9.80
N° 4	4.760	3500.00	7.00	41.60	58.40	30	65	MATERIAL MENOR # 200	(%)	14.10
N° 10	2.000	5850.00	11.70	53.30	46.70	22	52	LIMITE DE CONTRACCION	(%)	
N° 20	0.840	3650.00	7.30	60.60	39.40					
N° 40	0.420	4850.00	9.70	70.30	29.70	15	35	CLASIFICACION S.L.C.S.		GP-GC
N° 80	0.170	5900.00	11.80	82.10	17.90			CLASIFICACION A.S.S.H.T.O.		A-2-4(0)
N° 100	0.150	750.00	1.50	83.60	16.40					
N° 200	0.074	1150.00	2.30	85.90	14.10	5.00	20.00	D10 [mm]	-	Cu
< N° 200	0.000	7050.00	14.10	100.00	0.00			D30 [mm]	-	Cc
								D60 [mm]	-	



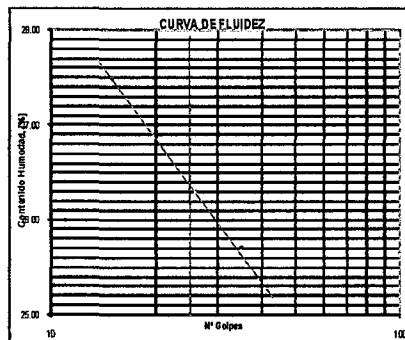
#### 2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D 4318)

##### A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara N°		
	20	11	43
1. No de Golpes	35	26	15
2. Peso Tara, [gr]	22.78	22.63	16.76
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	34.80	32.61	30.20
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	32.34	30.53	27.30
5. Peso Agua, [gr] (P <sub>w</sub> )	2.46	2.08	2.90
6. Peso Suelo Seco, [gr] (P <sub>s</sub> )	9.56	7.90	10.54
7. Contenido de Humedad, [%] (W <sub>p</sub> )	25.70	26.30	27.50

##### B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Tara N°	
	6	2
1. Peso Tara, [gr]	20.10	34.01
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	25.88	39.30
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	25.05	38.56
4. Peso Agua, [gr] (P <sub>w</sub> )	0.83	0.74
5. Peso Suelo Seco, [gr] (P <sub>s</sub> )	4.95	4.55
6. Contenido de Humedad, [%] (W <sub>p</sub> )	16.80	16.30
7. Contenido de Humedad Promedio, [%]	16.60	







km 0+500.

REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO	"CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA TABALOSOS - PINTO RECODO"				
PROGRESIVA (Km)	0+500	PROF.(m)	1,50	LOCALIZACION	PROV. LAMAS DIST. TABALOSOS - PINTO RECODO
CALICATA	C-2				
H.F. (m)	0,95	FECHA	dic-09		

Prof. (m)	DENSIDAD NATURAL (gr/cm <sup>3</sup> )	HUMEDAD NATURAL (%)	MUESTRA	DESCRIPCION DEL ESTRATO	SIMBOLO	SUCS
0,00		26,30	M-1	Limo inorgánico, color marrón, de consistencia suave.		MH
0,60		10,50	M-2	Arcilla con arena fina, de color gris oscuro, consistencia media, mediana plasticidad.		CL
1,50						

Página 1

Observaciones: Nivel Freático 0.95 cms.











km 3+500.

REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO	"CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA TABALOSOS - PINTO RECODO"					
PROGRESIVA (Km)	3+500	PROF.(m)	1,50	LOCALIZACION	PROV. LAMAS	DIST. TABALOSOS - PINTO RECODO
CALICATA	C-8					
H.F. (m)		FECHA	dic-09			

Prof. (m)	DENSIDAD NATURAL (gr/cm <sup>3</sup> )	HUMEDAD NATURAL (%)	MUESTRA	DESCRIPCION DEL ESTRATO	SIMBOLO	SUCS
0,00			S/M	Arcilla orgánica, color y olor típicamente orgánicos, de mediana consistencia		OL
		14,70	M-1	Arcilla inorgánica arenosa, color marrón, de consistencia media, de mediana plasticidad.		CL
1,50						

Observaciones: Presencia de bloques de roca de 1,0m de longitud x 0,90m de largo x 0,70m de altura, alrededor de la calicata.





km 4+500.

REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO	"CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA TABALOSOS - PINTO RECODO"					
PROGRESIVA (Km)	4+500	PROF.(m)	1,50	LOCALIZACION	PROV. LAMAS	DIST. TABALOSOS - PINTO RECODO
CALICATA	C-10					
H.F. (m)		FECHA	dic-09			

Prof. (m)	DENSIDAD NATURAL (gr/cm <sup>3</sup> )	HUMEDAD NATURAL (%)	MUESTRA	DESCRIPCION DEL ESTRATO	SIMBOLO	SUCS
0,10			S/M	Arcilla orgánica, color y olor típicamente orgánicos, de mediana consistencia		OL
0,45		16,40	M-1	Arcilla inorgánica arenosa color rojizo, de consistencia suave, material de mediana plasticidad.		CL
1,50						

Observaciones: .....

.....

.....

# CBR Afirmado de la Carretera. Afirmado

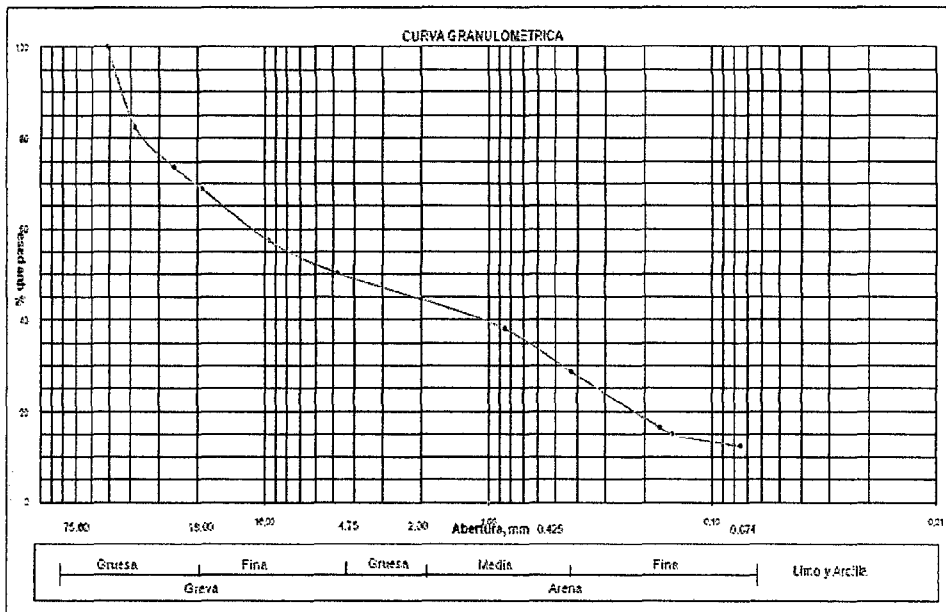
## CBR AFIRMADO

**PROYECTO** CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA TABALOSOS - PINTO RECODO,  
**UBICACION** PROV LAMAS DIST TABALOSOS- PINTO RECODO,  
**DESCRIPCION** CANTERA RIO MAYO Km 4+500 ACCESO 1000 m. LAD DER. (83%) + LIGANTE CANTERA DE CERRO Km 4+500 ACCESO 820 m. LAD DER.(17%), AL PESO.  
**MATERIAL** MEZCLA DE CANTERAS PARA CONFORMACION DE CAPA DE AFIRMADO.

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION. NORMAS ASTM D422 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D2487

### 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D422

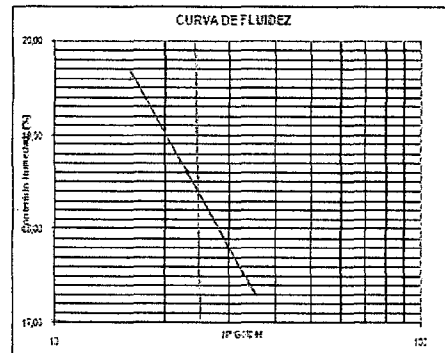
Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	Porcent.Ret. [%]	Porcent.Ret. Acum [%]	Porcent.Acum. Pasante [%]	Especificaciones Técnicas	REGISTRO	AFIR TPR DIC09
3"	76,200						CALICATA Nº/MUESTRA Nº	
2"	50,800				100,00		P.E. RELAT. DE SOLIDOS [gr/cc]	
1 1/2"	38,100	4218,00	17,60	17,60	82,40	100	HUMEDAD NATURAL [%]	
1"	25,400	2078,00	8,70	26,30	73,70	90	LIMITE LIQUIDO [%]	18,40
3/4"	19,050	1178,00	4,90	31,20	68,80	65	LIMITE PLASTICO [%]	14,20
3/8"	9,525	2726,00	11,40	42,60	57,40	45	INDICE PLASTICO [%]	4,20
Nº 4	4,750	1680,00	7,00	49,60	50,40	30	MATERIAL MENOR # 200 [%]	12,30
Nº 10	2,000	1403,00	5,80	55,40	44,60	22	LIMITE DE CONTRACCION [%]	-
Nº 20	0,840	1552,00	6,50	61,90	38,10			
Nº 40	0,420	2253,00	9,40	71,30	28,70	15	35	CLASIFICACION S.U.C.S. GM-GC
Nº 80	0,170	2928,00	12,20	83,50	16,50			CLASIFICACION A.S.S.H.T.O. A1-a(0)
Nº 100	0,150	368,00	1,50	85,00	15,00			
Nº 200	0,075	657,00	2,70	87,70	12,30	5,00	20,00	D10 [mm] - Cu
< Nº 200	0,000	2954,00	12,30	100,00	0,00			D30 [mm] - Cc
								D60 [mm] -



### 2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D 4318)

#### A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara Nº		
	3	1	2
1. No de Golpes	34	23	16
2. Peso Tara, [gr]	42,15	42,97	40,70
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	53,22	53,45	52,74
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	51,58	51,81	50,77
5. Peso Agua, [gr]	(g)(M)	1,64	1,97
6. Peso Suelo Seco, [gr]	(g)(2)	9,43	8,84
7. Contenido de Humedad, [%]	(g)(g)(M)	17,40	18,60



#### B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Tara Nº	
	25	10
1. Peso Tara, [gr]	22,56	31,65
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	28,61	38,84
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	27,85	37,96
4. Peso Agua, [gr]	(g)(M)	0,76
5. Peso Suelo Seco, [gr]	(g)(1)	5,29
6. Contenido de Humedad, [%]	(g)(g)(M)	14,40
7. Contenido de Humedad Promedio, [%]		14,20

# Compactación

**PROYECTO** CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA TABALOSOS - PINTO RECODO.  
**UBICACION** PROV LAMAS DIST TABALOSOS - PINTO RECODO **FECHA** dic-09  
**DESCRIPCION** CANTERA RIO MAYO Km 4+500 ACCESO 1000 m. LAD DER. (90%) + LIGANTE DE CERRO Km 4+500 ACCESO 820 m. LAD DER.(10%), AL PESO.  
**MATERIAL** MEZCLA DE CANTERAS PARA CONFORMACION DE CAPA DE AFIRMADO.

**REGISTRO** Calicata (Nº) Muestra (Nº) 01 Profundidad, (m)

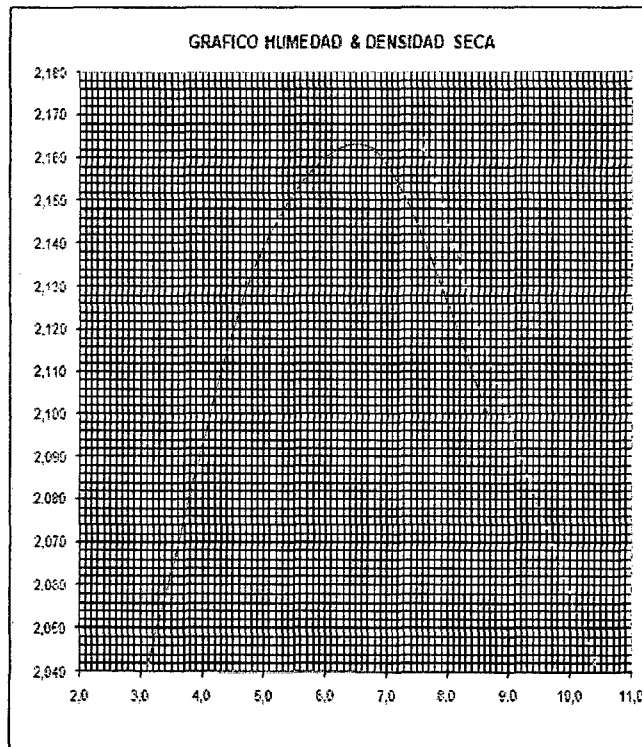
## ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO ASTM D1557

### DENSIDAD HUMEDA DE LA MUESTRA:

Procedimiento	Fórmula	Molde / Incremento, (%)			
		02/2.0	02/2.0	02/2.0	02/2.0
1. Volumen del Molde, [cm <sup>3</sup> ]		2087,0	2087,0	2087,0	2087,0
2. Peso del Molde [gr]		2685,0	2685,0	2685,0	2685,0
3. Peso Molde + Muestra Húmeda, [gr]		7080,0	7364,0	7504,0	7448,0
4. Peso Muestra Húmeda, [gr]	(3)-(2)	4395,0	4679,0	4819,0	4763,0
5. Densidad Húmeda, [gr/cm <sup>3</sup> ]	(4)/(1)	2.106	2.242	2.309	2.282

### CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA:

Procedimiento	Fórmula	Tere (Nº)			
		20	33	02	10
6. Peso Tara, [gr]		43,23	42,22	41,15	18,62
7. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		214,63	201,08	190,48	120,49
8. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		209,46	193,64	181,00	112,36
9. Peso Agua, [gr]	(7)-(8)	5,17	7,44	9,48	8,13
10. Peso Suelo Seco, [gr]	(8)-(6)	166,23	151,42	139,85	93,74
11. Contenido de Humedad, [%]	(9)/(10)*100	3,11	4,91	6,78	8,67
12. Densidad Seca, [gr/cm <sup>3</sup> ]	(5)/(1+(9/100))	2,042	2,137	2,162	2,100



Línea de Saturación	
Densidades	Humedades
2,042	10,40
2,137	8,20
2,162	7,60
2,100	9,00
p.e. del material	2,59
% Piedra	49,50
% pas. Arena	50,40
p.e. arena	2,61
p.e. piedra	2,57
p.e. global	2,59

Máxima Densidad Seca, [gr/cm <sup>3</sup> ]:	2,164
Optimo Contenido de Humedad, [%]:	6,50

Observaciones: .....

Realizado por

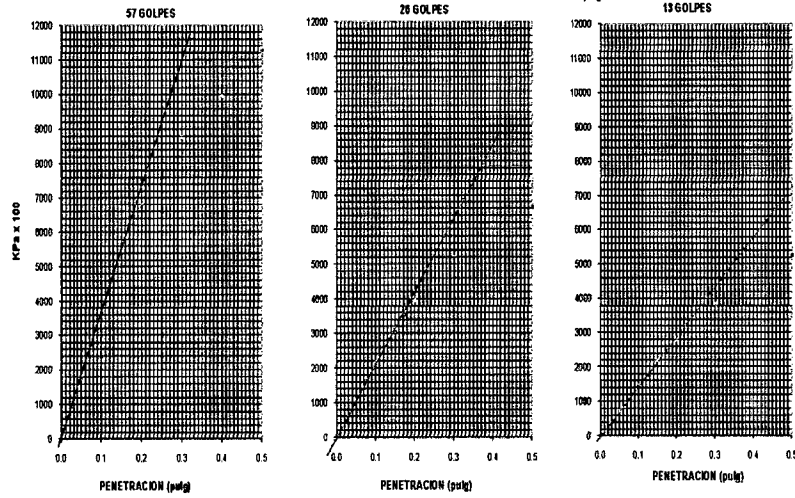
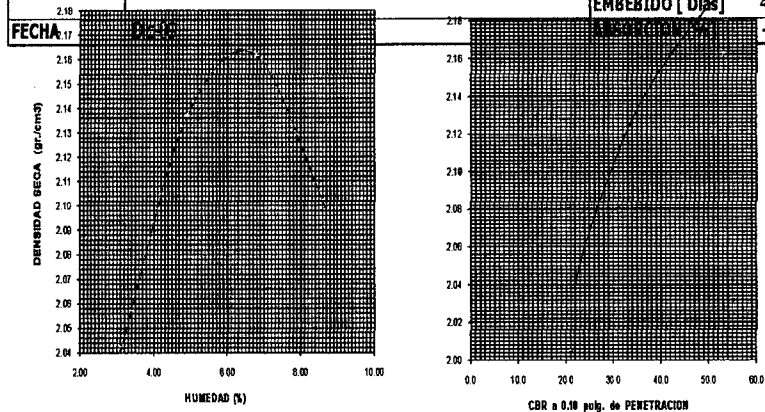
Revisado por



# CBR

## Afirmado.

PROYECTO	CONSTRUCCION DE LA CARRETERA TABALOSOS-PINTO	METODO DE COMPACTACION [ASTM D-1557]	C
	RECODO.	MAXIMA DENSIDAD SECA [gr/cc]	2.163
UBICACION	PROV LAMAS DIST TABALOSOS - PINTO RECODO	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD [%]	6.50
DESCRIPCION	MEZCLA DE CANTERAS PARA CONFORMACION DE AFIRMADO.	CBR AL 100% DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA [%]	53.0
SOLICITADO	OFICINA DE ESTUDIOS Y PROYECTOS.	CBR AL 95% DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA [%]	27.0
		RET. MALLA N°4	49.60 [%]
		SUCS GM-GC LL - IP -	
		EMBEBIDO [ Dias]	4
		EXPANSION [%]	
FECHA	17/05/2017	% w de PENETRAC.	



# CBR Suelos Naturales.

## Analisis Granulometrico por tamizado.

**PROYECTO** "CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA TABALOSOS - PINTO RECODO"  
**TRAMO** TABALOSOS - PINTO RECODO.  
**UBICACION** PROV LAMAS **DIST** TABALOSOS - PINTO RECODO.  
**DESCRIPCION** SUELO NATURAL DE EXCAVACIÓN  
**PROGRESIVA** Km 2+500  
**FECHA** dic-09

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION. NORMAS ASTM D422 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D2487

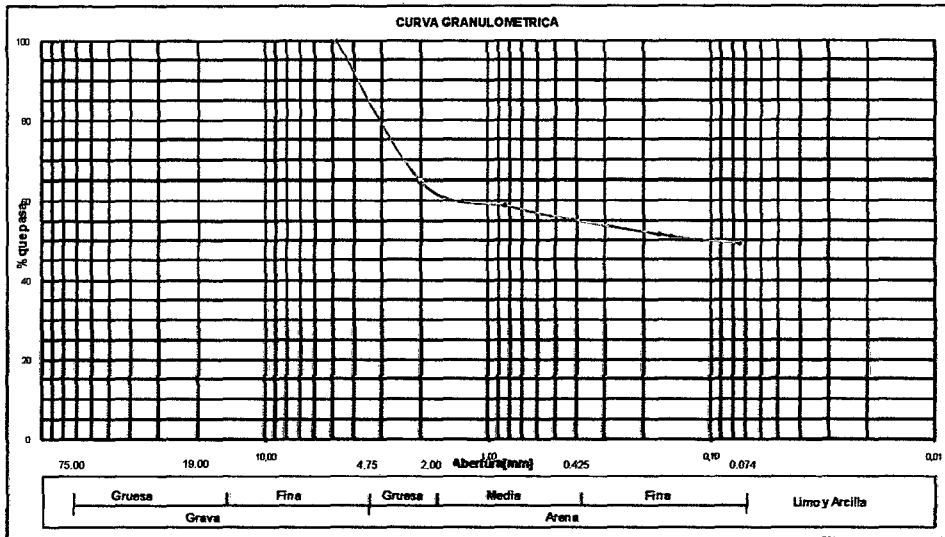
### 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO.

Peso Inicial Seco, [gr]	300,00
Peso Lavado y Seco, [gr]	152,16

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	Porcentaje Ret. [%]	Porcentaje Ret. Acumulado [%]	Porcentaje Acum. Pasante [%]
2"	50,800				
1 1/2"	38,100				
1"	25,400				
3/4"	19,050				
3/8"	9,525				
Nº 4	4,760				100,00
Nº 10	2,000	105,95	35,30	35,30	64,70
Nº 20	0,840	17,63	5,90	41,20	58,80
Nº 40	0,420	10,42	3,50	44,70	55,30
Nº 80	0,170	11,13	3,70	48,40	51,60
Nº 100	0,150	1,62	0,50	48,90	51,10
Nº 200	0,074	5,41	1,80	50,70	49,30
< Nº 200	0,000	147,84	49,30	100,00	0,00

### CARACTERISTICAS FISICAS

IDENTIFICACION : CALICATA Nº/MUESTRA Nº	C-06/M-01		
PROFUNDIDAD [m]	0,20 - 1,50		
P. E. RELAT. DE SOLIDOS [correctado por tº] [gr/cc]			
HUMEDAD NATURAL [%]	12,30		
LIMITE LIQUIDO [%]	31,00		
LIMITE PLASTICO [%]	19,10		
INDICE PLASTICO [%]	11,90		
MATERIAL MENOR TAMIZ # 200 [%]	49,30		
LIMITE DE CONTRACCION [%]			
CLASIFICACION S.U.C.S.	SC		
CLASIFICACION A.S.S.H.T.O.	A-6(4)		
D10 [mm]		Cu	
D30 [mm]		Cc	
D60 [mm]			



### 2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D 4318)

#### A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara Nº		
	16	26	27
1. No de Golpes	30	24	17
2. Peso Tara, [gr]	18,30	18,25	18,45
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	29,62	30,97	30,71
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	26,99	27,95	27,72
5. Peso Agua, [gr] (2)(4)	2,63	3,02	2,99
6. Peso Suelo Seco, [gr] (4)(2)	8,69	9,70	9,27
7. Contenido de Humedad, [%] (6)(5)(10)	30,30	31,10	32,30

#### 4. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216)

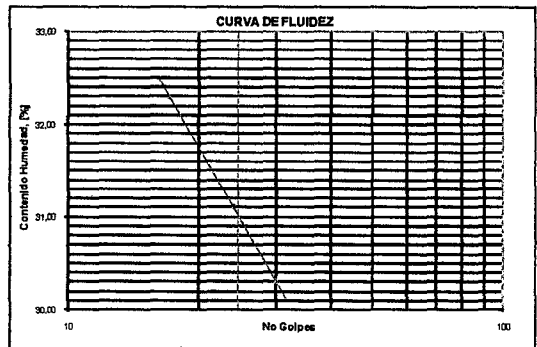
Procedimiento	Tara Nº
	s/n
1. Peso Tara, [gr]	241,08
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	836,40
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	771,28
4. Peso Agua, [gr] (3)(4)	65,12
5. Peso Suelo Seco, [gr] (4)(2)	530,20
6. Contenido de Humedad, [%] (6)(5)(10)	12,30

#### B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Tara Nº	
	12	25
1. Peso Tara, [gr]	15,66	22,57
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	18,28	25,32
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	17,86	24,88
4. Peso Agua, [gr] (2)(3)	0,42	0,44
5. Peso Suelo Seco, [gr] (3)(1)	2,20	2,31
6. Contenido de Humedad, [%] (4)(5)(10)	19,10	19,00
7. Contenido de Humedad Promedio, [%]	19,10	

### 3. PESO ESPECIFICO (NORMA ASTM D 854-58)

Procedimiento	Prueba Nº	
	01	02
1. Peso del frasco + peso suelo seco, [gr]		
2. Peso del frasco volumétrico Nº 01, [gr]		
3. Peso del Suelo Seco, [gr] (1)(2)		
4. Peso del fr. + peso suelo s. + peso agua [gr]		
5. Peso del frasco + peso agua, [gr/cc]		
6. G <sub>s</sub> = 3/(3-5)·(4), [gr./cc.]		

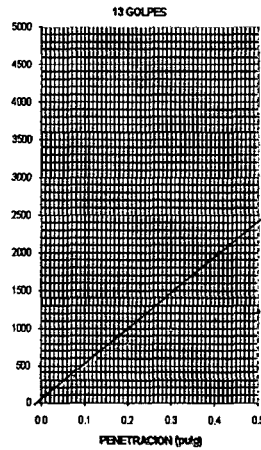
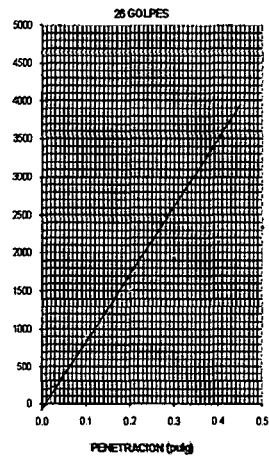
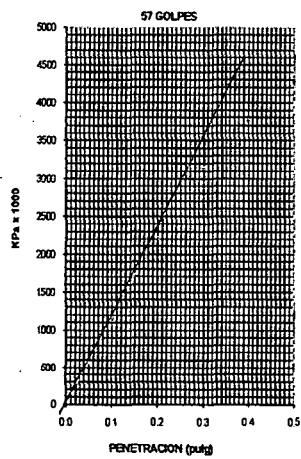
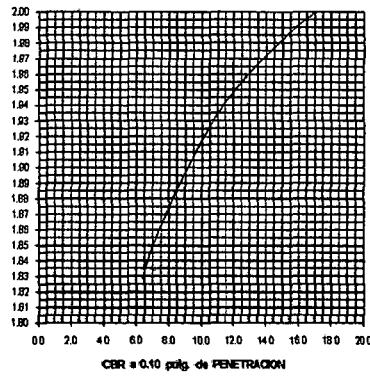
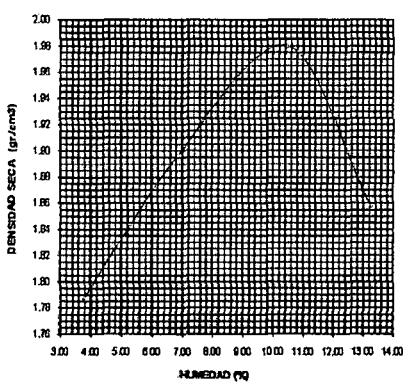




**Grafico  
CBR.**

**CALIFORNIA BEARING RATIO C.B.R. ASTM D 1883**

PROYECTO	"CONSTRUCCION DE LA CARRETERA TABALOSOS - PINTO	METODO DE COMPACTACION [ASTM D-1557]	C
UBICACION	RECODO.	MAXIMA DENSIDAD SECA [gr/cc]	1.980
DESCRIPCION	PROV LAMAS DIST TABALOSOS -PINTO RECODO	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD [%]	10.40
FECHA	SUELO NATURAL DE EXCAVACION. Km 2+500. EJE CARRETERA.	CBR AL 100% DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA [%]	17.0
	dic-09	CBR AL 95% DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA [%]	9.0
		RET. MALLA N°4	- [%]
		SUCS SC LL 31.00 IP 11.90	
		EMBEBIDO [Dias]	4 EXPANSION [%]
		ABSORCION [%]	- % w de PENETRAC.



# CBR calicata 01.

**PROYECTO** "CONSTRUCCIÓN DEL CAMINO VECINAL TABALOSOS - PINTO RECODO"  
**TRAMO** TABALOSOS - PINTO RECODO.  
**UBICACION** PROV LAMAS DIST TABALOSOS - PINTO RECODO.  
**DESCRIPCION** SUELO NATURAL DE EXCAVACIÓN  
**PROGRESIVA** Km 0+020

FECHA dic-09

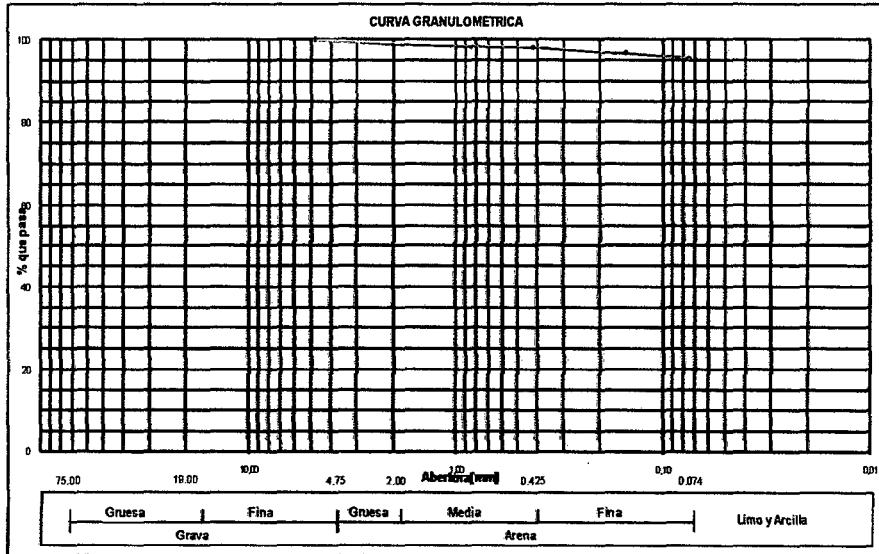
ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION. NORMAS ASTM D422 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D2487

## 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

Peso Inicial Seco, [gr]	500,00
Peso Lavado y Seco, [gr]	21,60

Mallas	Abertura (mm)	Peso retenido [grs]	Porcentaje Ret. (%)	Porcentaje Ret. Acumulado (%)	Porcentaje Acum. Pasante (%)
3"	76,000				
2"	50,800				
1 1/2"	38,100				
1"	25,400				
3/4"	19,050				
3/8"	9,525				
Nº 4	4,760				100,00
Nº 10	2,000	4,33	0,90	0,90	99,10
Nº 20	0,840	3,17	0,60	1,50	98,50
Nº 40	0,420	2,65	0,50	2,00	98,00
Nº 80	0,170	5,79	1,20	3,20	96,80
Nº 100	0,150	0,99	0,20	3,40	96,60
Nº 200	0,074	4,67	0,90	4,30	95,70
< Nº 200	0,000	478,40	95,70	100,00	0,00

CARACTERISTICAS FISICAS	
IDENTIFICACION : CALICATA Nº/MUESTRA Nº	C-01/M-03
PROFUNDIDAD [m]	1.10 - 1.50
REGISTRO	
P. E. RELAT. DE SOLIDOS [correcto por tº] [gr/cc]	
HUMEDAD NATURAL [%]	27,40
LIMITE LIQUIDO [%]	67,20
LIMITE PLASTICO [%]	27,80
INDICE PLASTICO [%]	39,40
MATERIAL MENOR TAMIZ # 200 [%]	95,70
LIMITE DE CONTRACCION [%]	
CLASIFICACION S.U.C.S.	CH
CLASIFICACION A.S.S.H.T.O.	A-7-6(20)
D10 (mm)	Cu
D30 (mm)	Cc
D60 (mm)	



## 2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D 4318)

### A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara Nº		
	16	21	23
1. No de Golpes	34	25	17
2. Peso Tara, [gr]	18,32	18,24	18,27
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	27,87	28,04	26,43
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	24,07	24,10	23,11
5. Peso Agua, [gr] (3)-(4)	3,80	3,94	3,32
6. Peso Suelo Seco, [gr] (4)-(2)	5,75	5,96	4,84
7. Contenido de Humedad, [%] (5)/(6)x 100	66,10	67,20	68,60

### 4. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216)

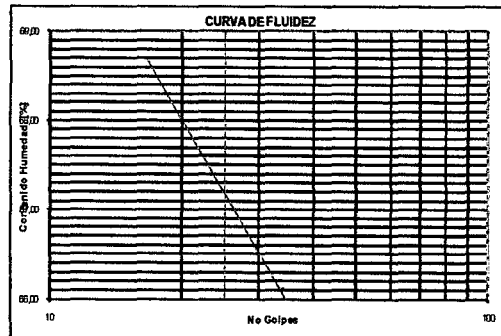
Procedimiento	Tara Nº
1. Peso Tara, [gr]	7
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	210,00
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	852,35
4. Peso Agua, [gr] (3)-(4)	714,10
5. Peso Suelo Seco, [gr] (4)-(2)	138,25
6. Contenido de Humedad, [%] (5)/(6)x 100	504,10
	27,40

### B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	2	17
1. Peso Tara, [gr]	34,02	15,66
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	39,04	20,30
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	37,96	19,28
4. Peso Agua, [gr] (2)-(3)	1,08	1,02
5. Peso Suelo Seco, [gr] (3)-(1)	3,94	3,62
6. Contenido de Humedad, [%] (4)/(5)x 100	27,40	28,20
7. Contenido de Humedad Promedio, [%]	27,80	

### 3. PESO ESPECIFICO DE LA GRAVA (NORMA ASTM C 128-69)

Procedimiento	Prueba Nº 01	Prueba Nº 02
1. Peso de muestra secada al horno, [gr]		
2. Peso de muestra sat. superf. seca, [gr]		
3. Peso de muestra saturada dentro del agua, [gr]		
4. Peso específico de masa, [gr/cc]		
5. Peso específico de masa superf. Seco, [gr/cc]		



# CBR Relación humedad densidad.

CALIFORNIA BEARING RATIO C.B.R. ASTM D 1883

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD					C. B. R.			PENETRACION							
METODO DE COMPACTACION ASTM D-1557					PROCEDIMIENTO	NUMERO DE CAPAS : 5			18Pa = 0,01 kg-f/cm <sup>2</sup>						
Z5	Z5	Z5	Z5		NO GOLPES	96	26	13	NP MOLDE	12		4		3	
					NO MOLDE				PERF. (psi)	LECT. DIAL	PRESTON (Kpa)	LECT. DIAL	PRESTON (Kpa)	LECT. DIAL	PRESTON (Kpa)
3434,0	3546,0	3636,0	3630,0		PESO SUELO HUM. + MOLDE (gr)	8160,0	8226,0	7966,0	0,000						
1800,0	1800,0	1800,0	1800,0		PESO MOLDE (gr)	4072,0	4225,0	4182,0	0,025	0,118	58	0,118	58	0,059	29
1634,0	1746,0	1836,0	1830,0		PESO SUELO HUMEDO (gr)	4068,0	4001,0	3784,0	0,050	0,236	116	0,236	116	0,118	58
951,0	951,0	951,0	951,0		VOLUMEN DE MOLDE (cc)	2125,0	2123,0	2114,0	0,075	0,354	174	0,354	174	0,177	87
12	15	28	10		No. TARRO	04	33	40	0,100	0,473	233	0,473	233	0,236	116
192,75	188,69	158,03	212,10		P.SUELO HUM. + TARRO (gr)	139,04	189,90	117,00	0,125	0,591	291	0,591	291	0,295	145
176,21	168,61	139,46	181,00		P.SUELO SECO + TARRO (gr)	123,51	148,62	105,00	0,150	0,709	349	0,709	349	0,354	174
16,54	20,08	18,57	31,10		PESO AGUA (gr)	15,53	20,28	12,00	0,175	0,768	378	0,768	378	0,414	204
42,62	42,17	43,23	42,56		PESO TARRO (gr)	41,81	42,29	42,33	0,300	0,827	407	0,827	407	0,473	233
133,59	126,44	96,23	138,44		PESO SUELO SECO (gr)	81,70	106,33	62,67	0,300	1,063	523	1,063	523	0,591	291
12,40	15,90	19,30	22,50		HUMEDAD (%)	19,00	19,10	19,10	0,400	1,300	640	1,300	640	0,790	389
					PROMEDIO DE HUMEDAD (%)				0,500	1,477	727	1,477	727	0,768	378
1,720	1,840	1,930	1,920		DENSIDAD HUMEDA (gr/cc)	1,924	1,885	1,790							
1,530	1,580	1,620	1,570		DENSIDAD SECA (gr/cc)	1,620	1,580	1,500							

## RESULTADOS

PROYECTO	CONSTRUCCION DE LA CARRETERA TABALOSOS - PUNTO RECODO.	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cc)	1,620
UBICACION	PROV LAMAS DIST PUNTO RECODO	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	19,00
FECHA	de-09	GR AL 100% DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA	3,40
MUESTRA	SUELO NATURAL DE EXCAV. Km 0+020. EJE DE CARRETERA.	GR AL 95% DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA	2,0
		RETIENE TAMIZ 3" o 2" (%)	-
		RETIENE TAMIZ No.4 (%)	-
		PASA TAMIZ No. 200 (%)	99,40
		CLASIFICACION S.U.C.S.	CH
		CLASIFICACION A.A.S.H.T.O.	A-7-G(20)

## ABSORCION

PROCEDIMIENTO/NO DE MOLDE			
PESO SUELO HUMEDO + MOLDE (gr)			
PESO SUELO HUMEDO EMB. + MOLDE (gr)			
PESO MOLDE (gr)			
PESO SUELO HUMEDO (gr)			
AGUA ABSORVIDA (gr)			
PESO SUELO SECO (gr)			
ABSORCION (%)			

## EXPANSION

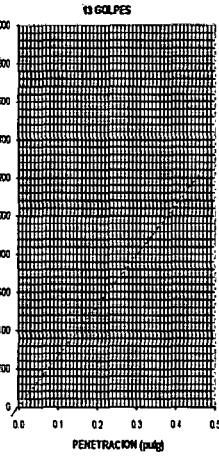
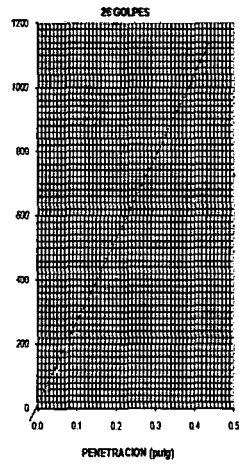
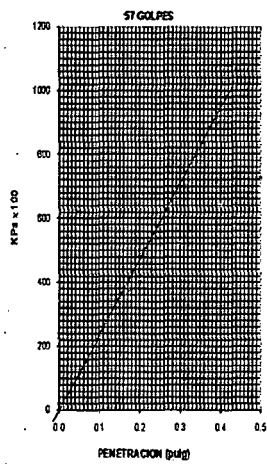
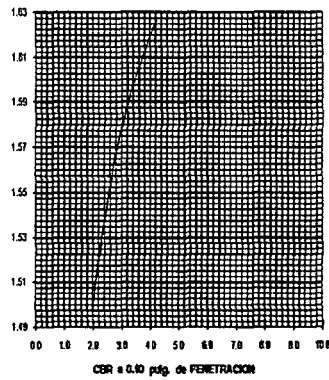
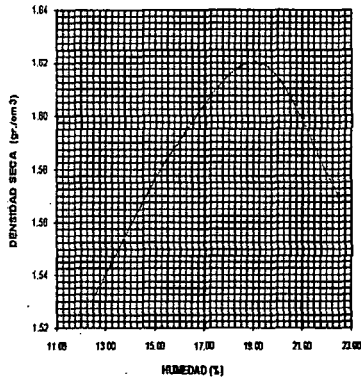
PROCEDIM/NO DE MOLDE			
FECHA	HORA	LEC. DIAL.	LEC. DIAL.
03/12/2009	09:30am	0,000	
04/12/2009	09:30am	0,114	
05/12/2009	09:30am	0,262	
06/12/2009	09:30am	0,318	
07/12/2009	09:30am	0,512	
PORC. DE EXPANSION (%)		5,70	

OBSERVACIONES:

# CBR método de compactación.

## CALIFORNIA BEARING RATIO C.B.R. ASTM D 1883

PROYECTO	CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA TABALOSOS - PINTO <sup>o</sup>			METODO DE COMPACTACION [ASTM D-1557]	C	
	RECODO.			MAXIMA DENSIDAD SECA [gr/cc]	1.620	
UBICACIÓN	PROV	LAMAS	DIST	TABALOSOS - PINTO RECODO	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD [%]	19,00
DESCRIPCION	SUELO NATURAL DE EXCAVACION. Km 0+020. EJE CARRETERA				CBR AL 100% DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA [%]	3,4
FECHA	dic-09				CBR AL 95% DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA [%]	2,0
					RET. MALLA N°4 [%]	
					SUCS CH LL 67.20 IP 39.40	
					EMBEBIDO [ Dias ] 4	EXPANSION [%] 5.70
					ABSORCION [%]	% w de PENETRAC.



# Calicata 03, muestra 02.

<b>PROYECTO</b>	CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA TABALOSOS - PINTO RECODO*		
<b>TRAMO</b>	TABALOSOS - PINTO RECODO.		
<b>UBICACION</b>	PROV LAMAS	<b>DIST</b>	TABALOSOS - PINTO RECODO.
<b>DESCRIPCION</b>	SUELO NATURAL DE EXCAVACIÓN		
<b>PROGRESIVA</b>	Km 1+000		
<b>FECHA</b>	dic-09		

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION. NORMAS ASTM D422 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D2487

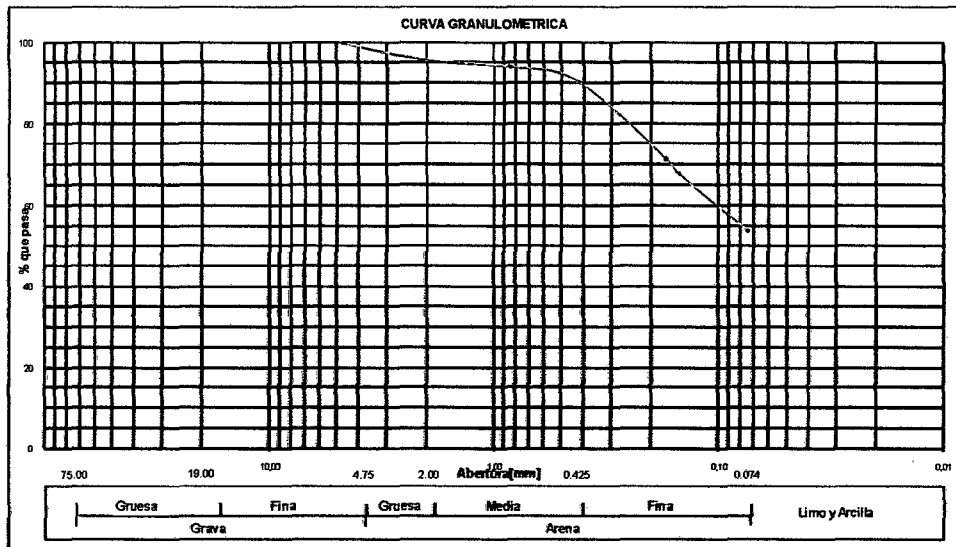
## 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

Peso Inicial Seco, [gr]	500,00
Peso Lavado y Seco, [gr]	230,55

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	Porcentaje Ret. [%]	Porcentaje Ret. Acumulado [%]	Porcentaje Acum. Pasante [%]
3"	76,000				
2"	50,800				
1 1/2"	38,100				
1"	25,400				
3/4"	19,050				
3/8"	9,525				
Nº 4	4,760				100,00
Nº 10	2,000	21,71	4,30	4,30	95,70
Nº 20	0,840	8,75	1,80	6,10	93,90
Nº 40	0,420	17,34	3,50	9,60	90,40
Nº 80	0,170	95,93	19,20	28,80	71,20
Nº 100	0,150	18,68	3,70	32,50	67,50
Nº 200	0,074	68,14	13,60	46,10	53,90
< Nº 200	0,000	269,45	53,90	100,00	0,00

### CARACTERISTICAS FISICAS

IDENTIFICACION	: CALICATA Nº/MUESTRA Nº	C-03/M-02
PROFUNDIDAD	[m]	0,50 - 1,50
REGISTRO		
P. E. RELAT. DE SOLIDOS [corregido por tº]	[gr/cc]	
HUMEDAD NATURAL	[%]	20,20
LIMITE LIQUIDO	[%]	41,40
LIMITE PLASTICO	[%]	16,50
INDICE PLASTICO	[%]	24,90
MATERIAL MENOR TAMIZ # 200	[%]	53,90
LIMITE DE CONTRACCION	[%]	
CLASIFICACION S.U.C.S.		CL
CLASIFICACION A.S.S.H.T.O.		A-7-6(10)
D10 [mm]		Cu
D30 [mm]		Cc
D60 [mm]		



## 2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D 4318)

### A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara Nº		
	16	18	25
1. No de Golpes	34	22	16
2. Peso Tara, [gr]	18,30	18,61	17,97
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	29,12	31,09	26,92
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	26,00	27,41	24,24
5. Peso Agua, [gr] (3)-(4)	3,12	3,68	2,68
6. Peso Suelo Seco, [gr] (4)-(2)	7,70	8,80	6,27
7. Contenido de Humedad, [%] (5)/(6)x100	40,50	41,80	42,70

### 4. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216)

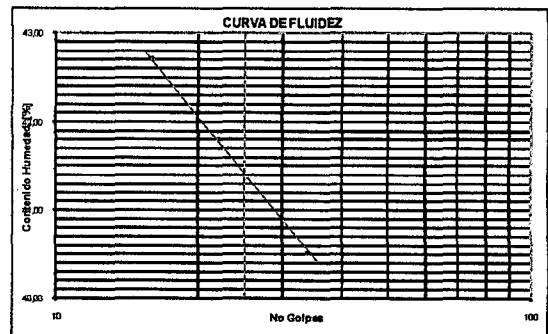
Procedimiento	Tara Nº
	1
1. Peso Tara, [gr]	210,00
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	1.225,00
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	1.054,30
4. Peso Agua, [gr] (3)-(4)	170,70
5. Peso Suelo Seco, [gr] (4)-(2)	844,30
6. Contenido de Humedad, [%] (5)/(6)x100	20,20

### B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	15	20
	1. Peso Tara, [gr]	18,27
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	23,00	26,89
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	22,34	26,30
4. Peso Agua, [gr] (2)-(3)	0,66	0,59
5. Peso Suelo Seco, [gr] (3)-(1)	4,07	3,51
6. Contenido de Humedad, [%] (4)/(5)x100	16,20	16,80
7. Contenido de Humedad Promedio, [%]	16,50	

## 3. PESO ESPECIFICO DE LA GRAVA (NORMA ASTM C 128-69)

Procedimiento	Prueba Nº 01	Prueba Nº 02
	1. Peso de muestra secada al horno, [gr]	
2. Peso de muestra sat. superf. seca, [gr]		
3. Peso de muestra saturada dentro del agua, [gr]		
4. Peso específico de masa, [gr/cc]		
5. Peso específico de masa superf. Seco, [gr/cc]		



**CBR relación humedad densidad Calicata 03.**  
**CALIFORNIA BEARING RATIO C.B.R. ASTM D 1883**

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD				C. B. R.				PENETRACION								
METODO DE COMPACTACION ASTM D-1557				PROCEDIMIENTO		NUMERO DE CAPAS : 5		10Pa = 0.01 kg-f/cm <sup>2</sup>								
25	25	25	25	Nº GOLPES		56	26	13	Nº MOLDE		12		4		3	
02	02	02	02	Nº MOLDE		12	4	3	PENET. (pulg)		LECT. DIAL	PRESTON (Kpa)	LECT. DIAL	PRESTON (Kpa)	LECT. DIAL	PRESTON (Kpa)
3434,0	3545,0	3636,0	3630,0	PESO SUELO HUM. + MOLDE [gr]		8160,0	8225,0	7966,0	0,000							
1800,0	1800,0	1800,0	1800,0	PESO MOLDE [gr]		4072,0	4225,0	4182,0	0,025		0,118	58	0,118	58	0,099	29
1634,0	1746,0	1836,0	1830,0	PESO SUELO HUMEDO [gr]		4088,0	4001,0	3784,0	0,050		0,236	116	0,236	116	0,118	58
951,0	951,0	951,0	951,0	VOLUMEN DE MOLDE [cc]		2125,0	2123,0	2114,0	0,075		0,354	174	0,354	174	0,177	87
12	15	28	10	Nro. TARRO		04	33	40	0,100		0,473	233	0,473	233	0,236	116
192,75	188,69	189,03	212,10	P.SUELO HUM.+ TARRO [gr]		139,04	168,90	117,00	0,125		0,591	291	0,591	291	0,295	145
176,21	168,61	139,46	181,00	P.SUELO SECO + TARRO [gr]		123,51	148,62	105,00	0,150		0,709	349	0,709	349	0,354	174
16,54	20,08	18,57	31,10	PESO AGUA [gr]		15,53	20,28	12,00	0,175		0,788	378	0,788	378	0,414	204
42,62	42,17	43,23	42,56	PESO TARRO [gr]		41,81	42,29	42,33	0,200		0,827	407	0,827	407	0,473	233
133,99	126,44	96,23	138,44	PESO SUELO SECO [gr]		81,70	106,33	62,67	0,300		1,063	523	1,063	523	0,591	291
12,40	15,90	19,30	22,50	HUMEDAD (%)		19,00	19,10	19,10	0,400		1,300	640	1,300	640	0,790	389
				PROMEDIO DE HUMEDAD (%)					0,500		1,477	727	1,477	727	0,768	378
1,720	1,840	1,930	1,920	DENSIDAD HUMEDA [gr/cc]		1,924	1,885	1,750								
1,530	1,590	1,620	1,570	DENSIDAD SECA [gr/cc]		1,620	1,590	1,500								

**RESULTADOS**

PROYECTO	CONSTRUCCION DE LA CARRETERA TABALOSOS - PINTO	MAXIMA DENSIDAD SECA [gr/cc]	1,620
	RECODO.	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	15,00
UBICACION	PROV LAMAS DIST PINTO RECODO	CBR AL 100% DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA	3,40
FECHA	dic-09	CBR AL 95% DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA	2,0
MUESTRA	SUELO NATURAL DE EX.G.V. Km 0+020. EJE DE CARRETERA.	RETIENE TAMIZ 3" o 2" (%)	-
		RETIENE TAMIZ Nro.4 (%)	-
		PASA TAMIZ Nro. 200 (%)	99,40
		CLASIFICACION S.U.C.S.	GH
		CLASIFICACION A.A.S.H.T.O.	A-7-6(2)

**ABSORCION**

PROCEDIMIENTO/Nº DE MOLDE			
PESO SUELO HUMEDO + MOLDE [gr]			
PESO SUELO HUMEDO EMB. + MOLDE [gr]			
PESO MOLDE [gr]			
PESO SUELO HUMEDO [gr]			
AGUA ABSORVIDA [gr]			
PESO SUELO SECO [gr]			
ABSORCION (%)			

**EXPANSION**

PROCEDIM./Nº DE MOLDE	FECHA	HORA	LEC. DIAL	LEC. DIAL	LEC. DIAL
	03/12/2009	09:30am	0,000		
	04/12/2009	09:30am	0,114		
	05/12/2009	09:30am	0,262		
	06/12/2009	09:30am	0,318		
	07/12/2009	09:30am	0,512		
	PORC. DE EXPANSION (%)		5,70		

OBSERVACIONES:

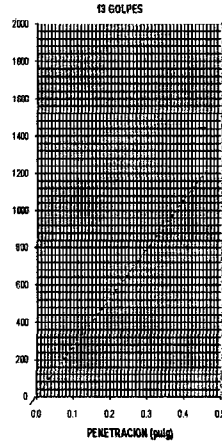
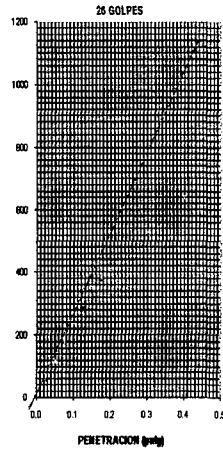
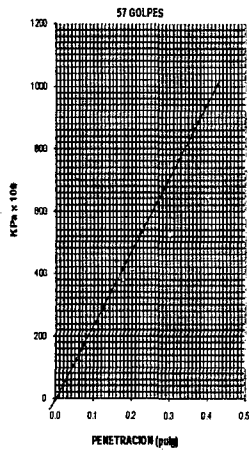
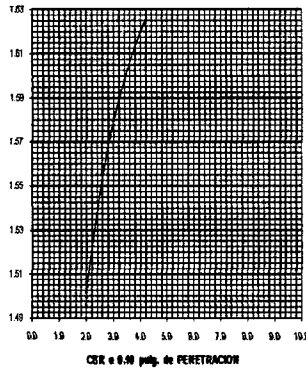
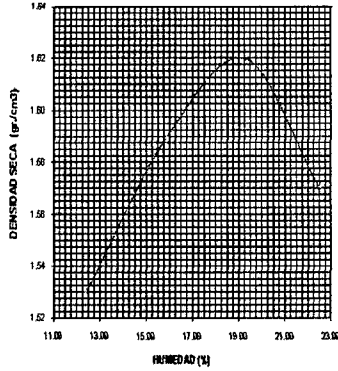
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

# Grafico CBR Calicata 03

## CALIFORNIA BEARING RATIO C.B.R. ASTM D 1883

PROYECTO	CONSTRUCCION DE LA CARRETERA TABALOSOS - PINTO*		METODO DE COMPACTACION [ASTM D-1557]	C
	RECODO.		MAXIMA DENSIDAD SECA [gr/cc]	1.620
UBICACION	PROV LAMAS	DIST TABALOSOS - PINTO RECODO	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD [%]	19.00
DESCRIPCION	SUELO NATURAL DE EXCAVACION. Km 0+020. EJE CARRETERA		CBR AL 100% DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA [%]	3.4
FECHA	dic-09		CBR AL 95% DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA [%]	2.0
			REF. MALLA N°4 - [%]	
			SUCS CH LL 67.20 IP 39.40	
			EMBEBIDO [Dias] 4 EXPANSION [%] 5.70	
			ABSORCION [%] % w de PENETRAC.	



# CBR Calicata 03, muestra 02

**PROYECTO** CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA TABALOSOS - PINTO RECODO\*  
**TRAMO** TABALOSOS - PINTO RECODO.  
**UBICACION** PROV LAMAS DIST TABALOSOS - PINTO RECODO.  
**DESCRIPCION** SUELO NATURAL DE EXCAVACIÓN  
**PROGRESIVA** Km 1+000  
**FECHA** dic-09

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION. NORMAS ASTM D422 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D2487

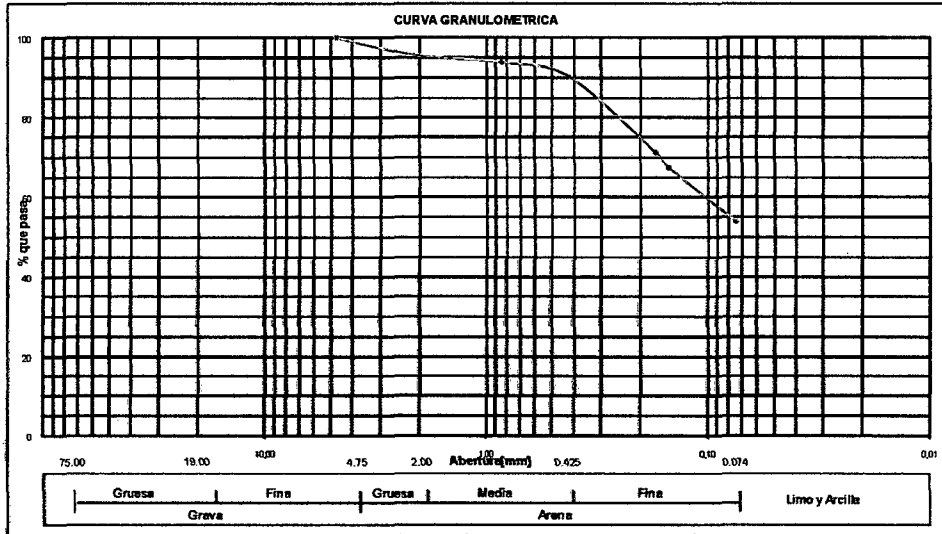
## 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

Peso Inicial Seco, [gr]	500,00
Peso Lavado y Seco, [gr]	230,55

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	Porcentaje Ret. [%]	Porcentaje Ret. Acumulado [%]	Porcentaje Acum. Pasante [%]
3"	75,000				
2"	50,800				
1 1/2"	38,100				
1"	25,400				
3/4"	19,050				
3/8"	9,525				
Nº 4	4,750				100,00
Nº 10	2,000	21,71	4,30	4,30	95,70
Nº 20	0,840	8,75	1,80	6,10	93,90
Nº 40	0,420	17,34	3,50	9,60	90,40
Nº 80	0,170	95,93	19,20	28,80	71,20
Nº 100	0,150	18,68	3,70	32,50	67,50
Nº 200	0,075	68,14	13,60	46,10	53,90
< Nº 200	0,000	269,45	53,90	100,00	0,00

### CARACTERISTICAS FISICAS

IDENTIFICACION : CALICATA Nº/MUESTRA Nº	C-03/M-02		
PROFUNDIDAD [m]	0,50 - 1,50		
REGISTRO			
P. E. RELAT. DE SOLIDOS [correctado por tº] [gr/cc]			
HUMEDAD NATURAL [%]	20,20		
LIMITE LIQUIDO [%]	41,40		
LIMITE PLASTICO [%]	16,50		
INDICE PLASTICO [%]	24,90		
MATERIAL MENOR TAMIZ # 200 [%]	53,90		
LIMITE DE CONTRACCION [%]			
CLASIFICACION S.U.C.S.	CL		
CLASIFICACION A.S.S.H.T.O.	A-7-6(10)		
D10 [mm]		Cu	
D30 [mm]		Cc	
D60 [mm]			



## 2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D 4318)

### A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara Nº		
	16	18	25
1. No de Golpes	34	22	16
2. Peso Tara, [gr]	18,30	18,61	17,97
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	29,12	31,09	26,92
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	26,00	27,41	24,24
5. Peso Agua, [gr] (3)-(4)	3,12	3,68	2,68
6. Peso Suelo Seco, [gr] (4)-(2)	7,70	8,80	6,27
7. Contenido de Humedad, [%] (5)/(6)x 100	40,50	41,80	42,70

### 4. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216)

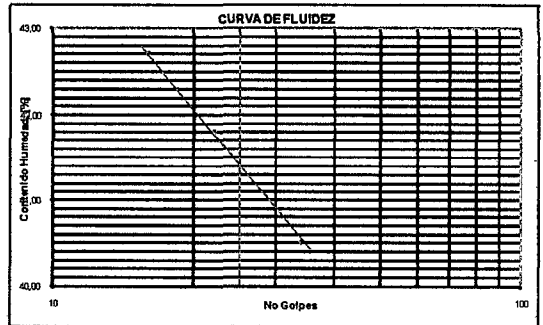
Procedimiento	Tara Nº
	1
1. Peso Tara, [gr]	210,00
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	1.225,00
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	1.054,30
4. Peso Agua, [gr] (3)-(4)	170,70
5. Peso Suelo Seco, [gr] (4)-(2)	844,30
6. Contenido de Humedad, [%] (5)/(6)x 100	20,20

### B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	15	20
	1. Peso Tara, [gr]	18,27
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	23,00	26,89
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	22,34	26,30
4. Peso Agua, [gr] (2)-(3)	0,66	0,59
5. Peso Suelo Seco, [gr] (3)-(1)	4,07	3,51
6. Contenido de Humedad, [%] (4)/(5)x 100	16,20	16,80
7. Contenido de Humedad Promedio, [%]	16,50	

## 3. PESO ESPECIFICO DE LA GRAVA (NORMA ASTM C 128-69)

Procedimiento	Prueba Nº 01	Prueba Nº 02
1. Peso de muestra secada al horno, [gr]		
2. Peso de muestra sat. superf. seca, [gr]		
3. Peso de muestra saturada dentro del agua, [gr]		
4. peso específico de masa, [gr/cc]		
5. Peso específico de masa superf. Seco, [gr/cc]		



# CBR relación humedad densidad, Calicata 03, muestra 02.

CALIFORNIA BEARING RATIO C.B.R. ASTM D 1883

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD					C. B. R.			PENETRACION								
METODO DE COMPACTACION ASTM D-1557					PROCEDIMIENTO		NUMERO DE CAPAS : 5			1KPa = 0,01 Kg-f / cm <sup>2</sup>						
25	25	25	25	25	Nº. GOLPES	56	13	NP MOLDE	1		2		3			
02	02	02	02	02	Nº. MOLDE	1	2	3	PENET. (mm)	LECT. DIAL	PRESTION (Kpa)*1000	LECT. DIAL	PRESTION (Kpa)*1000	LECT. DIAL	PRESTION (Kpa)*1000	
3405,0	3380,0	3710,0	3740,0	3691,0	PESO SUELO HUM. + MOLDE	[gr]	8412,0	8286,0	8200,0	0,030						
1869,0	1869,0	1869,0	1869,0	1869,0	PESO MOLDE	[gr]	4227,0	4233,0	4238,0	0,025	0,254	124,58	0,119	58,37	0,042	20,60
1536,0	1711,0	1841,0	1871,0	1822,0	PESO SUELO HUMEDO	[gr]	4185,0	4053,0	3962,0	0,050	0,490	240,33	0,254	124,58	0,120	58,36
941,0	941,0	941,0	941,0	941,0	VOLUMEN DE MOLDE	[cc.]	2123,0	2123,0	2123,0	0,075	0,752	368,94	0,405	198,64	0,229	112,32
24	25	09	06	03	Nº. TARRO		30	25	16	0,100	1,013	496,85	0,556	272,70	0,294	144,20
154,82	198,21	158,01	160,21	184,22	P. SUELO HUMEDO + TARRO	[gr]	128,50	118,46	125,98	0,125	1,257	616,53	0,719	352,65	0,392	192,27
148,20	183,90	143,80	141,81	157,66	P. SUELO SECO + TARRO	[gr]	117,41	108,40	113,74	0,150	1,471	721,49	0,85	416,90	0,458	224,64
6,62	14,31	14,21	18,40	26,56	PESO AGUA	[gr]	11,09	10,06	12,24	0,175	1,667	817,62	0,981	481,16	0,523	256,52
41,78	41,25	43,65	41,88	42,29	PESO TARRO	[gr]	42,60	41,25	32,64	0,200	1,830	897,57	1,079	529,22	0,588	288,40
106,42	142,65	100,15	99,93	115,37	PESO SUELO SECO	[gr]	74,81	67,15	81,10	0,300	2,484	1218,34	1,536	753,37	0,817	400,72
6,20	10,00	14,20	18,40	23,00	HUMEDAD	[%]	14,80	15,00	15,10	0,400	2,909	1426,80	1,886	929,94	0,981	481,16
					PROMEDIO DE HUMEDAD	[%]				0,500	3,432	1683,31	2,157	1057,96	1,046	513,04
1,630	1,620	1,960	1,990	1,940	DENSIDAD HUMEDA	[gr/cc]	1,971	1,909	1,866							
1,530	1,650	1,720	1,680	1,580	DENSIDAD SECA	[gr/cc]	1,720	1,660	1,620							

### RESULTADOS

PROYECTO	CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA TABALOSOS - PINTO RECODO.	MAXIMA DENSIDAD SECA	[gr/cc]	1,720
UBICACION	PROV. LAMAS DIST. PINTO RECODO	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	[%]	14,80
MUESTRA	SUELO NATURAL DE EXCAV. Km 14000. EJE DE CARRETERA.	CBR AL 100% DE LA MAX. DENS. SECA		7,0
FECHA	de-09	CBR AL 95% DE LA MAX. DENS. SECA		3,0
		RETIENE TAMIZ 3" o 2"	[%]	
		RETIENE TAMIZ No. 4	[%]	
		PASA TAMIZ No. 200	[%]	77,10
		CLASIFICACION S.U.C.S.		CL
		CLASIFICACION A.A.S.H.T.O.		A-7-6(10)

### ABSORCION

PROCEDIMIENTO/Nº DE MOLDE		
PESO SUELO HUMEDO + MOLDE	[gr]	
PESO SUELO HUMEDO EMB. + MOLDE	[gr]	
PESO MOLDE	[gr]	
PESO SUELO HUMEDO	[gr]	
AGUA ABSORVIDA	[gr]	
PESO SUELO SECO	[gr]	
ABSORCION	[%]	

### EXPANSION

PROCEDIM./Nº DE MOLDE	FECHA	HORA	LEC. DIAL	LEC. DIAL	LEC. DIAL
	11/11/2009	10:30am	0,000		
	12/11/2009	10:30am	0,111		
	13/11/2009	10:30am	0,172		
	14/11/2009	10:30am	0,245		
	15/11/2009	10:30am	0,294		
	PORC. DE EXPANSION	[%]	2,60		

OBSERVACIONES:

---



---

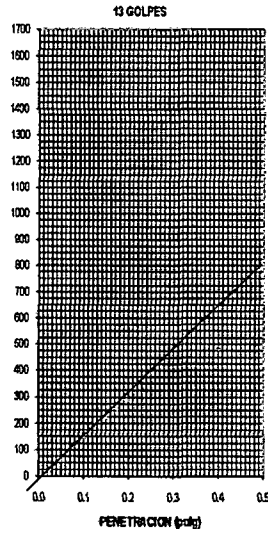
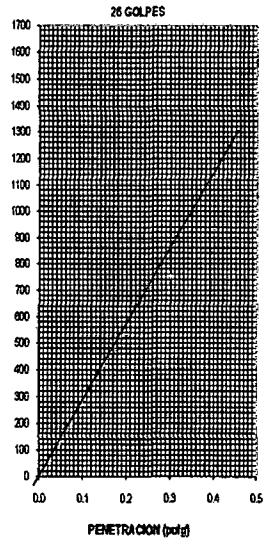
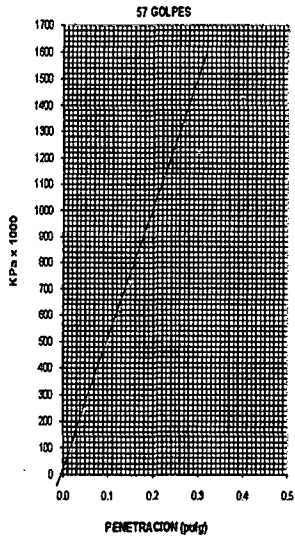
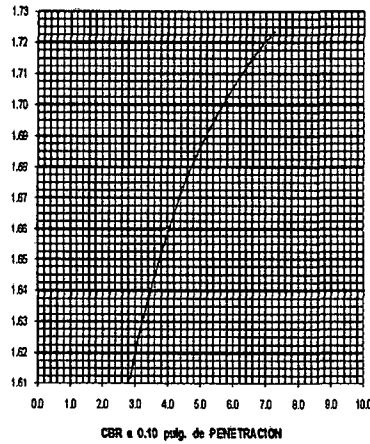
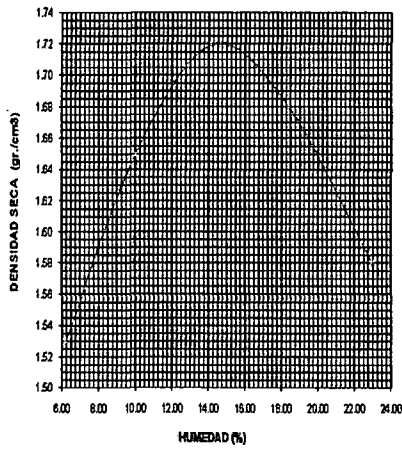


---

**Gráfico CBR Calicata 03, muestra 02.**

**CALIFORNIA BEARING RATIO C.B.R. ASTM D 1883**

PROYECTO	CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA TABALOSOS-PINTO		METODO DE COMPACTACION (ASTM D-1557)		C
UBICACION	PROV LAMAS	DIST TABALOSOS - PINTO RECODO	MAXIMA DENSIDAD SECA		[gr/cc] 1.720
DESCRIPCION	SUELO NATURAL DE EXCAVACION. Km 1+000. EJE CARRETERA		OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		[%] 14.80
FECHA	Dic-09		CBR AL 100% DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA		[%] 7.0
			CBR AL 95% DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA		[%] 3.0
			RET. MALLA N°4		- [%]
	SUCS	CL	LL	41.40	IP 24.90
	EMBEBIDO [ Dias]		4		EXPANSION [%] 2.60
	ABSORCION [%]		-		% w de PENETRAC.



# Clasificación de trazo.

## Muestra 01 Calicata N° 01

**PROYECTO** "CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA TABALOSOS - PINTO RECODO"  
**TRAMO** TABALOSOS - PINTO RECODO.  
**UBICACION** PROV LAMAS DIST TABALOSOS - PINTO RECODO.  
**DESCRIPCION** SUELO NATURAL DE EXCAVACIÓN  
**PROGRESIVA** Km 0+020  
**FECHA** dic-09

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION. NORMAS ASTM D422 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D2487

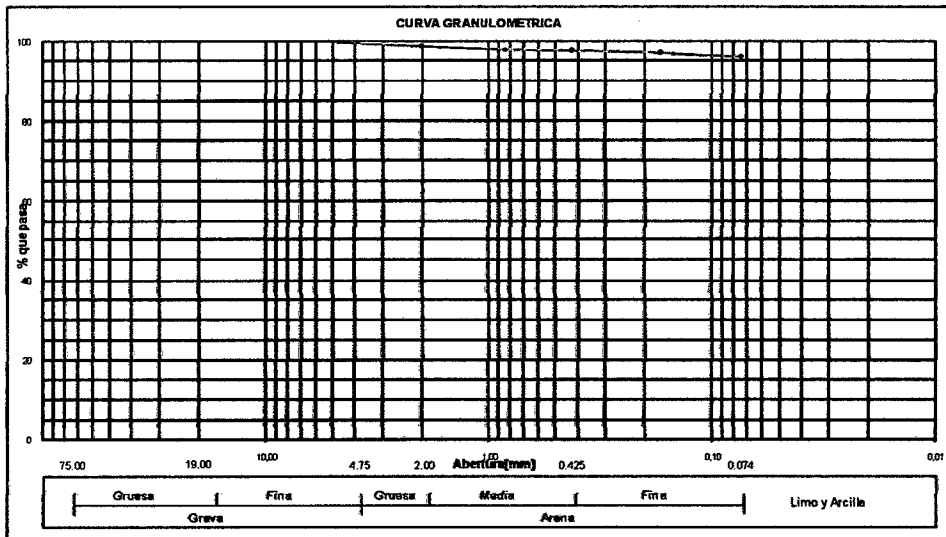
### 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D 422.

Peso Inicial Seco, [gr]	500,00
Peso Lavado y Seco, [gr]	20,77

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	Porcentaje Ret. [%]	Porcentaje Ret. Acumulado [%]	Porcentaje Acum. Pesante [%]
3"	76,000				
2"	50,800				
1 1/2"	38,100				
1"	25,400				
3/4"	19,050				
3/8"	9,525				
Nº 4	4,760				100,00
Nº 10	2,000	6,38	1,30	1,30	98,70
Nº 20	0,840	3,32	0,70	2,00	98,00
Nº 40	0,420	2,25	0,50	2,50	97,50
Nº 80	0,170	2,52	0,50	3,00	97,00
Nº 100	0,150	0,60	0,10	3,10	96,90
Nº 200	0,074	5,70	1,10	4,20	95,80
< Nº 200	0,000	479,23	95,80	100,00	-

#### CARACTERISTICAS FISICAS

IDENTIFICACION : CALICATA N°/MUESTRA N°	C-01/M-01
PROFUNDIDAD [m]	0.10 - 0.70
REGISTRO	
P. E. RELAT. DE SOLIDOS [corrected por t°] [gr/cc]	
HUMEDAD NATURAL [%]	26,30
LIMITE LIQUIDO [%]	50,40
LIMITE PLASTICO [%]	33,00
INDICE PLASTICO [%]	17,40
MATERIAL MENOR TAMIZ # 200 [%]	95,80
LIMITE DE CONTRACCION [%]	
CLASIFICACION S.U.C.S.	MH
CLASIFICACION A.S.S.H.T.O.	A-7-5 (21)
D10 [mm]	-
D30 [mm]	-
D60 [mm]	-



### 2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D 4318)

#### A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara Nº		
	16	21	26
1. No de Golpes	30	24	18
2. Peso Tara, [gr]	18,30	18,25	18,25
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	27,13	27,55	27,15
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	24,21	24,43	24,11
5. Peso Agua, [gr] (3)-(4)	2,92	3,12	3,04
6. Peso Suelo Seco, [gr] (4)-(2)	5,91	6,18	5,86
7. Contenido de Humedad, [%] (5)/(6)x100	49,40	50,50	51,90

#### 4. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216)

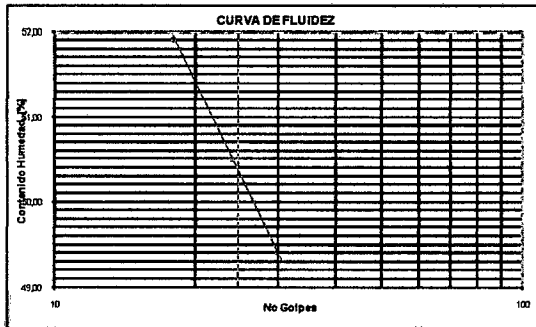
Procedimiento	Tara Nº
1. Peso Tara, [gr]	154,34
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	674,45
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	566,00
4. Peso Agua, [gr] (3)-(4)	108,45
5. Peso Suelo Seco, [gr] (4)-(2)	411,66
6. Contenido de Humedad, [%] (5)/(6)x100	26,30

#### B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	8	43
1. Peso Tara, [gr]	21,06	16,76
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	24,23	19,56
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	23,44	18,87
4. Peso Agua, [gr] (2)-(3)	0,79	0,69
5. Peso Suelo Seco, [gr] (3)-(1)	2,38	2,11
6. Contenido de Humedad, [%] (4)/(5)x100	33,20	32,70
7. Contenido de Humedad Promedio, [%]	33,00	

### 3. PESO ESPECIFICO DE LA GRAVA (NORMA ASTM C 128-69)

Procedimiento	Prueba Nº 01	Prueba Nº 02
1. Peso de muestra secada al horno, [gr]		
2. Peso de muestra sat. superf. seca, [gr]		
3. Peso de muestra saturada dentro del agua, [gr]		
4. Peso específico de masa, [gr/cc]		
5. Peso específico de masa superf. Seco, [gr/cc]		



# Muestra 02 Calicata N° 01.

**PROYECTO** "CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA TABALOSOS - PINTO RECODO"  
**TRAMO** TABALOSOS - PINTO RECODO.  
**UBICACION** PROV LAMAS **DIST** TABALOSOS - PINTO RECODO.  
**DESCRIPCION** SUELO NATURAL DE EXCAVACIÓN  
**PROGRESIVA** Km 0+020

**FECHA** dic-09

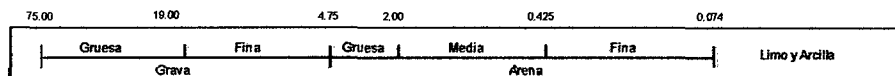
ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION. NORMAS ASTM D422 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D2487

## 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

Peso Inicial Seco, [gr]	500,00
Peso Lavado y Seco, [gr]	18,03

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	Porcentaje Ret. [%]	Porcentaje Ret. Acumulado [%]	Porcentaje Acum. Pasante [%]
3"	76,000				
2"	50,800				
1 1/2"	38,100				
1"	25,400				
3/4"	19,050				
3/8"	9,525				
N° 4	4,760				100,00
N° 10	2,000	1,00	0,20	0,20	99,80
N° 20	0,840	1,10	0,20	0,40	99,60
N° 40	0,420	1,90	0,40	0,80	99,20
N° 60	0,170	7,10	1,40	2,20	97,80
N° 100	0,150	1,37	0,30	2,50	97,50
N° 200	0,074	5,56	1,10	3,60	96,40
< N° 200	0,000	481,97	96,40	100,00	0,00

CARACTERISTICAS FISICAS			
IDENTIFICACION : CALICATA N°/MUESTRA N°	C-01/M-02		
PROFUNDIDAD [m]	0.70 - 1.10		
REGISTRO			
P. E. RELAT. DE SOLIDOS [correctado por t°] [gr/cc]			
HUMEDAD NATURAL [%]	37,10		
LIMITE LIQUIDO [%]	70,70		
LIMITE PLASTICO [%]	34,10		
INDICE PLASTICO [%]	36,60		
MATERIAL MENOR TAMIZ # 200 [%]	96,40		
LIMITE DE CONTRACCION [%]			
CLASIFICACION S.U.C.S.	MH		
CLASIFICACION A.S.S.H.T.O.	A-7-5(20)		
D10 [mm]	-	Cu	-
D30 [mm]	-	Cc	-
D60 [mm]	-	-	-



## 2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D 4318)

### A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara N°		
	25	28	20
1. No. de Golpes	35	23	17
2. Peso Tara, [gr]	17,97	18,28	18,29
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	28,64	29,90	29,10
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	24,25	25,08	24,59
5. Peso Agua, [gr] (3)-(4)	4,39	4,82	4,51
6. Peso Suelo Seco, [gr] (4)-(2)	6,28	6,80	6,30
7. Contenido de Humedad, [%] (5)/(6)x100	69,90	70,90	71,60

### 4. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216)

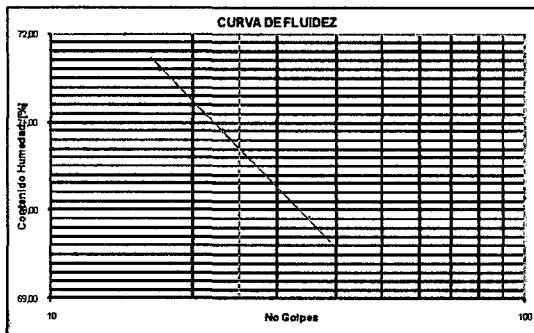
Procedimiento	Tara N°
1. Peso Tara, [gr]	7
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	225,00
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	654,68
4. Peso Agua, [gr] (3)-(4)	159,37
5. Peso Suelo Seco, [gr] (4)-(2)	429,68
6. Contenido de Humedad, [%] (5)/(6)x100	37,10

### B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	11	20
1. Peso Tara, [gr]	22,64	23,94
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	27,29	28,61
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	26,10	27,43
4. Peso Agua, [gr] (2)-(3)	1,19	1,18
5. Peso Suelo Seco, [gr] (3)-(1)	3,46	3,49
6. Contenido de Humedad, [%] (4)/(5)x100	34,40	33,80
7. Contenido de Humedad Promedio, [%]	34,10	

## 3. PESO ESPECIFICO DE LA GRAVA (NORMA ASTM C 128-69)

Procedimiento	Prueba N° 01	Prueba N° 02
1. Peso de muestra secada al horno, [gr]		
2. Peso de muestra sat. superf. seca, [gr]		
3. Peso de muestra saturada dentro del agua, [gr]		
4. Peso específico de masa, [gr/cc]		
5. Peso específico de masa superf. Seco, [gr/cc]		



# Muestra 03 Calicata N° 01.

**PROYECTO** "CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA TABALOSOS - PINTO RECODO"  
**TRAMO** TABALOSOS - PINTO RECODO.  
**UBICACION** PROV LAMAS DIST TABALOSOS - PINTO RECODO.  
**DESCRIPCION** SUELO NATURAL DE EXCAVACIÓN  
**PROGRESIVA** Km 0+020

**FECHA** dic-09

ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACION. NORMAS ASTM D422 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D2487

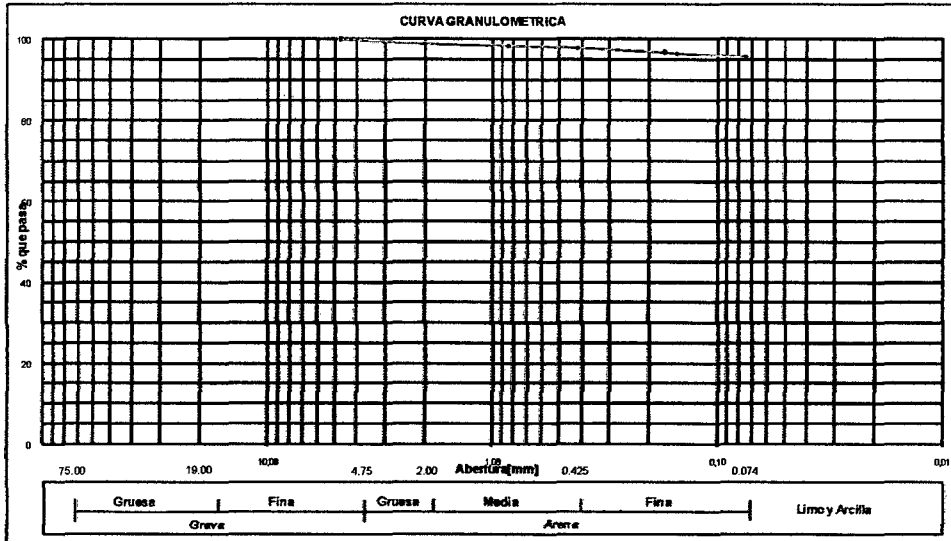
## 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

Peso Inicial Seco, [gr]	500,00
Peso Lavado y Seco, [gr]	21,60

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	Porcentaje Ret. [%]	Porcentaje Ret. Acumulado [%]	Porcentaje Acum. Pasante [%]
3"	76,000				
2"	50,800				
1 1/2"	38,100				
1"	25,400				
3/4"	19,050				
3/8"	9,525				
N° 4	4,760				100,00
N° 10	2,000	4,33	0,90	0,90	99,10
N° 20	0,840	3,17	0,60	1,50	98,50
N° 40	0,420	2,65	0,50	2,00	98,00
N° 80	0,170	5,79	1,20	3,20	96,80
N° 100	0,150	0,99	0,20	3,40	96,60
N° 200	0,074	4,67	0,90	4,30	95,70
< N° 200	0,000	478,40	95,70	100,00	0,00

### CARACTERISTICAS FISICAS

IDENTIFICACION : CALICATA N°/MUESTRA N°	C-01/M-03
PROFUNDIDAD [m]	1.10 - 1.50
REGISTRO	
P. E. RELAT. DE SOLIDOS [corregido por t°] [gr/cc]	
HUMEDAD NATURAL [%]	27,40
LIMITE LIQUIDO [%]	67,20
LIMITE PLASTICO [%]	27,80
INDICE PLASTICO [%]	39,40
MATERIAL MENOR TAMIZ # 200 [%]	95,70
LIMITE DE CONTRACCION [%]	
CLASIFICACION S.U.C.S.	CH
CLASIFICACION A.S.S.H.T.O.	A-7-6(20)
D10 [mm]	Cu
D30 [mm]	Cc
D60 [mm]	



## 2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D 4318)

### A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara N°		
	16	21	23
1. No de Golpes	34	25	17
2. Peso Tara, [gr]	18,32	18,24	18,27
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	27,87	28,04	26,43
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	24,07	24,10	23,11
5. Peso Agua, [gr] (3)-(4)	3,80	3,94	3,32
6. Peso Suelo Seco, [gr] (4)-(2)	5,75	5,86	4,84
7. Contenido de Humedad, [%] (5)/(6)x 100	66,10	67,20	68,60

### 4. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216)

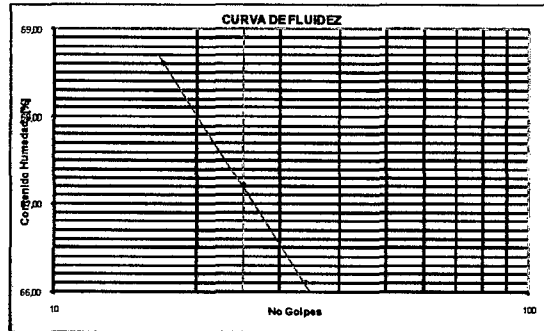
Procedimiento	Tara N°
	7
1. Peso Tara, [gr]	210,00
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	852,35
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	714,10
4. Peso Agua, [gr] (3)-(4)	138,25
5. Peso Suelo Seco, [gr] (4)-(2)	504,10
6. Contenido de Humedad, [%] (5)/(6)x 100	27,40

### B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	2	17
1. Peso Tara, [gr]	34,02	15,66
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	39,04	20,30
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	37,96	19,28
4. Peso Agua, [gr] (2)-(3)	1,08	1,02
5. Peso Suelo Seco, [gr] (3)-(1)	3,94	3,62
6. Contenido de Humedad, [%] (4)/(5)x 100	27,40	28,20
7. Contenido de Humedad Promedio, [%]	27,80	

## 3. PESO ESPECIFICO DE LA GRAVA (NORMA ASTM C 128-69)

Procedimiento	Prueba N° 01	Prueba N° 02
1. Peso de muestra secada al horno, [gr]		
2. Peso de muestra sat. superf. seca, [gr]		
3. Peso de muestra saturada dentro del agua, [gr]		
4. Peso específico de masa, [gr/cc]		
5. Peso específico de masa superf. Seco, [gr/cc]		



# Muestra 01 Calicata N° 02.

<b>PROYECTO</b>	"CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA TABALOSOS - PINTO RECODO"		
<b>TRAMO</b>	TABALOSOS - PINTO RECODO.		
<b>UBICACION</b>	PROV LAMAS	DIST	TABALOSOS - PINTO RECODO.
<b>DESCRIPCION</b>	SUELO NATURAL DE EXCAVACIÓN		
<b>PROGRESIVA</b>	Km 0+500		
			<b>FECHA</b> dic-09

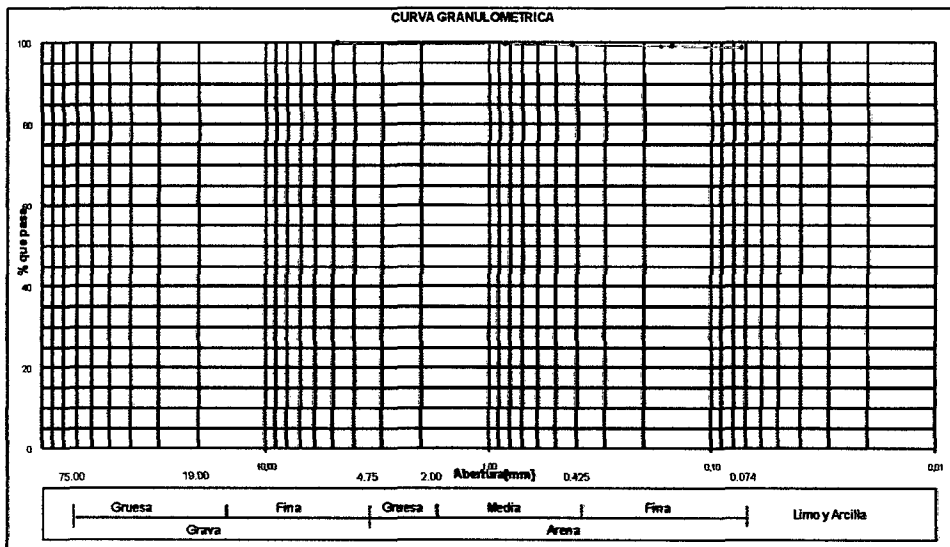
ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION. NORMAS ASTM D422 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D2487

## 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

Peso Inicial Seco, [gr]	500,00
Peso Lavado y Seco, [gr]	6,56

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	Porcentaje Ret. [%]	Porcentaje Ret. Acumulado [%]	Porcentaje Acum. Pasante [%]
2"	50,800				
1 1/2"	38,100				
1"	25,400				
3/4"	19,050				
3/8"	9,525				
N° 4	4,760				100,00
N° 10	2,000	0,90	0,20	0,20	99,80
N° 20	0,840	0,59	0,10	0,30	99,70
N° 40	0,420	0,48	0,10	0,40	99,60
N° 80	0,170	1,20	0,20	0,60	99,40
N° 100	0,150	0,55	0,10	0,70	99,30
N° 200	0,074	2,84	0,60	1,30	98,70
< N° 200	0,000	493,44	98,70	100,00	0,00

CARACTERISTICAS FISICAS			
IDENTIFICACION	: CALICATA N°/MUESTRA N°	C -02/M-01	
PROFUNDIDAD	[m]	0,00 - 0,60	
P. E. RELAT. DE SOLIDOS [corregido por t°]	[gr/cc]		
HUMEDAD NATURAL	[%]	26,30	
LIMITE LIQUIDO	[%]	60,50	
LIMITE PLASTICO	[%]	35,90	
INDICE PLASTICO	[%]	24,60	
MATERIAL MENOR TAMIZ # 200	[%]	98,70	
LIMITE DE CONTRACCION	[%]		
CLASIFICACION S.U.C.S.		MH	
CLASIFICACION A.S.S.H.T.O.		A-7-5(18)	
D10 [mm]		Cu	
D30 [mm]		Cc	
D60 [mm]			



## 2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D 4318)

### A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara N°		
	18	23	27
1. No de Golpes	34	27	18
2. Peso Tara, [gr]	18,61	18,27	18,45
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	27,63	28,22	27,84
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	24,26	24,48	24,27
5. Peso Agua, [gr]	(3)-(4)	3,77	3,74
6. Peso Suelo Seco, [gr]	(4)-(2)	5,65	6,21
7. Contenido de Humedad, [%]	(5)/(6)x100	59,60	60,20

### 4. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216)

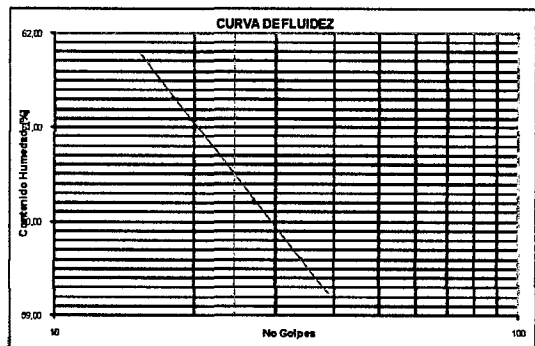
Procedimiento	Tara N°
	7
1. Peso Tara, [gr]	240,00
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	886,14
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	751,45
4. Peso Agua, [gr]	(3)-(4)
5. Peso Suelo Seco, [gr]	(4)-(2)
6. Contenido de Humedad, [%]	(5)/(6)x100

### B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Tara N°	
	3	11
1. Peso Tara, [gr]	23,94	22,63
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	27,03	26,12
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	26,23	25,18
4. Peso Agua, [gr]	(2)-(3)	0,80
5. Peso Suelo Seco, [gr]	(3)-(1)	2,29
6. Contenido de Humedad, [%]	(4)/(5)x100	34,90
7. Contenido de Humedad Promedio, [%]		35,90

### 3. PESO ESPECIFICO (NORMA ASTM D 854-58)

Procedimiento	Prueba N° 01	Prueba N° 02
1. Peso del frasco + peso suelo seco, [gr]		
2. Peso del frasco volumétrico N° 01, [gr]		
3. Peso del Suelo Seco, [gr]	(1)-(2)	
4. Peso del fr. + peso suelo s. + peso agua [gr]		
5. Peso del frasco + peso agua, [gr/cc]		
6. $G_s = \frac{3}{(3)-(4)}$ , [gr./cc.]		



# Muestra 02 Calicata N° 02.

<b>PROYECTO</b>	"CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA TABALOSOS - PINTO RECODO"		
<b>TRAMO</b>	TABALOSOS - PINTO RECODO.		
<b>UBICACION</b>	PROV	LAMAS	DIST TABALOSOS - PINTO RECODO.
<b>DESCRIPCION</b>	SUELO NATURAL DE EXCAVACIÓN		
<b>PROGRESIVA</b>	Km 0+500		
			<b>FECHA</b> dc-09

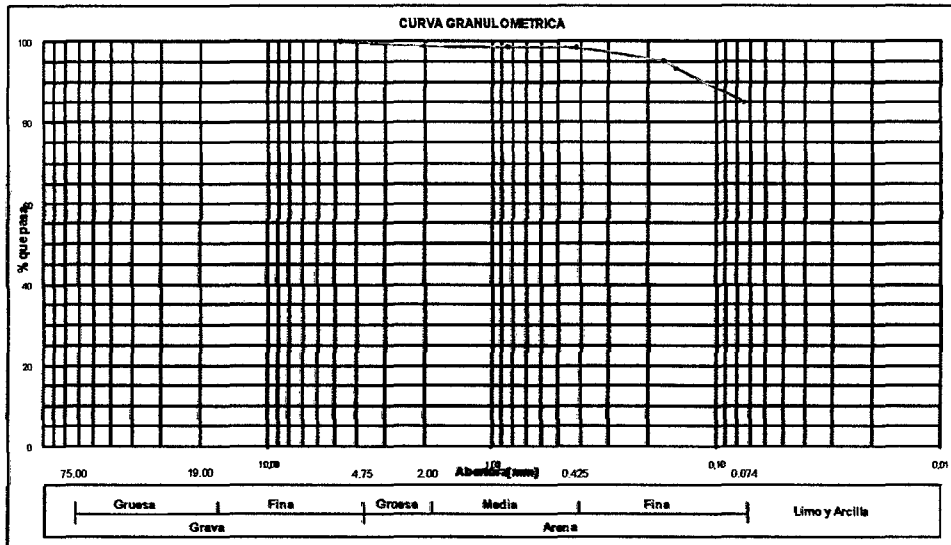
ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION. NORMAS ASTM D422 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D2487

**1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D 422**

Peso Inicial Seco, [gr]	500,00
Peso Lavado y Seco, [gr]	74,87

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	Porcentaje Ret. [%]	Porcentaje Ret. Acumulado [%]	Porcentaje Acum. Pesante [%]
3"	76,000				
2"	50,800				
1 1/2"	38,100				
1"	25,400				
3/4"	19,050				
3/8"	9,525				
Nº 4	4,750				100,00
Nº 10	2,000	4,36	0,90	0,90	99,10
Nº 20	0,840	2,02	0,40	1,30	98,70
Nº 40	0,420	1,38	0,30	1,60	98,40
Nº 80	0,170	17,17	3,40	5,00	95,00
Nº 100	0,150	7,30	1,50	6,50	93,50
Nº 200	0,074	42,64	8,50	15,00	85,00
< Nº 200	0,000	425,13	85,00	100,00	0,00

CARACTERISTICAS FISICAS	
IDENTIFICACION	: CALICATA Nº/MUESTRA Nº C-02/M-02
PROFUNDIDAD	[m] 0.60- 1.50
REGISTRO	
P. E. RELAT. DE SOLIDOS [corregido por tº]	[gr/cc]
HUMEDAD NATURAL	[%] 10,50
LIMITE LIQUIDO	[%] 36,40
LIMITE PLASTICO	[%] 19,00
INDICE PLASTICO	[%] 17,40
MATERIAL MENOR TAMIZ # 200	[%] 85,00
LIMITE DE CONTRACCION	[%]
CLASIFICACION S.U.C.S.	CL
CLASIFICACION A.S.S.H.T.O.	A-6(11)
D10 [mm]	Cu
D30 [mm]	Cc
D60 [mm]	



**2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D 4318)**

**A. LIMITE LIQUIDO**

Procedimiento	Tara Nº		
	16	21	26
1. No. de Golpes	33	25	18
2. Peso Tara, [gr]	18,30	18,24	18,24
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	27,49	27,50	27,56
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	25,08	25,03	25,02
5. Peso Agua, [gr]	(3)-(4) 2,41	2,47	2,54
6. Peso Suelo Seco, [gr]	(4)-(2) 6,78	6,79	6,78
7. Contenido de Humedad, [%]	(5)/(6)X100 35,50	36,40	37,50

**4. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216)**

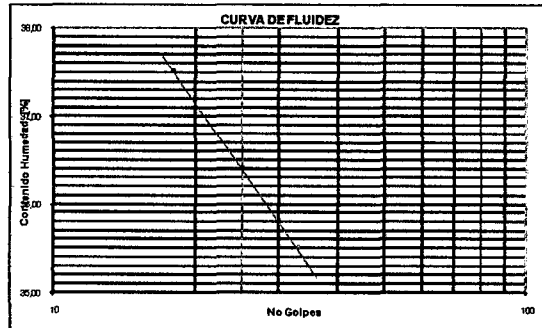
Procedimiento	Tara Nº 4
1. Peso Tara, [gr]	255,00
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	955,20
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	888,77
4. Peso Agua, [gr]	(3)-(4) 66,43
5. Peso Suelo Seco, [gr]	(4)-(2) 633,77
6. Contenido de Humedad, [%]	(5)/(8)X100 10,50

**B. LIMITE PLASTICO**

Procedimiento	8	43
1. Peso Tara, [gr]	21,05	16,76
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	25,48	21,55
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	24,79	20,77
4. Peso Agua, [gr]	(2)-(3) 0,69	0,78
5. Peso Suelo Seco, [gr]	(3)-(1) 3,74	4,01
6. Contenido de Humedad, [%]	(4)/(5)X100 18,40	19,50
7. Contenido de Humedad Promedio, [%]	19,00	

**3. PESO ESPECIFICO DE LA GRAVA (NORMA ASTM C 128-69)**

Procedimiento	Prueba Nº 01	Prueba Nº 02
1. Peso de muestra secada al horno, [gr]		
2. Peso de muestra sat. superf. seca, [gr]		
3. Peso de muestra saturada dentro del agua, [gr]		
4. Peso específico de masa, [gr/cc]		
5. Peso específico de masa superf. Seco, [gr/cc]		



# Muestra 01 Calicata N° 03.

**PROYECTO** "CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA TABALOSOS - PINTO RECODO"  
**TRAMO** TABALOSOS - PINTO RECODO.  
**UBICACION** PROV LAMAS DIST TABALOSOS - PINTO RECODO.  
**DESCRIPCION** SUELO NATURAL DE EXCAVACIÓN  
**PROGRESIVA** Km 1+000

**FECHA** dic-09

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION. NORMAS ASTM D422 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D2487

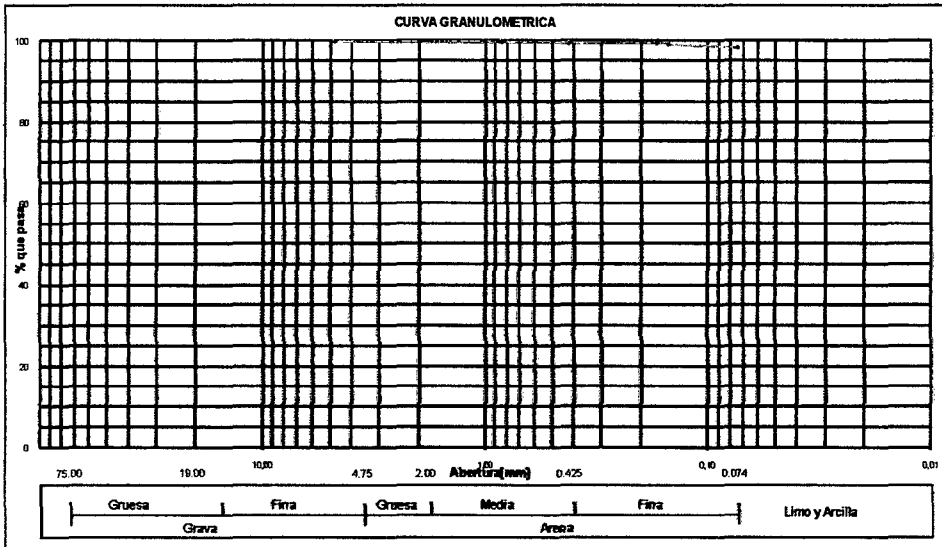
## 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

Peso Inicial Seco, [gr]	130,00
Peso Lavado y Seco, [gr]	2,22

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	Porcentaje Ret. [%]	Porcentaje Ret. Acumulado [%]	Porcentaje Acum. Pasante [%]
2"	50,800				
1 1/2"	38,100				
1"	25,400				
3/4"	19,050				
3/8"	9,525				
Nº 4	4,760				100,00
Nº 10	2,000	0,37	0,30	0,30	99,70
Nº 20	0,840	0,23	0,20	0,50	99,50
Nº 40	0,420	0,12	0,10	0,60	99,40
Nº 80	0,170	0,31	0,20	0,80	99,20
Nº 100	0,150	0,15	0,10	0,90	99,10
Nº 200	0,074	1,04	0,80	1,70	98,30
< Nº 200	0,000	127,78	98,30	100,00	0,00

### CARACTERISTICAS FISICAS

IDENTIFICACION : CALICATA Nº/MUESTRA Nº	C-03/M-01
PROFUNDIDAD [m]	0.10 - 0.50
P. E. RELAT. DE SOLIDOS [corregido por tº] [gr/cc]	
HUMEDAD NATURAL [%]	38,60
LIMITE LIQUIDO [%]	70,50
LIMITE PLASTICO [%]	26,90
INDICE PLASTICO [%]	43,60
MATERIAL MENOR TAMIZ # 200 [%]	98,30
LIMITE DE CONTRACCION [%]	
CLASIFICACION S.U.C.S.	CH
CLASIFICACION A.S.S.H.T.O.	A-7-6(20)
D10 [mm]	—
D30 [mm]	—
D60 [mm]	—



## 2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D 4318)

### A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara Nº		
	26	28	21
1. No de Golpes	35	21	15
2. Peso Tara, [gr]	18,25	18,31	18,24
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	26,56	27,01	27,22
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	23,15	23,40	23,47
5. Peso Agua, [gr] (3)-(4)	3,41	3,61	3,75
6. Peso Suelo Seco, [gr] (4)-(2)	4,90	5,09	5,23
7. Contenido de Humedad, [%] (5)/(6)X100	69,60	70,90	71,70

### 4. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216)

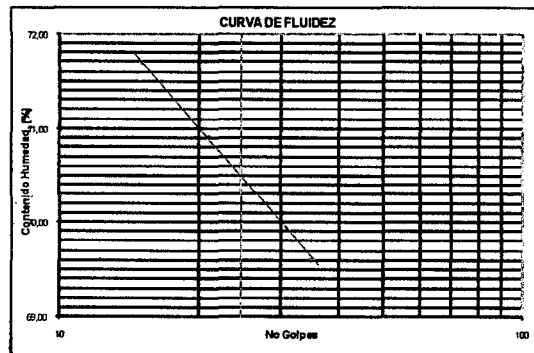
Procedimiento	Tara Nº
	s/n
1. Peso Tara, [gr]	230,50
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	1.128,40
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	878,50
4. Peso Agua, [gr] (3)-(4)	249,90
5. Peso Suelo Seco, [gr] (4)-(2)	648,00
6. Contenido de Humedad, [%] (5)/(6)X100	38,60

### B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Tara Nº	
	8	43
1. Peso Tara, [gr]	21,06	16,76
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	24,63	20,84
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	23,87	19,98
4. Peso Agua, [gr] (2)-(3)	0,76	0,86
5. Peso Suelo Seco, [gr] (3)-(1)	2,81	3,22
6. Contenido de Humedad, [%] (4)/(5)X100	27,00	26,70
7. Contenido de Humedad Promedio, [%]	26,90	

## 3. PESO ESPECIFICO (NORMA ASTM D 854-58)

Procedimiento	Prueba Nº 01	Prueba Nº 02
1. Peso del frasco + peso suelo seco, [gr]		
2. Peso del frasco volumétrico Nº 01, [gr]		
3. Peso del Suelo Seco, [gr] (1)-(2)		
4. Peso del fr. + peso suelo s. + peso agua [gr]		
5. Peso del frasco + peso agua, [gr/cc]		
6. G <sub>s</sub> = 3/(3)-(4), [gr./cc.]		



# Muestra 02 Calicata N° 03.

**PROYECTO** "CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA TABALOSOS - PINTO RECODO"  
**TRAMO** TABALOSOS - PINTO RECODO.  
**UBICACION** PROV LAMAS **DIST** TABALOSOS - PINTO RECODO.  
**DESCRIPCION** SUELO NATURAL DE EXCAVACIÓN  
**PROGRESIVA** Km 1+000

FECHA dic-09

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION. NORMAS ASTM D422 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D2487

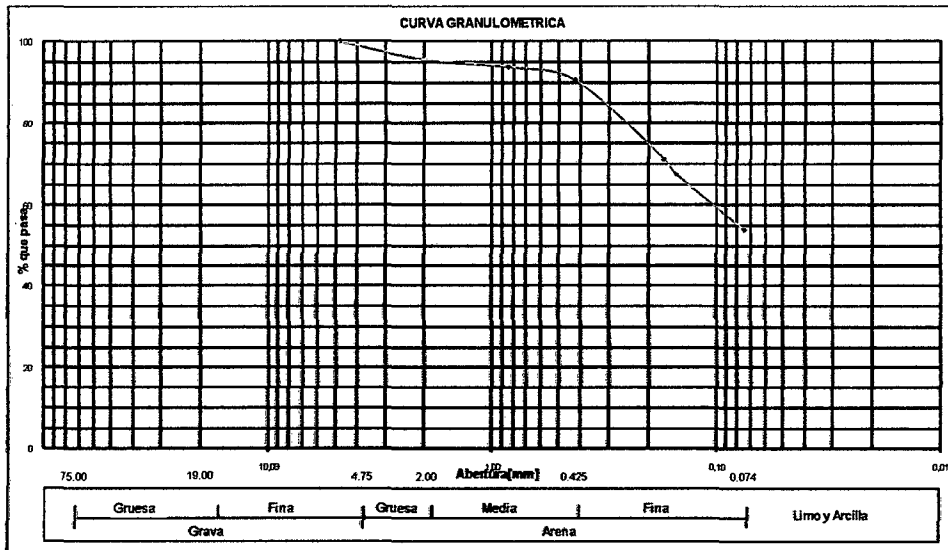
## 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

Peso Inicial Seco, [gr]	500,00
Peso Lavado y Seco, [gr]	230,55

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	Porcentaje Ret. [%]	Porcentaje Ret. Acumulado [%]	Porcentaje Acum. Pasante [%]
3"	76,000				
2"	50,800				
1 1/2"	38,100				
1"	25,400				
3/4"	19,050				
3/8"	9,525				
Nº 4	4,760				100,00
Nº 10	2,000	21,71	4,30	4,30	95,70
Nº 20	0,840	8,75	1,80	6,10	93,90
Nº 40	0,420	17,34	3,50	9,60	90,40
Nº 80	0,170	95,93	19,20	28,80	71,20
Nº 100	0,150	18,68	3,70	32,50	67,50
Nº 200	0,074	68,14	13,60	46,10	53,90
< Nº 200	0,000	269,45	53,90	100,00	0,00

### CARACTERISTICAS FISICAS

IDENTIFICACION : CALICATA Nº/MUESTRA Nº	C-03/M-02
PROFUNDIDAD [m]	0.50 - 1.50
REGISTRO	
P. E. RELAT. DE SOLIDOS [corregido por tº] [gr/cc]	
HUMEDAD NATURAL [%]	20,20
LIMITE LIQUIDO [%]	41,40
LIMITE PLASTICO [%]	16,50
INDICE PLASTICO [%]	24,90
MATERIAL MENOR TAMIZ # 200 [%]	53,90
LIMITE DE CONTRACCION [%]	
CLASIFICACION S.U.C.S.	CL
CLASIFICACION A.S.S.H.T.O.	A-7-6(10)
D10 [mm]	Cu
D30 [mm]	Cc
D60 [mm]	



## 2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D 4318)

### A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara Nº		
	16	18	25
1. No de Golpes	34	22	16
2. Peso Tara, [gr]	18,30	18,61	17,97
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	29,12	31,09	26,92
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	26,00	27,41	24,24
5. Peso Agua, [gr] (3)-(4)	3,12	3,68	2,68
6. Peso Suelo Seco, [gr] (4)-(2)	7,70	8,80	6,27
7. Contenido de Humedad, [%] (5)/(6)x100	40,50	41,80	42,70

### B. LIMITE PLASTICO

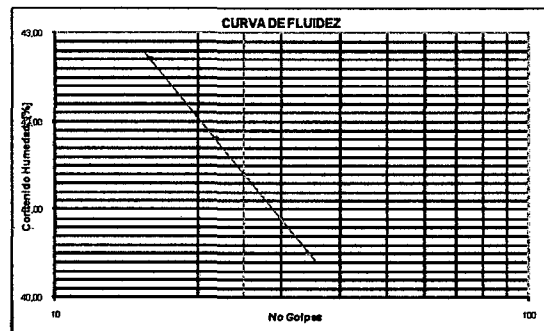
Procedimiento	15	20
1. Peso Tara, [gr]	18,27	22,79
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	23,00	26,89
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	22,34	26,30
4. Peso Agua, [gr] (2)-(3)	0,66	0,59
5. Peso Suelo Seco, [gr] (3)-(1)	4,07	3,51
6. Contenido de Humedad, [%] (4)/(5)x100	16,20	16,80
7. Contenido de Humedad Promedio, [%]	16,50	

## 3. PESO ESPECIFICO DE LA GRAVA (NORMA ASTM C 128-69)

Procedimiento	Prueba Nº 01	Prueba Nº 02
1. Peso de muestra secada al horno, [gr]		
2. Peso de muestra sat. superf. seca, [gr]		
3. Peso de muestra saturada dentro del agua, [gr]		
4. Peso específico de masa, [gr/cc]		
5. Peso específico de masa superf. Seco, [gr/cc]		

## 4. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216)

Procedimiento	Tara Nº 1
1. Peso Tara, [gr]	210,00
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	1.225,00
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	1.054,30
4. Peso Agua, [gr] (3)-(4)	170,70
5. Peso Suelo Seco, [gr] (4)-(2)	844,30
6. Contenido de Humedad, [%] (5)/(6)x100	20,20



# Muestra 01 Calicata N° 04.

**PROYECTO** "CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA TABALOSOS - PINTO RECODO"  
**TRAMO** TABALOSOS - PINTO RECODO.  
**UBICACION** PROV DIST TABALOSOS - PINTO RECODO.  
**DESCRIPCION** SUELO NATURAL DE EXCAVACIÓN  
**PROGRESIVA** Km 1+500

**FECHA** dic-09

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION. NORMAS ASTM D422 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D2487

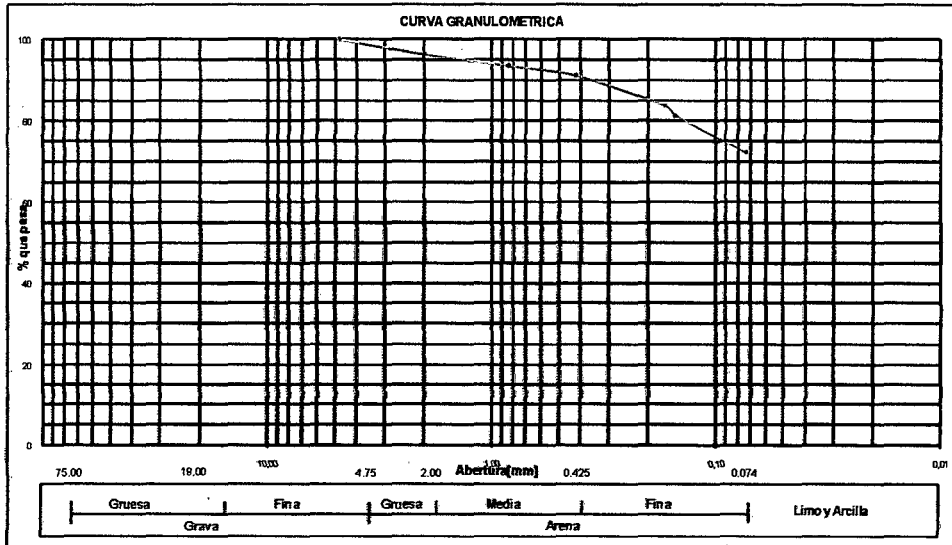
## 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

Peso Inicial Seco, [gr]	500,00
Peso Lavado y Seco, [gr]	139,19

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	Porcentaje Ret. [%]	Porcentaje Ret. Acumulado [%]	Porcentaje Acum. Pasante [%]
2"	50,800				
1 1/2"	38,100				
1"	25,400				
3/4"	19,050				
3/8"	9,525				
Nº 4	4,760			100,00	
Nº 10	2,000	17,53	3,50	3,50	96,50
Nº 20	0,840	14,62	2,90	6,40	93,60
Nº 40	0,420	13,04	2,60	9,00	91,00
Nº 80	0,170	36,09	7,20	16,20	83,80
Nº 100	0,150	11,78	2,40	18,60	81,40
Nº 200	0,074	46,13	9,20	27,80	72,20
< Nº 200	0,000	360,81	72,20	100,00	0,00

### CARACTERISTICAS FISICAS

IDENTIFICACION : CALICATA Nº/MUESTRA Nº	C-04/M-01
PROFUNDIDAD [m]	0.10 - 0.45
P. E. RELAT. DE SOLIDOS [correcto por tº] [gr/cc]	
HUMEDAD NATURAL [%]	18,70
LIMITE LIQUIDO [%]	35,20
LIMITE PLASTICO [%]	20,10
INDICE PLASTICO [%]	15,10
MATERIAL MENOR TAMIZ # 200 [%]	72,20
LIMITE DE CONTRACCION [%]	
CLASIFICACION S.U.C.S.	CL
CLASIFICACION A.S.S.H.T.O.	A-6(9)
D10 [mm]	Cu
D30 [mm]	Cc
D60 [mm]	



## 2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D 4318)

### A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara Nº		
	22	25	28
1. No de Golpes	33	24	17
2. Peso Tara, [gr]	18,36	18,02	18,29
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	31,30	29,14	29,18
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	28,00	26,24	26,28
5. Peso Agua, [gr] (3)-(4)	3,30	2,90	2,90
6. Peso Suelo Seco, [gr] (4)-(2)	9,64	8,22	7,99
7. Contenido de Humedad, [%] (5)/(6)x100	34,20	35,30	36,30

### 4. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216)

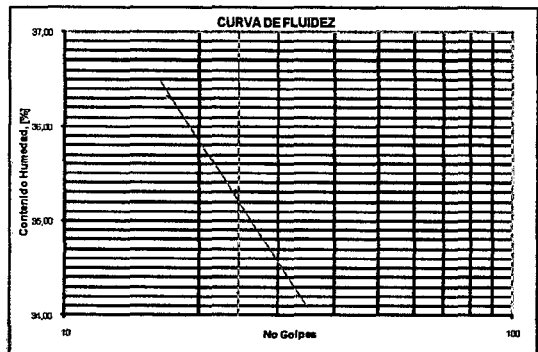
Procedimiento	Tara Nº
	s/n
1. Peso Tara, [gr]	240,00
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	954,20
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	841,90
4. Peso Agua, [gr] (3)-(4)	112,30
5. Peso Suelo Seco, [gr] (4)-(2)	601,90
6. Contenido de Humedad, [%] (5)/(6)x100	18,70

### B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Tara Nº	
	8	43
1. Peso Tara, [gr]	21,04	16,76
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	25,19	20,91
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	24,51	20,20
4. Peso Agua, [gr] (2)-(3)	0,68	0,71
5. Peso Suelo Seco, [gr] (3)-(1)	3,47	3,44
6. Contenido de Humedad, [%] (4)/(5)x100	19,60	20,60
7. Contenido de Humedad Promedio, [%]	20,10	

## 3. PESO ESPECIFICO (NORMA ASTM D 854-58)

Procedimiento	Prueba Nº 01	Prueba Nº 02
1. Peso del frasco + peso suelo seco, [gr]		
2. Peso del frasco volumétrico Nº 01, [gr]		
3. Peso del Suelo Seco, [gr] (1)-(2)		
4. Peso del fr. + peso suelo s. + peso agua, [gr]		
5. Peso del frasco + peso agua, [gr/cc]		
6. $G_s = \frac{3/(3-4)}{[4]}$ , [gr./cc.]		



# Muestra 02 Calicata N° 04.

**PROYECTO** "CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA TABALOSOS - PINTO RECODO"  
**TRAMO** TABALOSOS - PINTO RECODO.  
**UBICACION** PROV LAMAS **DIST** TABALOSOS - PINTO RECODO.  
**DESCRIPCION** SUELO NATURAL DE EXCAVACIÓN  
**PROGRESIVA** Km 1+500

**FECHA** dic-09

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION. NORMAS ASTM D422 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D2487

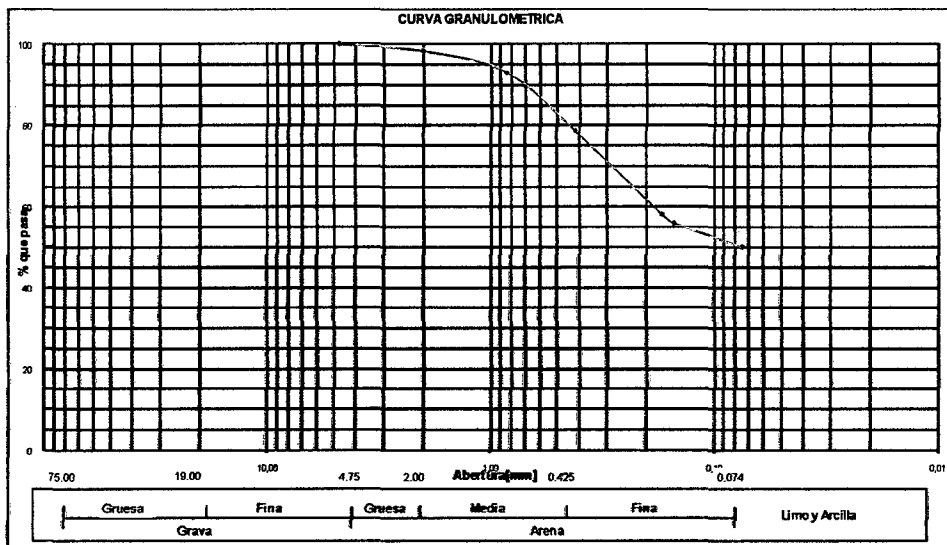
## 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

Peso Inicial Seco, [gr]	300,00
Peso Lavado y Seco, [gr]	149,76

Malhas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	Porcentaje Ret. [%]	Porcentaje Ret. Acumulado [%]	Porcentaje Acum. Pesante [%]
3"	76,000				
2"	50,800				
1 1/2"	38,100				
1"	25,400				
3/4"	19,050				
3/8"	9,525				
Nº 4	4,760				100,00
Nº 10	2,000	4,80	1,6	1,6	98,4
Nº 20	0,840	15,71	5,2	6,8	93,2
Nº 40	0,420	43,34	14,4	21,2	78,8
Nº 80	0,170	62,00	20,7	41,9	58,1
Nº 100	0,150	6,26	2,1	44,0	56,0
Nº 200	0,074	17,65	5,9	49,9	50,1
< Nº 200	0,000	150,24	50,1	100,0	0,0

### CARACTERISTICAS FISICAS

IDENTIFICACION : CALICATA Nº/MJESTRA Nº	C -04/M-02
PROFUNDIDAD [m]	0,45 - 1,50
REGISTRO	
P. E. RELAT. DE SOLIDOS [correcto por tº] [gr/cc]	
HUMEDAD NATURAL [%]	18,20
LIMITE LIQUIDO [%]	36,50
LIMITE PLASTICO [%]	18,50
INDICE PLASTICO [%]	18,00
MATERIAL MENOR TAMIZ # 200 [%]	50,10
LIMITE DE CONTRACCION [%]	
CLASIFICACION S.U.C.S.	SC
CLASIFICACION A.S.S.H.T.O.	A-6(6)
D10 [mm]	Cu
D30 [mm]	Cc
D60 [mm]	



## 2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D 4318)

### A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara Nº		
	16	22	26
1. No de Golpes	34	26	18
2. Peso Tara, [gr]	18,30	18,36	18,27
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	26,66	27,75	27,02
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	24,47	25,25	24,64
5. Peso Agua, [gr]	(3)-(4)	2,19	2,50
6. Peso Suelo Seco, [gr]	(4)-(2)	6,17	6,89
7. Contenido de Humedad, [%]	(5)/(6)x100	35,50	36,30

### 4. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216)

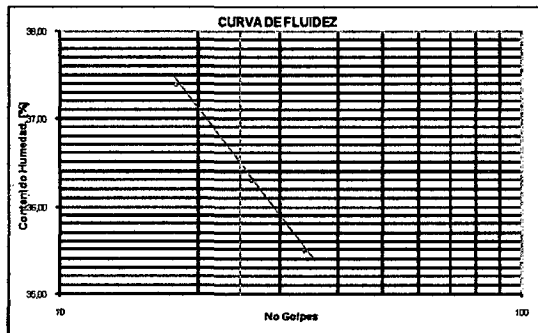
Procedimiento	Tara Nº
1. Peso Tara, [gr]	s/n
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	201,10
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	733,28
4. Peso Agua, [gr]	(3)-(4)
5. Peso Suelo Seco, [gr]	(4)-(2)
6. Contenido de Humedad, [%]	(5)/(6)x100

### B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	7	8
1. Peso Tara, [gr]	17,95	21,06
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	23,04	27,20
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	22,23	26,26
4. Peso Agua, [gr]	(2)-(3)	0,81
5. Peso Suelo Seco, [gr]	(3)-(1)	4,28
6. Contenido de Humedad, [%]	(4)/(5)x100	18,90
7. Contenido de Humedad Promedio, [%]		18,50

## 3. PESO ESPECIFICO DE LA GRAVA (NORMA ASTM C 128-69)

Procedimiento	Prueba Nº 01	Prueba Nº 02
1. Peso de muestra secada al horno, [gr]		
2. Peso de muestra sat. superf. seca, [gr]		
3. Peso de muestra saturada dentro del agua, [gr]		
4. Peso específico de masa, [gr/cc]		
5. Peso específico de masa superf. Seco, [gr/cc]		



# Muestra 01 Calicata N° 05.

**PROYECTO** "CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA TABALOSOS - PINTO RECODO"  
**TRAMO** TABALOSOS - PINTO RECODO.  
**UBICACION** PROV LAMAS DIST TABALOSOS - PINTO RECODO.  
**DESCRIPCION** SUELO NATURAL DE EXCAVACIÓN  
**PROGRESIVA** Km 2+000

**FECHA** dic-09

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION. NORMAS ASTM D422 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D2487

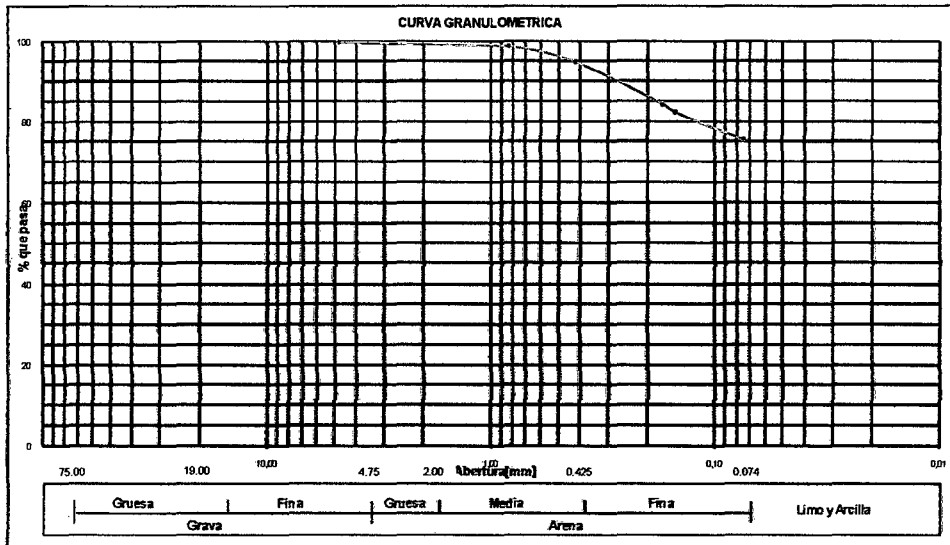
## 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

Peso Inicial Seco, [gr]	130,00
Peso Lavado y Seco, [gr]	32,09

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	Porcentaje Ret. [%]	Porcentaje Ret. Acumulado [%]	Porcentaje Acum. Pasante [%]
2"	50,800				
1 1/2"	38,100				
1"	25,400				
3/4"	19,050				
3/8"	9,525				
Nº 4	4,760				100,00
Nº 10	2,000	0,74	0,60	0,60	99,40
Nº 20	0,840	1,02	0,80	1,40	98,60
Nº 40	0,420	5,01	3,90	5,30	94,70
Nº 80	0,170	13,96	10,70	16,00	84,00
Nº 100	0,150	2,36	1,80	17,80	82,20
Nº 200	0,074	9,00	6,90	24,70	75,30
< Nº 200	0,000	97,91	75,30	100,00	-

### CARACTERISTICAS FISICAS

IDENTIFICACION : CALICATA Nº/MUESTRA Nº	C-05/M-01
PROFUNDIDAD [m]	0.10 - 0.45
P. E. RELAT. DE SOLIDOS [corregido por tº] [gr/cc]	
HUMEDAD NATURAL [%]	33,30
LIMITE LIQUIDO [%]	56,40
LIMITE PLASTICO [%]	28,50
INDICE PLASTICO [%]	27,90
MATERIAL MENOR TAMIZ # 200 [%]	75,30
LIMITE DE CONTRACCION [%]	
CLASIFICACION S.U.C.S.	CH
CLASIFICACION A.S.S.H.T.O.	A-7-6(18)
D10 [mm]	-
D30 [mm]	-
D60 [mm]	-
Cu	-
Cc	-



## 2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D 4318)

### A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara Nº		
	22	15	7
1. No de Golpes	34	23	15
2. Peso Tara, [gr]	18,35	42,58	41,00
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	27,36	52,98	48,95
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	24,14	49,22	46,04
5. Peso Agua, [gr] (3)-(4)	3,22	3,76	2,91
6. Peso Suelo Seco, [gr] (4)-(2)	5,79	6,64	5,04
7. Contenido de Humedad, [%] (5)/(6)x100	55,60	56,60	57,70

### 4. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216)

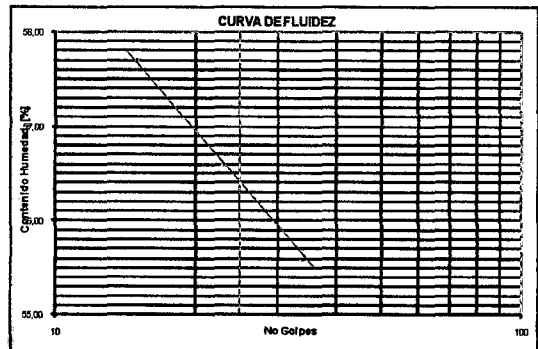
Procedimiento	Tara Nº
1. Peso Tara, [gr]	225,50
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	910,12
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	739,07
4. Peso Agua, [gr] (3)-(4)	171,05
5. Peso Suelo Seco, [gr] (4)-(2)	513,57
6. Contenido de Humedad, [%] (5)/(6)x100	33,30

### B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Tara Nº	
	12	25
1. Peso Tara, [gr]	15,66	22,57
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	20,05	26,62
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	19,08	25,72
4. Peso Agua, [gr] (2)-(3)	0,97	0,90
5. Peso Suelo Seco, [gr] (3)-(1)	3,42	3,15
6. Contenido de Humedad, [%] (4)/(5)x100	28,40	28,60
7. Contenido de Humedad Promedio, [%]	28,50	

## 3. PESO ESPECIFICO (NORMA ASTM D 854-58)

Procedimiento	Prueba Nº 01	Prueba Nº 02
1. Peso del frasco + peso suelo seco, [gr]		
2. Peso del frasco volumétrico Nº 01, [gr]		
3. Peso del Suelo Seco, [gr] (1)-(2)		
4. Peso del fr. + peso suelo s. + peso agua [gr]		
5. Peso del frasco + peso agua, [gr/cc]		
6. G <sub>s</sub> = 3/(3-(4)), [gr/cc.]		



# Muestra 02 Calicata N° 05.

**PROYECTO** "CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA TABALOSOS - PINTO RECODO"  
**TRAMO** TABALOSOS - PINTO RECODO.  
**UBICACION** PROV LAMAS DIST TABALOSOS - PINTO RECODO.  
**DESCRIPCION** SUELO NATURAL DE EXCAVACIÓN  
**PROGRESIVA** Km 2+000

FECHA dic-09

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION. NORMAS ASTM D422 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D2487

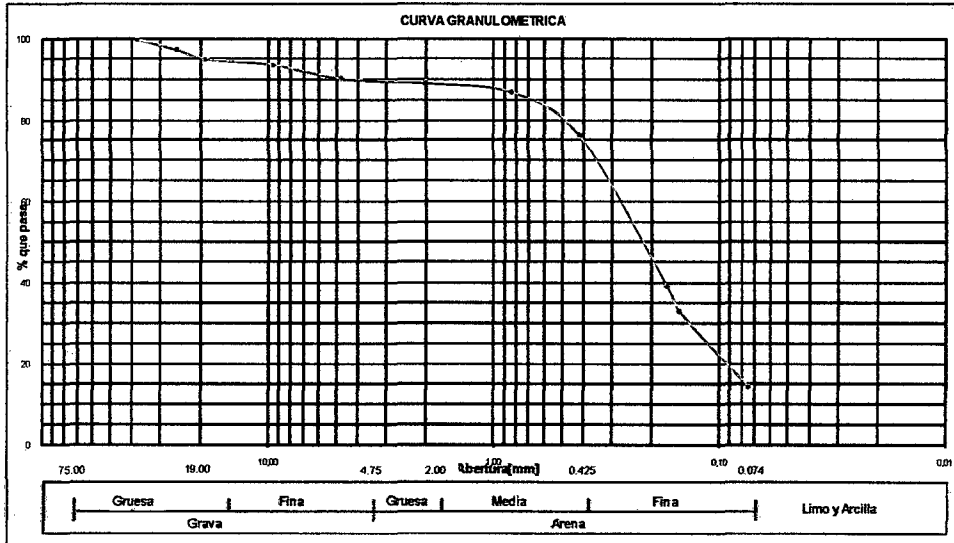
## 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

Peso Inicial Seco, [gr]	3741,00
Peso Lavado y Seco, [gr]	3212,64

Mañás	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	Porcentaje Ret. [%]	Porcentaje Ret. Acumulado [%]	Porcentaje Acum. Pasante [%]
2"	50,800				
1 1/2"	38,100				100,00
1"	25,400	102,25	2,70	2,70	97,30
3/4"	19,050	76,80	2,10	4,80	95,20
3/8"	9,525	51,92	1,40	6,20	93,80
Nº 4	4,760	132,51	3,50	9,70	90,30
Nº 10	2,000	44,02	1,20	10,90	89,10
Nº 20	0,840	84,89	2,30	13,20	86,80
Nº 40	0,420	396,07	10,60	23,80	76,20
Nº 80	0,170	1394,58	37,30	61,10	38,90
Nº 100	0,150	237,33	6,30	67,40	32,60
Nº 200	0,074	692,28	18,50	85,90	14,10
< Nº 200	0,000	528,36	14,10	100,00	0,00

### CARACTERISTICAS FISICAS

IDENTIFICACION : CALICATA Nº/MUESTRA Nº	C-05/M-02
PROFUNDIDAD [m]	0,45-1,50
P. E. RELAT. DE SOLIDOS [corregido por tº] [gr/cc]	
HUMEDAD NATURAL [%]	12,10
LIMITE LIQUIDO [%]	36,10
LIMITE PLASTICO [%]	16,70
INDICE PLASTICO [%]	19,40
MATERIAL MENOR TAMIZ # 200 [%]	14,10
LIMITE DE CONTRACCION [%]	
CLASIFICACION S.U.C.S.	SC
CLASIFICACION A.S.S.H.T.O.	A-2-6(0)
D10 [mm]	Cu
D30 [mm]	Cc
D60 [mm]	



## 2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D 4318)

### A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara Nº		
	1	5	28
1. No de Golpes	33	21	14
2. Peso Tara, [gr]	42,98	42,56	18,30
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	53,56	51,67	26,36
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	50,80	49,23	24,15
5. Peso Agua, [gr]	(3)-(4)	2,76	2,44
6. Peso Suelo Seco, [gr]	(4)-(2)	7,82	6,67
7. Contenido de Humedad, [%]	(5)/(6)x100	35,30	36,60

### 4. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216)

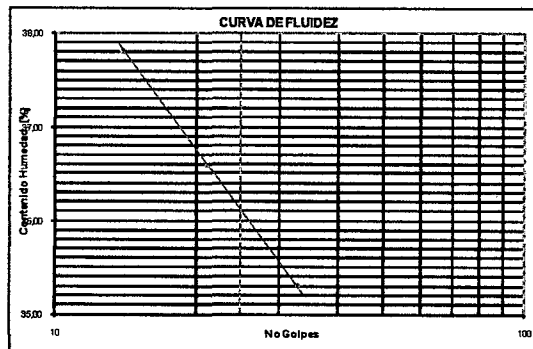
Procedimiento	Tara Nº
1. Peso Tara, [gr]	s/n
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	222,50
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	745,22
4. Peso Agua, [gr]	(3)-(4)
5. Peso Suelo Seco, [gr]	(4)-(2)
6. Contenido de Humedad, [%]	(5)/(6)x100

### B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Tara Nº	
	7	3
1. Peso Tara, [gr]	17,95	23,94
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	23,27	30,71
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	22,50	29,75
4. Peso Agua, [gr]	(2)-(3)	0,77
5. Peso Suelo Seco, [gr]	(3)-(1)	4,55
6. Contenido de Humedad, [%]	(4)/(5)x100	16,90
7. Contenido de Humedad Promedio, [%]	16,70	

## 3. PESO ESPECIFICO (NORMA ASTM D 854-58)

Procedimiento	Prueba Nº 01	Prueba Nº 02
1. Peso del frasco + peso suelo seco, [gr]		
2. Peso del frasco volumétrico Nº 01, [gr]		
3. Peso del Suelo Seco, [gr]	(1)-(2)	
4. Peso del fr. + peso suelo s. + peso agua [gr]		
5. Peso del frasco + peso agua, [gr/cc]		
6. $G_s = \frac{3}{(3)-(4)}$ , [gr/cc.]		



# Muestra 01 Calicata N° 06.

**PROYECTO** "CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA TABALOSOS - PINTO RECODO"  
**TRAMO** TABALOSOS - PINTO RECODO.  
**UBICACION** PROV LAMAS **DIST** TABALOSOS - PINTO RECODO.  
**DESCRIPCION** SUELO NATURAL DE EXCAVACIÓN  
**PROGRESIVA** Km 2+500

**FECHA** dic-09

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION. NORMAS ASTM D422 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D2487

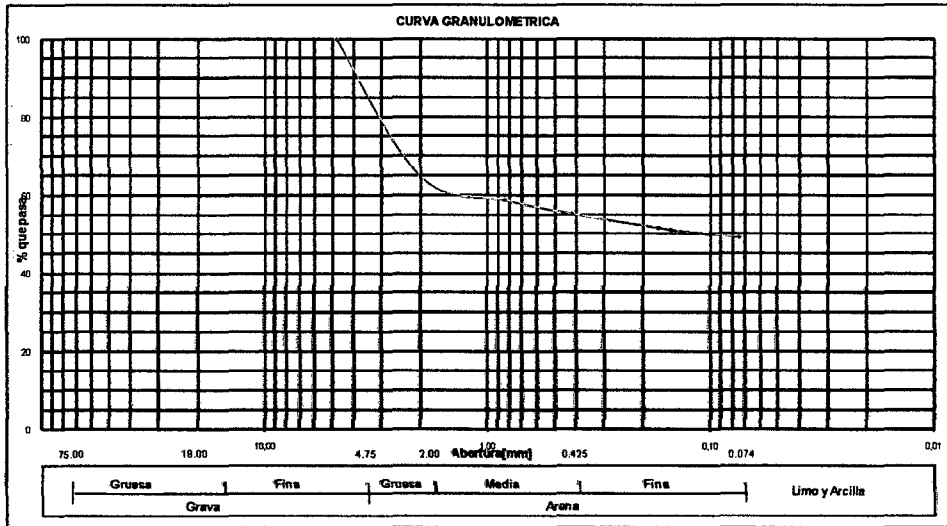
## 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

Peso Inicial Seco, [gr]	300,00
Peso Lavado y Seco, [gr]	152,16

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	Porcentaje Ret. [%]	Porcentaje Ret. Acumulado [%]	Porcentaje Acum. Pasante [%]
2"	50,800				
1 1/2"	38,100				
1"	25,400				
3/4"	19,050				
3/8"	9,525				
N° 4	4,760				100,00
N° 10	2,000	105,95	35,30	35,30	64,70
N° 20	0,840	17,63	5,90	41,20	58,80
N° 40	0,420	10,42	3,50	44,70	55,30
N° 80	0,170	11,13	3,70	48,40	51,60
N° 100	0,150	1,62	0,50	48,90	51,10
N° 200	0,074	5,41	1,80	50,70	49,30
< N° 200	0,000	147,84	49,30	100,00	0,00

### CARACTERISTICAS FISICAS

IDENTIFICACION : CALICATA N°/MUESTRA N°	C-06/M-01
PROFUNDIDAD [m]	0,20 - 1,50
P. E. RELAT. DE SOLIDOS [corregido por t°] [gr/cc]	
HUMEDAD NATURAL [%]	12,30
LIMITE LIQUIDO [%]	31,00
LIMITE PLASTICO [%]	19,10
INDICE PLASTICO [%]	11,90
MATERIAL MENOR TAMIZ # 200 [%]	49,30
LIMITE DE CONTRACCION [%]	
CLASIFICACION S.U.C.S.	SC
CLASIFICACION A.S.S.H.T.O.	A-6(4)
D10 [mm]	
D30 [mm]	
D60 [mm]	



## 2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D 4318)

### A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara N°		
	16	26	27
1. No de Golpes	30	24	17
2. Peso Tara, [gr]	18,30	18,25	18,45
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	29,62	30,97	30,71
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	26,99	27,95	27,72
5. Peso Agua, [gr]	(3)(4) 2,63	3,02	2,99
6. Peso Suelo Seco, [gr]	(4)(2) 8,69	9,70	9,27
7. Contenido de Humedad, [%]	(5)(6)(100) 30,30	31,10	32,30

### B. LIMITE PLASTICO

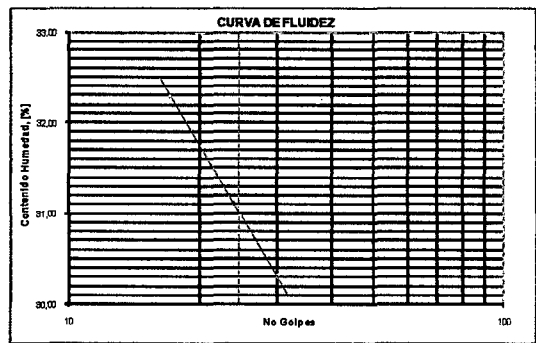
Procedimiento	Tara N°	
	12	25
1. Peso Tara, [gr]	15,66	22,57
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	18,28	25,32
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	17,86	24,88
4. Peso Agua, [gr]	(2)(3) 0,42	0,44
5. Peso Suelo Seco, [gr]	(3)(1) 2,20	2,31
6. Contenido de Humedad, [%]	(4)(5)(100) 19,10	19,00
7. Contenido de Humedad Promedio, [%]		19,10

## 3. PESO ESPECIFICO (NORMA ASTM D 854-58)

Procedimiento	Prueba N° 01	Prueba N° 02
1. Peso del frasco + peso suelo seco, [gr]		
2. Peso del frasco volumétrico N° 01, [gr]		
3. Peso del Suelo Seco, [gr]	(1)(7)	
4. Peso del fr. + peso suelo s. + peso agua [gr]		
5. Peso del frasco + peso agua, [gr/cc]		
6. $G_s = \frac{3}{(3)-(4)}$ , [gr/cc.]		

## 4. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216)

Procedimiento	Tara N°
	s/n
1. Peso Tara, [gr]	241,08
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	836,40
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	771,28
4. Peso Agua, [gr]	(3)(4) 65,12
5. Peso Suelo Seco, [gr]	(4)(2) 530,20
6. Contenido de Humedad, [%]	(5)(6)(100) 12,30



# Muestra 01 Calicata N° 07.

**PROYECTO** "CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA TABALOSOS - PINTO RECODO"  
**TRAMO** TABALOSOS - PINTO RECODO.  
**UBICACION** PROV LAMAS **DIST** TABALOSOS - PINTO RECODO.  
**DESCRIPCION** SUELO NATURAL DE EXCAVACIÓN  
**PROGRESIVA** Km 3+000

FECHA dic-09

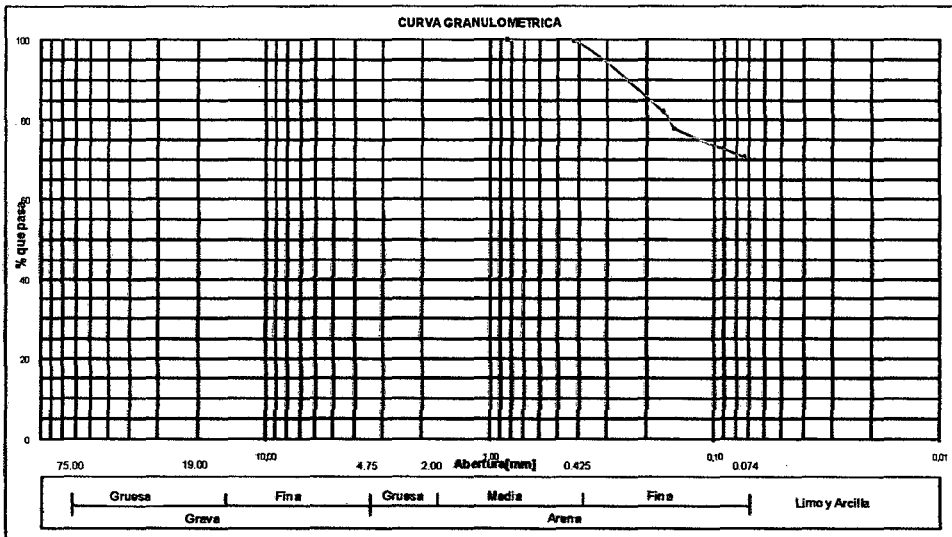
ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION. NORMAS ASTM D422 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D2487

## 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO.

Peso Inicial Seco, [gr]	500,00
Peso Lavado y Seco, [gr]	147,64

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	Porcentaje Ret. [%]	Porcentaje Ret. Acumulado [%]	Porcentaje Acum. Pasante [%]
2"	50,800				
1 1/2"	38,100				
1"	25,400				
3/4"	19,050				
3/8"	9,525				
Nº 4	4,760				
Nº 10	2,000				
Nº 20	0,840				100,00
Nº 40	0,420	0,68	0,10	0,10	99,90
Nº 80	0,170	89,52	17,90	18,00	82,00
Nº 100	0,150	19,98	4,00	22,00	78,00
Nº 200	0,074	37,46	7,50	29,50	70,50
< Nº 200	0,000	352,36	70,50	100,00	0,00

CARACTERISTICAS FISICAS	
IDENTIFICACION : CALICATA N°/MUESTRA N°	C-07/M-01
PROFUNDIDAD [m]	0.10 - 0.40
P. E. RELAT. DE SOLIDOS [correcto por t°] [gr/cc]	
HUMEDAD NATURAL [%]	18,20
LIMITE LIQUIDO [%]	30,40
LIMITE PLASTICO [%]	13,90
INDICE PLASTICO [%]	16,50
MATERIAL MENOR TAMIZ # 200 [%]	70,50
LIMITE DE CONTRACCION [%]	
CLASIFICACION S.U.C.S.	CL
CLASIFICACION A.S.S.H.T.O.	A-6(10)
D10 [mm]	Cu
D80 [mm]	Cc
D60 [mm]	



## 2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D 4318)

### A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara N°		
	18	20	27
1. No de Golpes	34	24	17
2. Peso Tara, [gr]	18,62	18,30	18,45
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	28,17	29,89	29,03
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	26,01	27,18	26,48
5. Peso Agua, [gr] (3)-(4)	2,16	2,71	2,55
6. Peso Suelo Seco, [gr] (4)-(2)	7,39	8,88	8,03
7. Contenido de Humedad, [%] (5)/(6)x100	29,20	30,50	31,80

### 4. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216)

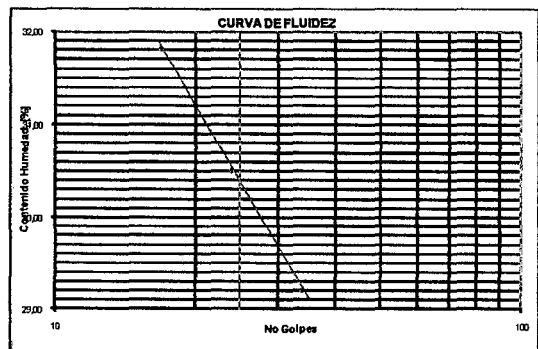
Procedimiento	Tara N°
	s/n
1. Peso Tara, [gr]	255,00
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	870,30
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	775,40
4. Peso Agua, [gr] (3)-(4)	94,90
5. Peso Suelo Seco, [gr] (4)-(2)	520,40
6. Contenido de Humedad, [%] (5)/(6)x100	18,20

### B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Tara N°	
	29	11
1. Peso Tara, [gr]	36,52	22,63
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	43,11	30,26
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	42,31	29,33
4. Peso Agua, [gr] (2)-(3)	0,80	0,93
5. Peso Suelo Seco, [gr] (3)-(4)	5,79	6,70
6. Contenido de Humedad, [%] (4)/(5)x100	13,80	13,90
7. Contenido de Humedad Promedio, [%]	13,90	

## 3. PESO ESPECIFICO (NORMA ASTM D 854-58)

Procedimiento	Prueba N° 01	Prueba N° 02
1. Peso del frasco + peso suelo seco, [gr]		
2. Peso del frasco volumétrico N° 01, [gr]		
3. Peso del Suelo Seco, [gr] (1)-(2)		
4. Peso del fr. + peso suelo s. + peso agua [gr]		
5. Peso del frasco + peso agua, [gr/cc]		
6. $G_s = 3/(3-5) \cdot (4)$ , [gr/cc.]		



# Muestra 02 Calicata N° 07.

**PROYECTO** "CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA TABALOSOS - PINTO RECODO"  
**TRAMO** TABALOSOS - PINTO RECODO.  
**UBICACION** PROV LAMAS **DIST** TABALOSOS - PINTO RECODO.  
**DESCRIPCION** SUELO NATURAL DE EXCAVACIÓN  
**PROGRESIVA** Km 3+000

**FECHA** dic-09

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION. NORMAS ASTM D422 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D2487

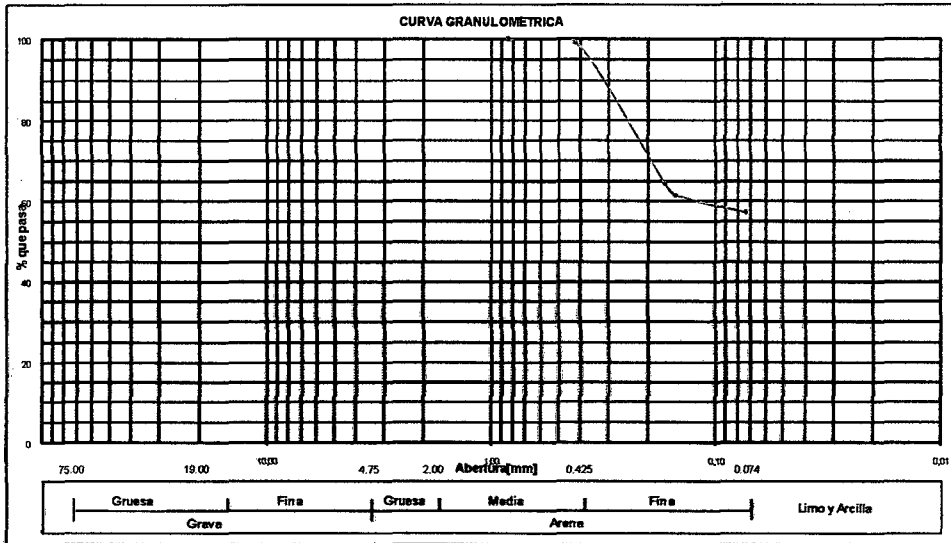
## 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

Peso Inicial Seco, [gr]	500,00
Peso Lavado y Seco, [gr]	212,86

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	Porcentaje Ret. [%]	Porcentaje Ret. Acumulado [%]	Porcentaje Acum. Pasante [%]
2"	50,800				
1 1/2"	38,100				
1"	25,400				
3/4"	19,050				
3/8"	9,525				
Nº 4	4,760				
Nº 10	2,000				
Nº 20	0,840				100,00
Nº 40	0,420	3,15	0,60	0,60	99,40
Nº 80	0,170	175,03	35,00	35,60	64,40
Nº 100	0,150	13,40	2,70	38,30	61,70
Nº 200	0,074	21,28	4,30	42,60	57,40
< Nº 200	0,000	287,1	57,40	100,00	0,00

### CARACTERISTICAS FISICAS

IDENTIFICACION : CALICATA Nº/MUESTRA Nº		C-07/M-02
PROFUNDIDAD	[m]	0,40 - 1,00
P. E. RELAT. DE SOLIDOS [corregido por t°]	[gr/cc]	
HUMEDAD NATURAL	[%]	12,80
LIMITE LIQUIDO	[%]	20,40
LIMITE PLASTICO	[%]	14,30
INDICE PLASTICO	[%]	6,10
MATERIAL MENOR TAMIZ # 200	[%]	57,40
LIMITE DE CONTRACCION	[%]	
CLASIFICACION S.U.C.S.		ML - CL
CLASIFICACION A.S.S.H.T.O.		A-4(4)
D10 [mm]	Cu	
D80 [mm]	Cc	
D60 [mm]		



## 2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D 4318)

### A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara Nº		
	25	28	23
1. No de Golpes	32	23	15
2. Peso Tara, [gr]	17,98	18,29	18,26
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	34,08	33,20	30,11
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	31,43	30,65	27,99
5. Peso Agua, [gr]	(3)-(4)	2,65	2,55
6. Peso Suelo Seco, [gr]	(4)-(2)	13,45	12,36
7. Contenido de Humedad, [%]	(5)/(6)x100	19,70	20,60

### 4. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216)

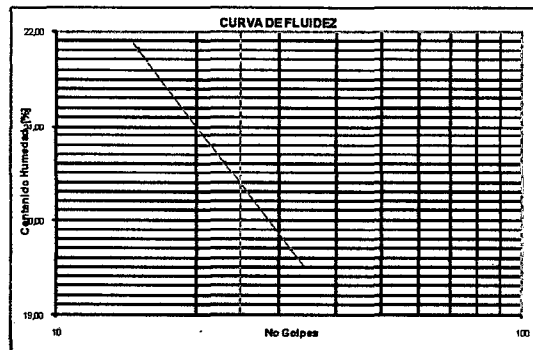
Procedimiento	Tara Nº
	s/n
1. Peso Tara, [gr]	205,30
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	784,49
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	718,68
4. Peso Agua, [gr]	(3)-(4)
5. Peso Suelo Seco, [gr]	(4)-(2)
6. Contenido de Humedad, [%]	(5)/(6)x100

### B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Tara Nº	
	26	36
1. Peso Tara, [gr]	4,50	4,46
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	10,29	10,56
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	9,57	9,79
4. Peso Agua, [gr]	(2)-(3)	0,72
5. Peso Suelo Seco, [gr]	(3)-(1)	5,07
6. Contenido de Humedad, [%]	(4)/(5)x100	14,20
7. Contenido de Humedad Promedio, [%]		14,30

## 3. PESO ESPECIFICO (NORMA ASTM D 854-58)

Procedimiento	Prueba Nº 01	Prueba Nº 02
1. Peso del frasco + peso suelo seco, [gr]		
2. Peso del frasco volumétrico Nº 01, [gr]		
3. Peso del Suelo Seco, [gr]	(1)-(2)	
4. Peso del fr. + peso suelo s. + peso agua [gr]		
5. Peso del frasco + peso agua, [gr/cc]		
6. $G_s = \frac{3}{(3)-(4) - 14}$ , [gr/cc.]		



# Muestra 03 Calicata N° 07.

**PROYECTO** "CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA TABALOSOS - PINTO RECODO"  
**TRAMO** TABALOSOS - PINTO RECODO.  
**UBICACION** PROV LAMAS **DIST** TABALOSOS - PINTO RECODO.  
**DESCRIPCION** SUELO NATURAL DE EXCAVACIÓN  
**PROGRESIVA** Km 3+000

FECHA dic-09

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION. NORMAS ASTM D422 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D2487

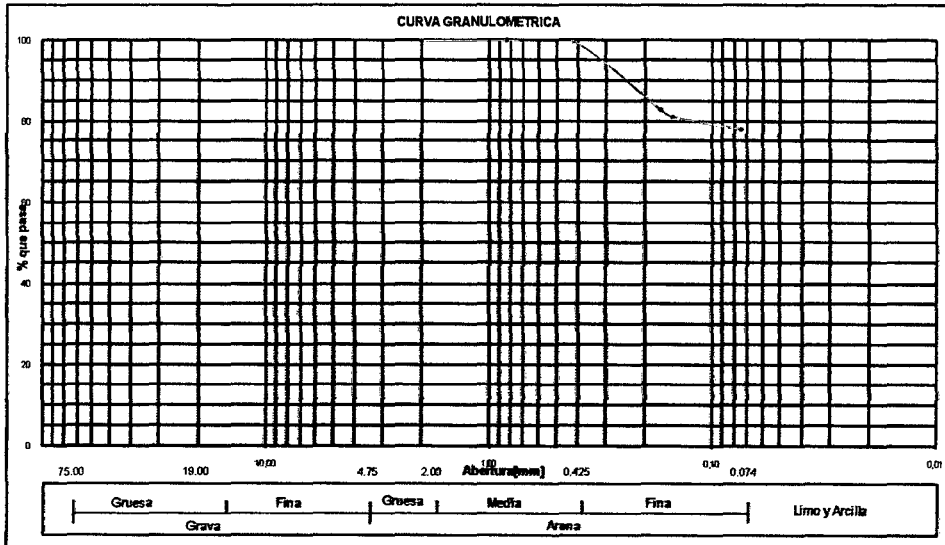
## 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

Peso Inicial Seco, [gr]	500,00
Peso Lavado y Seco, [gr]	110,02

### CARACTERISTICAS FISICAS

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	Porcentaje Ret. [%]	Porcentaje Ret. Acumulado [%]	Porcentaje Acum. Pasante [%]
2"	50,800				
1 1/2"	38,100				
1"	25,400				
3/4"	19,050				
3/8"	9,525				
Nº 4	4,760				
Nº 10	2,000				100,00
Nº 20	0,840	0,55	0,10	0,10	99,90
Nº 40	0,420	0,96	0,20	0,30	99,70
Nº 80	0,170	85,62	17,10	17,40	82,60
Nº 100	0,150	7,59	1,50	18,90	81,10
Nº 200	0,074	15,30	3,10	22,00	78,00
< Nº 200	0,000	389,98	78,00	100,00	0,00

IDENTIFICACION : CALICATA N°/MUESTRA N°	C-07/M-03
PROFUNDIDAD [m]	1,00 - 1,50
P. E. RELAT. DE SOLIDOS [correcto por t°] [gr/cc]	
HUMEDAD NATURAL [%]	11,40
LIMITE LIQUIDO [%]	33,50
LIMITE PLASTICO [%]	18,10
INDICE PLASTICO [%]	15,40
MATERIAL MENOR TAMIZ # 200 [%]	78,00
LIMITE DE CONTRACCION [%]	
CLASIFICACION S.U.C.S.	CL
CLASIFICACION A.S.S.H.T.O.	A-6(10)
D10 [mm]	Cu
D30 [mm]	Cc
D60 [mm]	



## 2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D 4318)

### A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara Nº		
	18	22	27
1. No de Golpes	35	23	17
2. Peso Tara, [gr]	18,63	18,37	18,44
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	31,40	31,29	31,67
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	28,26	28,03	28,28
5. Peso Agua, [gr] (3)-(4)	3,14	3,26	3,39
6. Peso Suelo Seco, [gr] (4)-(2)	9,63	9,66	9,84
7. Contenido de Humedad, [%] (5)/(6)x100	32,60	33,70	34,50

### 4. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216)

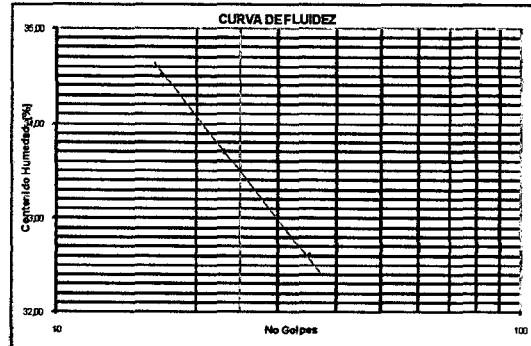
Procedimiento	Tara Nº
1. Peso Tara, [gr]	g/n
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	217,60
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	722,74
4. Peso Agua, [gr] (3)-(4)	671,00
5. Peso Suelo Seco, [gr] (4)-(2)	51,74
6. Contenido de Humedad, [%] (5)/(6)x100	453,40

### B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Tara Nº	
	8	43
1. Peso Tara, [gr]	21,06	16,76
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	25,68	22,02
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	24,98	21,21
4. Peso Agua, [gr] (2)-(3)	0,70	0,81
5. Peso Suelo Seco, [gr] (3)-(1)	3,92	4,45
6. Contenido de Humedad, [%] (4)/(5)x100	17,90	18,20
7. Contenido de Humedad Promedio, [%]	18,10	

## 3. PESO ESPECIFICO (NORMA ASTM D 854-58)

Procedimiento	Prueba Nº 01	Prueba Nº 02
1. Peso del frasco + peso suelo seco, [gr]		
2. Peso del frasco volumétrico Nº 01, [gr]		
3. Peso del Suelo Seco, [gr] (1)-(2)		
4. Peso del fr. + peso suelo s. + peso agua [gr]		
5. Peso del frasco + peso agua, [gr/cc]		
6. $G_s = \frac{3/(5)-(4)}{1}$ , [gr./cc.]		



# Muestra 01 Calicata N° 08.

**PROYECTO** "CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA TABALOSOS - PINTO RECODO"  
**TRAMO** TABALOSOS - PINTO RECODO.  
**UBICACION** PROV LAMAS **DIST** TABALOSOS - PINTO RECODO.  
**DESCRIPCION** SUELO NATURAL DE EXCAVACIÓN  
**PROGRESIVA** Km 3+500

**FECHA** dic-09

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION. NORMAS ASTM D422 - D2216 - D694 - D4318 - D427 - D2487

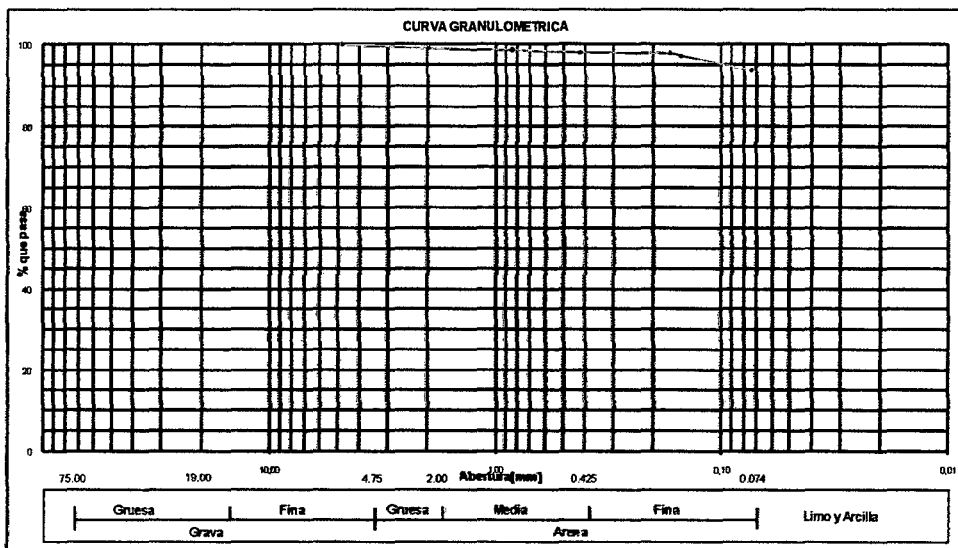
## 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

Peso Inicial Seco, [gr]	130,00
Peso Lavado y Seco, [gr]	8,30

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	Porcentaje Ret. [%]	Porcentaje Ret. Acumulado [%]	Porcentaje Acum. Pasante [%]
2"	50,800				
1 1/2"	38,100				
1"	25,400				
3/4"	19,050				
3/8"	9,525				
N° 4	4,760				100,00
N° 10	2,000	1,00	0,80	0,80	99,20
N° 20	0,840	0,80	0,60	1,40	98,60
N° 40	0,420	0,33	0,30	1,70	98,30
N° 80	0,170	0,71	0,50	2,20	97,80
N° 100	0,150	0,48	0,40	2,60	97,40
N° 200	0,074	4,98	3,80	6,40	93,60
< N° 200	0,000	121,70	93,60	100,00	0,00

### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

IDENTIFICACION : CALICATA N°/MUESTRA N°	C-08/M-01		
PROFUNDIDAD [m]	1,10 - 1,50		
P. E. RELAT. DE SOLIDOS [corregido por t°] [gr/cc]			
HUMEDAD NATURAL [%]	14,70		
LIMITE LIQUIDO [%]	36,30		
LIMITE PLASTICO [%]	18,20		
INDICE PLASTICO [%]	18,10		
MATERIAL MENOR TAMIZ # 200 [%]	93,60		
LIMITE DE CONTRACCION [%]			
CLASIFICACION S.U.C.S.	CL		
CLASIFICACION A.S.S.H.T.O.	A-G(11)		
D10 [mm]		Cu	
D30 [mm]		Cc	
D60 [mm]			



## 2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D 4318)

### A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara N°		
	16	23	25
1. No de Golpes	35	22	15
2. Peso Tara, [gr]	18,30	18,29	17,97
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	26,75	27,59	27,47
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	24,54	25,10	24,88
5. Peso Agua, [gr] (3)-(4)	2,21	2,49	2,59
6. Peso Suelo Seco, [gr] (4)-(2)	6,24	6,81	6,91
7. Contenido de Humedad, [%] (5)/(6)x100	35,40	36,60	37,50

### 4. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216)

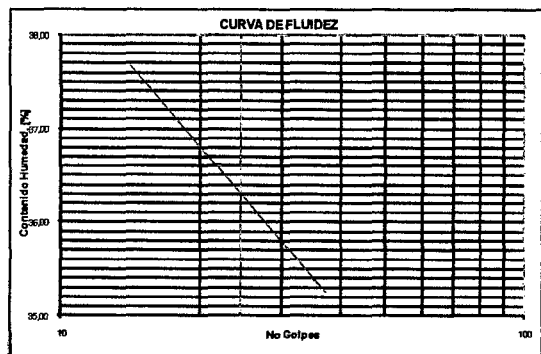
Procedimiento	Tara N°
1. Peso Tara, [gr]	s/n
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	210,28
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	935,78
4. Peso Agua, [gr] (3)-(4)	93,08
5. Peso Suelo Seco, [gr] (4)-(2)	632,42
6. Contenido de Humedad, [%] (5)/(6)x100	14,70

### B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Tara N°	
	19	17
1. Peso Tara, [gr]	18,98	15,65
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	23,54	21,68
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	22,85	20,74
4. Peso Agua, [gr] (2)-(3)	0,69	0,94
5. Peso Suelo Seco, [gr] (3)-(1)	3,87	5,09
6. Contenido de Humedad, [%] (4)/(5)x100	17,80	18,50
7. Contenido de Humedad Promedio, [%]	18,20	

## 3. PESO ESPECIFICO (NORMA ASTM D 854-58)

Procedimiento	Prueba N° 01	Prueba N° 02
1. Peso del frasco + peso suelo seco, [gr]		
2. Peso del frasco volumétrico N° 01, [gr]		
3. Peso del Suelo Seco, [gr] (1)-(2)		
4. Peso del fr. + peso suelo s. + peso agua [gr]		
5. Peso del frasco + peso agua, [gr/cc]		
6. $G_s = \frac{3(1)-(4)}{1}$ , [gr./cc.]		



# Muestra 01 Calicata N° 09.

<b>PROYECTO</b>	"CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA TABALOSOS - PINTO RECODO"		
<b>TRAMO</b>	TABALOSOS - PINTO RECODO.		
<b>UBICACION</b>	PROV LAMAS	<b>DIST</b>	TABALOSOS - PINTO RECODO.
<b>DESCRIPCION</b>	SUELO NATURAL DE EXCAVACIÓN		
<b>PROGRESIVA</b>	Km 4+000		
<b>FECHA</b> dic-09			

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION. NORMAS ASTM D422 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D2487

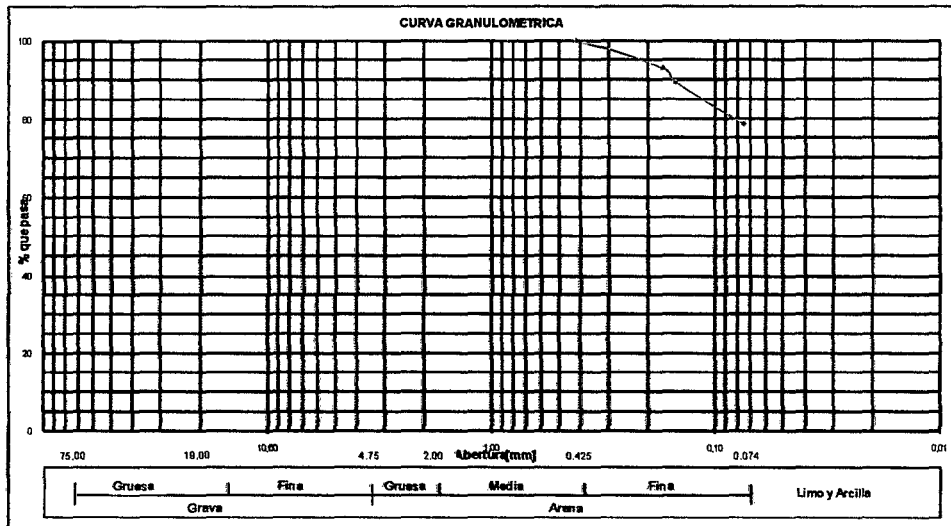
## 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

Peso Inicial Seco, [gr]	500,00
Peso Lavado y Seco, [gr]	107,45

Mallas	Apertura [mm]	Peso retenido [grs]	Porcentaje Ret. [%]	Porcentaje Ret. Acumulado [%]	Porcentaje Acum. Pesante [%]
2"	50,800				
1 1/2"	38,100				
1"	25,400				
3/4"	19,050				
3/8"	9,525				
N° 4	4,760				
N° 10	2,000				
N° 20	0,840				100,0
N° 40	0,420	0,59	0,10	0,10	99,9
N° 80	0,170	35,25	7,10	7,20	92,80
N° 100	0,150	18,05	3,60	10,80	89,20
N° 200	0,074	53,56	10,70	21,50	78,50
< N° 200	0,000	392,55	78,50	100,00	0,00

### CARACTERISTICAS FISICAS

IDENTIFICACION	: CALICATA N°/MUESTRA N°	C -09/M-01
PROFUNDIDAD	[m]	0.10 - 0.40
P. E. RELAT. DE SOLIDOS [correcto por t°]	[gr/cc]	
HUMEDAD NATURAL	[%]	18,20
LIMITE LIQUIDO	[%]	31,60
LIMITE PLASTICO	[%]	13,40
INDICE PLASTICO	[%]	18,20
MATERIAL MENOR TAMIZ # 200	[%]	78,50
LIMITE DE CONTRACCION	[%]	
CLASIFICACION S.U.C.S.		CL
CLASIFICACION A.S.S.H.T.O.		A-6(11)
D10 [mm]		Cu
D30 [mm]		Cc
D60 [mm]		



## 2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D 4318)

### A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara N°		
	16	21	19
1. No de Golpes	34	23	19
2. Peso Tara, [gr]	18,30	18,24	18,26
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	29,35	31,06	30,90
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	26,78	27,97	27,79
5. Peso Agua, [gr] (3)(4)	2,57	3,09	3,11
6. Peso Suelo Seco, [gr] (4)(2)	8,48	9,73	9,53
7. Contenido de Humedad, [%] (5)(6)(100)	30,30	31,80	32,60

### 4. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216)

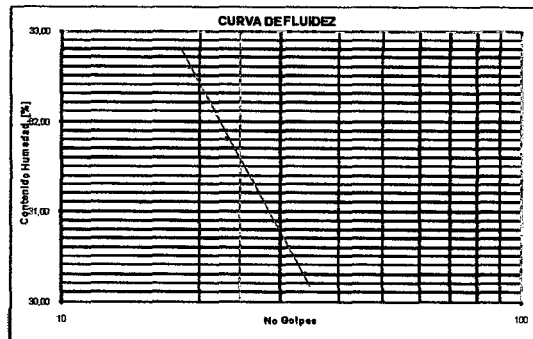
Procedimiento	Tara N°
	s/n
1. Peso Tara, [gr]	185,50
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	635,10
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	565,75
4. Peso Agua, [gr] (2)(4)	69,35
5. Peso Suelo Seco, [gr] (4)(2)	380,25
6. Contenido de Humedad, [%] (5)(6)(100)	18,20

### B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Tara N°	
	8	43
1. Peso Tara, [gr]	21,06	16,76
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	25,72	21,15
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	25,18	20,62
4. Peso Agua, [gr] (2)(3)	0,54	0,53
5. Peso Suelo Seco, [gr] (3)(1)	4,12	3,86
6. Contenido de Humedad, [%] (4)(5)(100)	13,10	13,70
7. Contenido de Humedad Promedio, [%]	13,40	

## 3. PESO ESPECIFICO (NORMA ASTM D 854-58)

Procedimiento	Prueba N° 01	Prueba N° 02
1. Peso del frasco + peso suelo seco, [gr]		
2. Peso del frasco volumétrico N° 01, [gr]		
3. Peso del Suelo Seco, [gr] (1)(2)		
4. Peso del fr. + peso suelo s. + peso agua [gr]		
5. Peso del frasco + peso agua, [gr/cc]		
6. $G_r = \frac{3}{(3)(9)-(4)}$ , [gr/cc.]		



# Muestra 02 Calicata N° 09.

<b>PROYECTO</b>	"CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA TABALOSOS - PINTO RECODO"		
<b>TRAMO</b>	TABALOSOS - PINTO RECODO.		
<b>UBICACION</b>	PROV LAMAS	<b>DIST</b>	TABALOSOS - PINTO RECODO.
<b>DESCRIPCION</b>	SUELO NATURAL DE EXCAVACIÓN		
<b>PROGRESIVA</b>	Km 4+000		
			<b>FECHA</b> dc-09

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION. NORMAS ASTM D422 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D2487

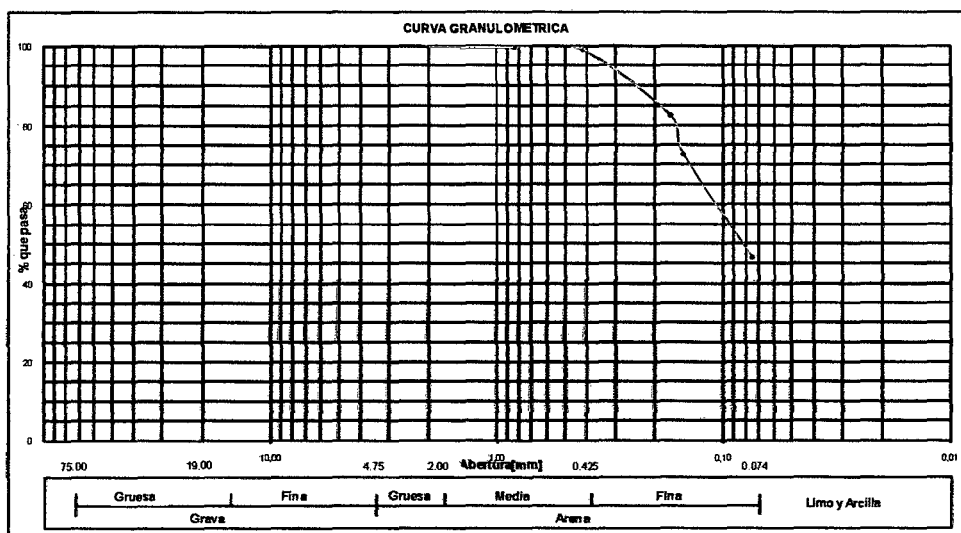
## 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

Peso Inicial Seco, [gr]	300,00
Peso Lavado y Seco, [gr]	160,60

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	Porcentaje Ret. [%]	Porcentaje Ret. Acumulado [%]	Porcentaje Acum. Pasante [%]
2"	50,800				
1 1/2"	38,100				
1"	25,400				
3/4"	19,050				
3/8"	9,525				
Nº 4	4,760				
Nº 10	2,000				100,00
Nº 20	0,840	0,86	0,30	0,30	99,70
Nº 40	0,420	2,45	0,80	1,10	98,90
Nº 80	0,170	49,61	16,50	17,60	82,40
Nº 100	0,150	28,99	9,70	27,30	72,70
Nº 200	0,074	78,69	26,20	53,50	46,50
< Nº 200	0,000	139,40	46,50	100,00	0,00

### CARACTERISTICAS FISICAS

IDENTIFICACION	: CALICATA N°/MUESTRA N°	C-09/M-02
PROFUNDIDAD	[m]	0.40 - 1.50
P. E. RELAT. DE SOLIDOS (conegido por tº)	[gr/cc]	
HUMEDAD NATURAL	[%]	4,20
LIMITE LIQUIDO	[%]	23,90
LIMITE PLASTICO	[%]	14,60
INDICE PLASTICO	[%]	9,30
MATERIAL MENOR TAMIZ # 200	[%]	46,50
LIMITE DE CONTRACCION	[%]	
CLASIFICACION S.U.C.S.		SC
CLASIFICACION A.S.S.H.T.O.		A-4(2)
D10 [mm]		Cu
D30 [mm]		Cc
D60 [mm]		



## 2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D 4318)

### A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara N°		
	21	25	28
1. No de Golpes	33	20	16
2. Peso Tara, [gr]	18,24	17,97	18,29
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	33,34	32,54	33,25
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	30,55	29,65	30,19
5. Peso Agua, [gr]	(3)-(4)	2,79	2,89
6. Peso Suelo Seco, [gr]	(4)-(2)	12,31	11,68
7. Contenido de Humedad, [%]	(5)/(6)x100	22,70	24,70

### 4. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216)

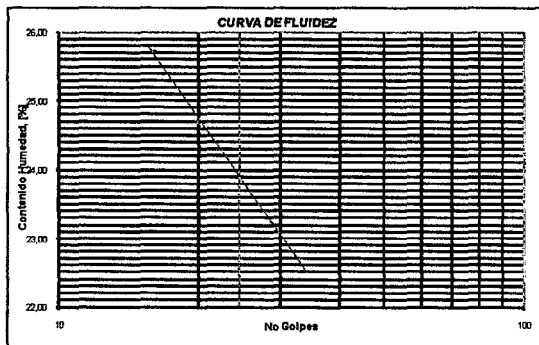
Procedimiento	Tara N°
	s/n
1. Peso Tara, [gr]	135,65
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	711,58
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	688,20
4. Peso Agua, [gr]	(3)-(4)
5. Peso Suelo Seco, [gr]	(4)-(2)
6. Contenido de Humedad, [%]	(5)/(6)x100

### B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Tara N°	
	11	43
1. Peso Tara, [gr]	22,64	16,76
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	26,90	21,80
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	26,35	21,17
4. Peso Agua, [gr]	(2)-(3)	0,55
5. Peso Suelo Seco, [gr]	(3)-(1)	3,71
6. Contenido de Humedad, [%]	(4)/(5)x100	14,80
7. Contenido de Humedad Promedio, [%]	14,60	

## 3. PESO ESPECIFICO (NORMA ASTM D 854-58)

Procedimiento	Prueba N° 01	Prueba N° 02
1. Peso del frasco + peso suelo seco, [gr]		
2. Peso del frasco volumétrico N° 01, [gr]		
3. Peso del Suelo Seco, [gr]	(1)-(2)	
4. Peso del fr. + peso suelo s. + peso agua, [gr]		
5. Peso del frasco + peso agua, [gr/cc]		
6. $G_s = \frac{3}{(3)-(4)}$ , [gr./cc.]		



# Muestra 01 Calicata N° 10.

<b>PROYECTO</b>	"CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA TABALOSOS - PINTO RECODO"		
<b>TRAMO</b>	TABALOSOS - PINTO RECODO.		
<b>UBICACION</b>	PROV LAMAS	DIST	TABALOSOS - PINTO RECODO.
<b>DESCRIPCION</b>	SUELO NATURAL DE EXCAVACIÓN		
<b>PROGRESIVA</b>	Km 4+500		
<b>FECHA</b> dic-09			

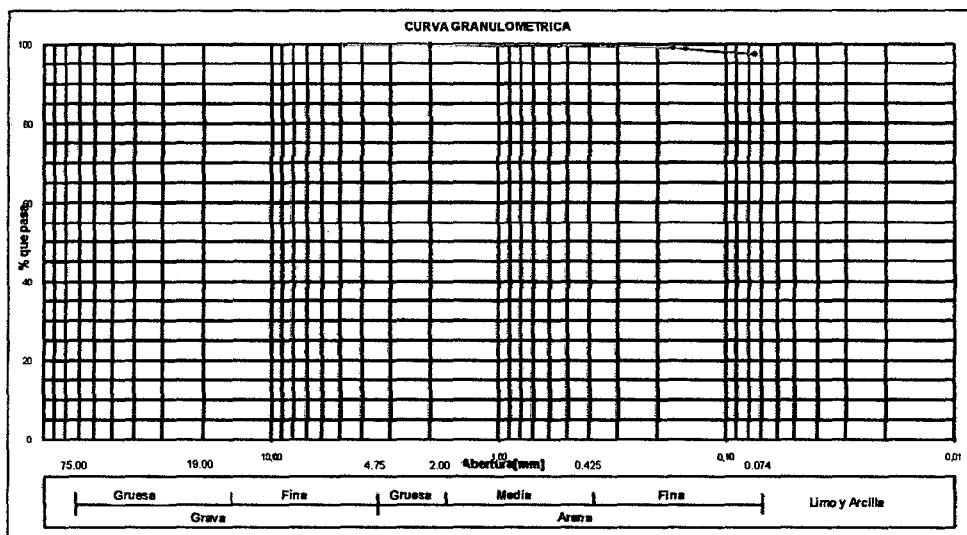
ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION. NORMAS ASTM D422 - D2216 - D654 - D4318 - D427 - D2487

## 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

Peso Inicial Seco, [gr]	500,00
Peso Lavado y Seco, [gr]	13,28

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	Porcentaje Ret. [%]	Porcentaje Ret. Acumulado [%]	Porcentaje Acum. Pasante [%]
2"	50,800				
1 1/2"	38,100				
1"	25,400				
3/4"	19,050				
3/8"	9,525				
Nº 4	4,750				100,00
Nº 10	2,000	0,90	0,20	0,20	99,80
Nº 20	0,840	1,01	0,20	0,40	99,60
Nº 40	0,420	0,62	0,10	0,50	99,50
Nº 80	0,170	2,34	0,50	1,00	99,00
Nº 100	0,150	1,25	0,30	1,30	98,70
Nº 200	0,074	7,16	1,40	2,70	97,30
< Nº 200	0,000	486,72	97,30	100,00	0,00

CARACTERISTICAS FISICAS	
IDENTIFICACION : CALICATA Nº/MUESTRA Nº	C -10/M-01
PROFUNDIDAD [m]	0,45 - 1,50
P. E. RELAT. DE SOLIDOS [corregido por tº] [gr/cc]	
HUMEDAD NATURAL [%]	16,40
LIMITE LIQUIDO [%]	45,30
LIMITE PLASTICO [%]	19,40
INDICE PLASTICO [%]	25,90
MATERIAL MENOR TAMIZ # 200 [%]	97,30
LIMITE DE CONTRACCION [%]	
CLASIFICACION S.U.C.S.	CL
CLASIFICACION A.S.S.H.T.O.	A-7-6 (15)
D10 [mm]	Cu
D80 [mm]	Cc
D60 [mm]	



## 2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D 4318)

### A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara Nº		
	18	20	22
1. No de Golpes	35	23	16
2. Peso Tara, [gr]	18,61	18,30	18,36
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	27,09	27,75	27,92
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	24,47	24,80	24,91
5. Peso Agua, [gr] (3)(4)	2,62	2,95	3,01
6. Peso Suelo Seco, [gr] (4)(2)	5,86	6,50	6,55
7. Contenido de Humedad, [%] (5)(6)(7)(8)	44,70	45,40	46,00

### 4. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216)

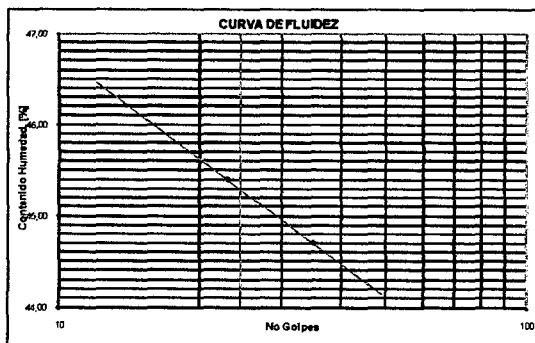
Procedimiento	Tara Nº
1. Peso Tara, [gr]	s/n
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	250,00
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	1.020,25
4. Peso Agua, [gr] (3)(4)	911,85
5. Peso Suelo Seco, [gr] (4)(2)	108,40
6. Contenido de Humedad, [%] (5)(6)(7)(8)	661,85
	16,40

### B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Tara Nº	
	3	17
1. Peso Tara, [gr]	23,43	15,65
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	28,27	19,38
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	27,50	18,76
4. Peso Agua, [gr] (2)(3)	0,77	0,62
5. Peso Suelo Seco, [gr] (3)(1)	4,07	3,11
6. Contenido de Humedad, [%] (4)(5)(6)(7)(8)	18,90	19,90
7. Contenido de Humedad Promedio, [%]	19,40	

## 3. PESO ESPECIFICO (NORMA ASTM D 854-58)

Procedimiento	Prueba Nº 01	Prueba Nº 02
1. Peso del frasco + peso suelo seco, [gr]		
2. Peso del frasco volumétrico Nº 01, [gr]		
3. Peso del Suelo Seco, [gr] (3)(2)		
4. Peso del fr. + peso suelo s. + peso agua [gr]		
5. Peso del frasco + peso agua, [gr/cc]		
6. G <sub>s</sub> = 3/(3)-(4), [gr/cc.]		



# Compactación

PROYECTO	"CONSTRUCCION DE LA CARRETERA TABALOSOS - PINTO RECODO"			FECHA	dic-09
UBICACION	PROV	LAMAS	DIST	TABALOSOS - PINTO - RECODO.	
DESCRIPCION	SUELO NATURAL DE EXCAVACION				
PROGRESIVA	Km 4+500				

REGISTRO	Calicata Nº 10	Muestra Nº 01	Profundidad, [m]	0.45-1.50
----------	----------------	---------------	------------------	-----------

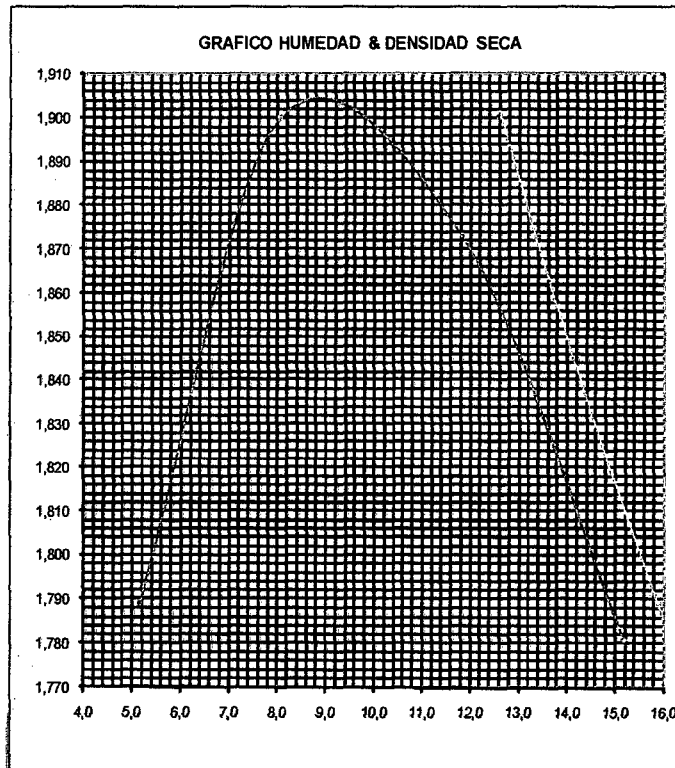
## ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO ASTM D1557

### DENSIDAD HUMEDA DE LA MUESTRA:

Procedimiento	Fórmula	Molde / Incremento, (%)			
		02/3.0	02/3.0	02/3.0	02/3.0
1. Volumen del Molde, [cm <sup>3</sup> ]		938,0	938,0	938,0	938,0
2. Peso del Molde [gr]		1850,0	1850,0	1850,0	1850,0
3. Peso Molde + Muestra Húmeda, [gr]		3614,0	3776,0	3814,0	3774,0
4. Peso Muestra Húmeda, [gr]	[3]-[2]	1764,0	1926,0	1964,0	1924,0
5. Densidad Húmeda, [gr/cm <sup>3</sup> ]	[4]/[1]	1,881	2,053	2,094	2,051

### CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA:

Procedimiento	Fórmula	Tara Nº			
		01	05	12	06
6. Peso Tara, [gr]		41,87	42,96	32,57	42,15
7. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		185,24	190,56	157,34	156,58
8. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		178,22	179,54	144,15	141,50
9. Peso Agua, [gr]	[7]-[8]	7,02	11,02	13,19	15,08
10. Peso Suelo Seco, [gr]	[8]-[6]	136,35	136,58	111,58	99,35
11. Contenido de Humedad, [%]	[9]/[10]x100	5,15	8,07	11,82	15,18
12. Densidad Seca, [gr/cm <sup>3</sup> ]	[5]/[1+11/100]	1,789	1,900	1,873	1,781



Línea de Saturación	
D	H
1,789	15,90
1,900	12,60
1,873	13,40
1,781	16,10
p.e. del material	2,50

% pas. Piedra	
% pas. Arena	
p.e. arena	
p.e. piedra	
p.e. global	

Máxima Densidad Seca, [gr/cm <sup>3</sup> ]:	1,904
Óptimo Contenido de Humedad, [%]:	8,80

Observaciones: \_\_\_\_\_

Realizado por \_\_\_\_\_

Revisado por \_\_\_\_\_

## Resumen.

PROYECTO	"CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA TABALOSOS - PINTO RECODO"		
TRAMO	TABALOSOS - PINTO RECODO.		
UBICACIÓN	PROV LAMAS	DIST	TABALOSOS - PINTO RECODO.
			FECHA dic-09

CUADRO RESUMEN										
IDENTIFICACION	C-1			C-2		C-3		C-4		
PROGRESIVA [Km]	0+020			0+500		1+000		1+500		
MUESTRA	M-1	M-2	M-3	M-1	M-2	M-1	M-2	M-1	M-2	
PROFUNDIDAD [m.]	0.10 - 0.70	0.70 - 1.10	1.10 - 1.50	0.00 - 0.60	0.60 - 1.50	0.10 - 0.50	0.50 - 1.50	0.10 - 0.45	0.45 - 1.50	
DENSIDAD NATURAL [gr./cc.]										
HUMEDAD NATURAL [%]	26,30	37,10	27,40	26,30	10,50	38,60	20,20	18,70	18,20	
LIMITE LIQUIDO [%]	50,40	70,70	67,20	60,50	36,40	70,50	41,40	35,20	36,50	
LIMITE PLASTICO [%]	33,00	34,10	27,80	35,90	19,00	26,90	16,50	20,10	18,50	
INDICE PLASTICO [%]	17,40	36,60	39,40	24,60	17,40	43,60	24,90	15,10	18,00	
MATERIAL < N° 200 [%]	95,80	96,40	95,70	98,70	85,00	98,30	53,90	72,20	50,10	
POTENCIAL DE EXPANSION (HOLTZ Y GIBBS)										
C.B.R. 100% M.D.S		3,0					7,0			
C.B.R. 95% M.D.S		1,0					3,0			
PESO ESP. DE SOLIDOS [gr./cc.]										
CLASIFICACION S.U.C.S.	MH	MH	CH	MH	CL	CH	CL	CL	SC	
CLASIFICACION A.A.S.H.T.O.	A-7-5(21)	A-7-5(20)	A-7-6(20)	A-7-5(18)	A-6(11)	A-7-6(20)	A-7-6(10)	A-6(9)	A-6(6)	

OBSERVACIONES

REVISADO

CUADRO RESUMEN										
IDENTIFICACION	C-5		C-6	C-7			C-8	C-9		C-10
PROGRESIVA [Km]	2+000		2+500	3+000			3+500	4+000		4+500
MUESTRA	M-1	M-2	M-1	M-1	M-2	M-3	M-1	M-1	M-2	M-1
PROFUNDIDAD [m.]	0.10 - 0.45	0.45 - 1.50	0.20 - 1.50	0.05 - 0.40	0.40 - 1.00	1.00 - 1.50	0.10 - 1.50	0.10 - 0.40	0.40 - 1.50	0.45 - 1.50
DENSIDAD NATURAL [gr./cc.]										
HUMEDAD NATURAL [%]	33,30	12,10	12,30	18,20	12,80	11,40	14,70	18,20	4,20	16,40
LIMITE LIQUIDO [%]	56,40	36,10	31,00	30,40	20,40	33,50	36,30	31,60	23,90	45,30
LIMITE PLASTICO [%]	28,50	16,70	19,10	13,90	14,30	18,10	18,20	13,40	14,60	19,40
INDICE PLASTICO [%]	27,90	19,40	11,90	15,50	6,10	15,40	18,10	18,20	9,30	25,90
MATERIAL < N° 200 [%]	75,30	14,10	49,30	70,50	57,40	78,00	93,60	78,50	46,60	97,30
POTENCIAL DE EXPANSION (HOLTZ Y GIBBS)										
C.B.R. 100% M.D.S			17,0							
C.B.R. 95% M.D.S			9,0							
PESO ESP. DE SOLIDOS [gr./cc.]										
CLASIFICACION S.U.C.S.	CH	SC	SC	CL	ML-CL	CL	CL	CL	CL	CL
CLASIFICACION A.A.S.H.T.O.	A-7-6(18)	A-2-6(0)	A-6(4)	A-6(10)	A-4(4)	A-6(10)	A-6(11)	A-6(11)	A-4(2)	A-7-6(15)

OBSERVACIONES C-6, Km 2+500: material de corte apto para rellenos, Pot. Estimada 11000m<sup>3</sup>.

REVISADO

# Mezcla de afirmado. Río Mayo

PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA TABALOSOS - PINTO RECODO.  
 UBICACION PROV LAMAS DIST TABALOSOS -PINTO RECODO.  
 DESCRIPCIÓN CANTERA RIO MAYO Km 4+500 ACCESO 1000 M. LAD DER. HORMIGON NATURAL.

FECHA dic-09

ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACION. NORMAS ASTM D422 - D2216 - D654 - D4318 - D427 - D2487

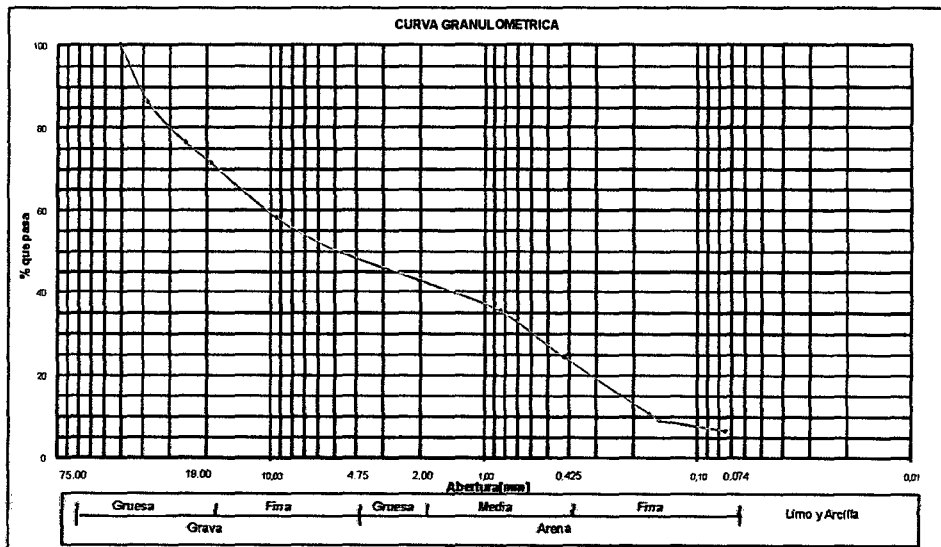
## 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

Peso Inicial Seco, [gr]	29894,00
Peso Lavado y Seco, [gr]	27838,00

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	Porcentaje Ret. [%]	Porcentaje Ret. Acumulado [%]	Porcentaje Acum. Pasante [%]
3"	76,000				100,00
2"	50,800				100,00
1 1/2"	38,100	3970,00	13,28	13,28	86,72
1"	25,400	2998,00	10,03	23,31	76,69
3/4"	19,050	1528,00	5,11	28,42	71,58
3/8"	9,525	3950,00	13,21	41,63	58,37
Nº 4	4,760	2528,00	8,46	50,09	49,91
Nº 10	2,000	2059,0	6,89	56,98	43,02
Nº 20	0,840	2281,0	7,63	64,61	35,39
Nº 40	0,420	3274,0	10,95	75,56	24,44
Nº 80	0,170	4018,0	13,44	89,00	11,00
Nº 100	0,150	500,0	1,67	90,67	9,33
Nº 200	0,074	732,0	2,45	93,12	6,88
< Nº 200	0,000	2056,0	6,88	100,00	0,00

### CARACTERISTICAS FISICAS

IDENTIFICACION	RM TAB DIC09
PROFUNDIDAD [m]	
REGISTRO	
PESO ESPECIFICO DE MASA DE LA GRAVA [gr/cc]	2,65
HUMEDAD NATURAL [%]	
LIMITE LIQUIDO [%]	NL
LIMITE PLASTICO [%]	NP
INDICE PLASTICO [%]	NP
MATERIAL MENOR TAMIZ # 200 [%]	6,88
LIMITE DE CONTRACCION [%]	
CLASIFICACION S.U.C.S.	GP-GM
CLASIFICACION A.S.S.H.T.O.	A1-a[0]
D10 [mm]	Cu
D30 [mm]	Cc
D60 [mm]	



## 2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D 4318)

### A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara Nº
1. No de Golpes	
2. Peso Tara, [gr]	
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	
5. Peso Agua, [gr] (3)(4)	
6. Peso Suelo Seco, [gr] (4)(2)	
7. Contenido de Humedad, [%] (5)/(6)x100	

### 3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216)

Procedimiento	Tara Nº
1. Peso Tara, [gr]	
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	
4. Peso Agua, [gr] (3)(4)	
5. Peso Suelo Seco, [gr] (4)(2)	
6. Contenido de Humedad, [%] (5)/(6)x100	

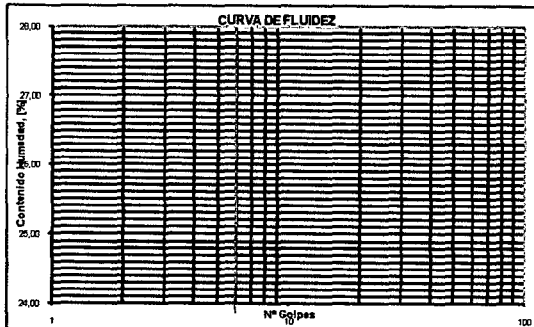
### B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Tara Nº
1. Peso Tara, [gr]	
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	
4. Peso Agua, [gr] (2)(3)	
5. Peso Suelo Seco, [gr] (3)(1)	
6. Contenido de Humedad, [%] (4)/(5)x100	
7. Contenido de Humedad Promedio, [%]	

## 4. PESO ESPECIFICO DE LA GRAVA (NORMA ASTM C 128-69)

Procedimiento	Prueba Nº 01	Prueba Nº 02
1. Peso de muestra secada al horno, [gr]	5320,0	
2. Peso de muestra sat. superf. seca, [gr]	5203,0	
3. Peso de muestra saturada dentro del agua, [gr]	3241,0	
4. Peso especifico de masa, [gr/cc]	2,71	
5. Peso especifico de masa superf. Seco, [gr/cc]	2,65	

### CURVA DE FLUIDEZ



# Cantera 2+500.

**PROYECTO** CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA TABALOSOS - PINTO RECODO.  
**UBICACION PROV** LAMAS **DIST** TABALOSOS -PINTO RECODO.  
**DESCRIPCION** CANTERA DE CERRO Km 2+500 ACCESO 10 m. LAD IZQ. EJE DE CARRETERA.

**FECHA** dic-09

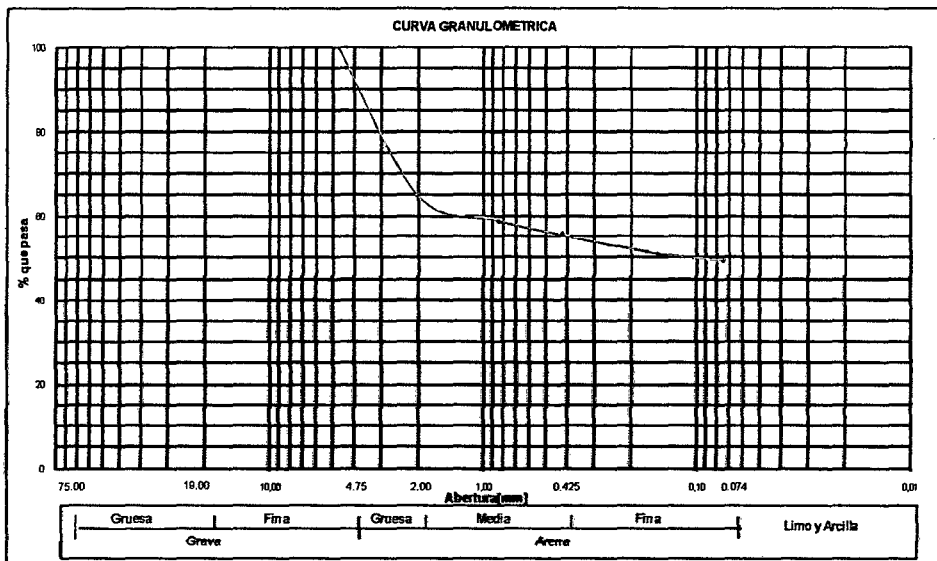
ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION. NORMAS ASTM D422 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D2487

## 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

Peso Inicial Seco, [gr]	300,00				
Peso Lavado y Seco, [gr]	152,16				
Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	Porcentaje Ret. [%]	Porcentaje Ret. Acumulado [%]	Porcentaje Acum. Pasante [%]
3"	76,000				
2"	50,800				
1 1/2"	38,100				
1"	25,400				
3/4"	19,050				
3/8"	9,525				
Nº 4	4,760				100,00
Nº 10	2,000	105,95	35,32	35,32	64,68
Nº 20	0,840	17,63	5,88	41,20	58,80
Nº 40	0,420	10,42	3,47	44,67	55,33
Nº 60	0,170	11,13	3,71	48,38	51,62
Nº 100	0,150	1,62	0,54	48,92	51,08
Nº 200	0,074	5,41	1,80	50,72	49,28
< Nº 200	0,000	147,84	49,28	100,00	0,00

## CARACTERISTICAS FISICAS

IDENTIFICACION	LIG TAB DIC09		
PROFUNDIDAD [m]	AF MAR 09		
REGISTRO	AF MAR 09		
PESO ESPECIFICO DE MASA DE LA GRAVA [gr/cc]	2,58		
HUMEDAD NATURAL [%]	39,80		
LIMITE LIQUIDO [%]	19,10		
LIMITE PLASTICO [%]	20,70		
INDICE PLASTICO [%]	49,28		
MATERIAL MENOR TAMIZ # 200 [%]	GC		
LIMITE DE CONTRACCION [%]	A-2-6[1]		
CLASIFICACION S.U.C.S.	GC		
CLASIFICACION A.S.S.H.T.O.	A-2-6[1]		
D10 [mm]	-	Cu	-
D30 [mm]	-	Cc	-
D60 [mm]	-	-	-



## 2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D 4318)

### A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara Nº		
	16	26	27
1. No de Golpes	30	24	17
2. Peso Tara, [gr]	18,30	18,25	18,45
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	29,62	30,97	30,71
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	26,99	27,95	27,72
5. Peso Agua, [gr] (3)(4)	2,63	3,02	2,99
6. Peso Suelo Seco, [gr] (4)(2)	8,69	9,70	9,27
7. Contenido de Humedad, [%] (5)(6)x100	30,30	31,10	32,30

### 4. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216)

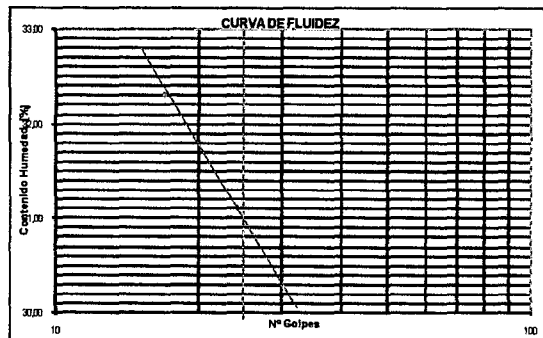
Procedimiento	Tara Nº
1. Peso Tara, [gr]	
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	
4. Peso Agua, [gr] (3)(4)	
5. Peso Suelo Seco, [gr] (4)(2)	
6. Contenido de Humedad, [%] (5)(6)x100	

### B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Tara Nº	
	12	25
1. Peso Tara, [gr]	15,66	22,57
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	18,28	25,32
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	17,86	24,88
4. Peso Agua, [gr] (2)(3)	0,42	0,44
5. Peso Suelo Seco, [gr] (3)(1)	2,20	2,31
6. Contenido de Humedad, [%] (4)(5)x100	19,10	19,00
7. Contenido de Humedad Promedio, [%]	19,10	

## 3. PESO ESPECIFICO DE LA GRAVA (NORMA ASTM C 128-69)

Procedimiento	Prueba Nº 01	Prueba Nº 02
1. Peso de muestra secada al horno, [gr]		
2. Peso de muestra sat. superf. seca, [gr]		
3. Peso de muestra saturada dentro del agua, [gr]		
4. Peso específico de masa, [gr/cc]		
5. Peso específico de masa superf. Seco, [gr/cc]		



### Mezcla Mayo 2+500.

TAMIZ	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 20	Nº 40	Nº 80	Nº 100	Nº 200
MAYO	100,00	86,72	76,69	71,98	58,37	49,91	43,02	35,39	24,44	11,00	9,33	6,88
2+500	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	64,68	98,80	55,33	51,62	51,08	49,28
ESPECIFICACIONES	100		90-100	65-100	45-80	30-65	22-52		15-35			5-20

TAMIZ	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 20	Nº 40	Nº 80	Nº 100	Nº 200
MAYO	83,00	71,98	63,65	59,41	48,45	41,43	35,71	29,37	20,29	9,13	7,74	5,71
2+500	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	11,00	10,00	9,41	8,78	8,68	8,38
	100,00	89,00	80,70	76,40	65,40	58,40	46,70	39,40	29,70	17,90	16,40	14,10
ESPECIFICACIONES	100,00		90-100	65-100	45-80	30-65	22-52		15-35			5-20

Peso Inicial Seco, [gr]		50000,00					
Peso Lavado y Seco, [gr]							
Mallas	Abertura [mm.]	Peso Ret. [%]	Porcent. Ret. [%]	Porcent. Ret. Acum. [%]	Porcent. Acum. Pas. [%]	ESPECIF. TECNICAS	
3"	76,000						
2"	50,800				100,00	100	
1 1/2"	38,100	5500,00	11,00	11,00	89,00		
1"	25,400	4150,00	8,30	19,30	80,70	90-100	
3/4"	19,050	2150,00	4,30	23,60	76,40	65-100	
3/8"	9,525	5500,00	11,00	34,60	65,40	45-80	
Nº 4	4,760	3500,00	7,00	41,60	58,40	30-65	
Nº 10	2,000	5850,00	11,70	53,30	46,70	22-52	
Nº 20	0,840	3650,00	7,30	60,60	39,40		
Nº 40	0,420	4850,00	9,70	70,30	29,70	15-35	
Nº 80	0,170	5900,00	11,80	82,10	17,90		
Nº 100	0,150	750,00	1,50	83,60	16,40		
Nº 200	0,074	1150,00	2,30	85,90	14,10	5-20	
< Nº 200	0,000	7050,00	14,10	100,00	0,00		
		50000,00	100,00				

# Curva Mayo 2+500.

**PROYECTO** CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA TABALOSOS - PINTO RECODO.  
**UBICACION** PROV LAMAS **DIST** TABALOSOS - PINTO RECODO  
**DESCRIPCION** MEZCLA DE CANTERAS PARA AFIRMADO. CANTERA RIO MAYO SECTOR PINTO RECODO (83%) - CANTERA Km 2+500; (17%). MEZCLA AL PESO.  
**FECHA** dic-09

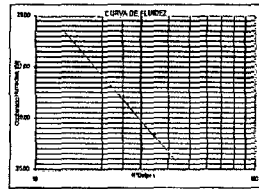
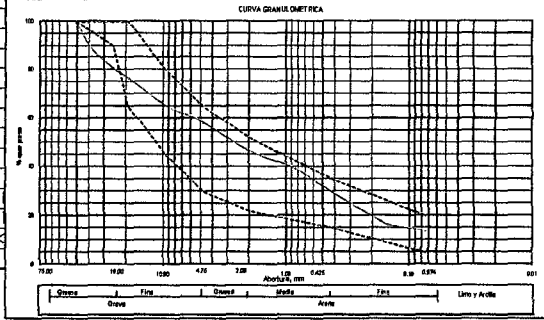
ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION. NORMAS ASTM D422 - D2236 - D854 - D4318 - D427 - D2487

## 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D422

Peso Inicial Seco, [gr]	50000.00
Peso Lavado y Seco, [gr]	42950.00

### CARACTERISTICAS FISICAS

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	Percent.Ret. [%]	Percent.Ret. Acum [%]	Percent.Acum. Pasante [%]	Especificaciones Técnicas	REGISTRO	AFIRMTAB DICO9
3"	76.000				100.00	T3 TIPO 3 IMD 101 -200 veh.	CALICATA N°/MUESTRA N°	
						100	P.E. RELAT. DE SOLIDOS [gr/cc]	
						100	HUMEDAD NATURAL [%]	
						90	LIMITE LIQUIDO [%]	26.40
						65	LIMITE PLASTICO [%]	17.70
						45	INDICE PLASTICO [%]	8.70
						30	MATERIAL MENOR # 200 [%]	14.10
						22	LIMITE DE CONTRACCION [%]	
						15	CLASIFICACION S.U.C.S.	GP-GC
							CLASIFICACION A.S.S.H.T.O.	A-2-4(0)
						5.00	D10 [mm]	Cu
							D30 [mm]	Cc
							D60 [mm]	



## 2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D 4318)

### A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara N°		
	20	11	43
1. No de Golpes	35	26	15
2. Peso Tara, [gr]	22.78	22.63	16.76
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	34.80	32.61	30.20
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	32.34	30.53	27.30
5. Peso Agua, [gr] (3)-(4)	2.46	2.08	2.90
6. Peso Suelo Seco, [gr] (4)-(2)	9.56	7.90	10.54
7. Contenido de Humedad, [%] (5)/(6)x100	25.70	26.30	27.50

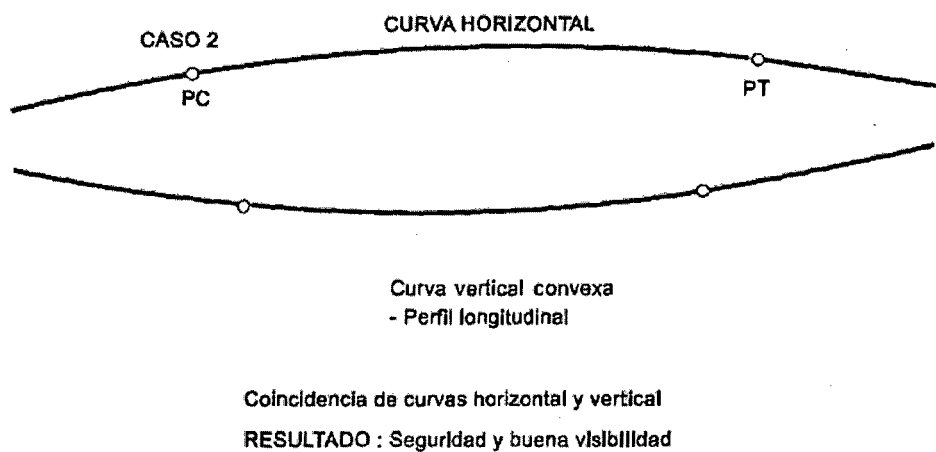
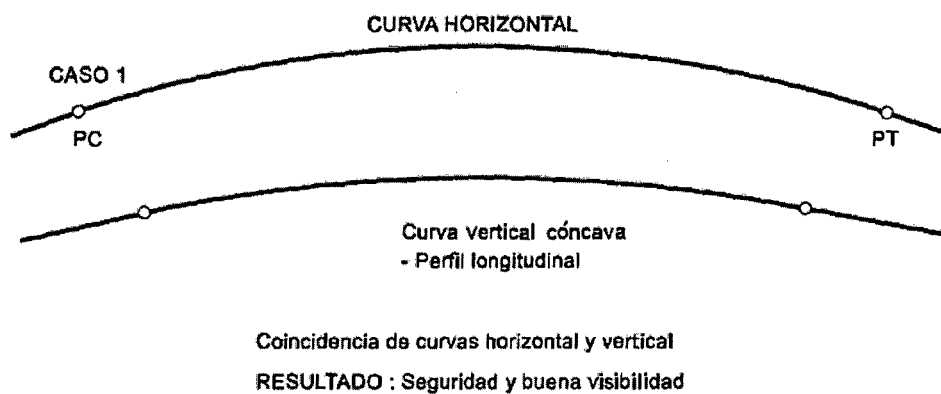
### B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Tara N°	
	6	2
1. Peso Tara, [gr]	20.10	34.01
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	25.88	39.30
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	25.01	38.51
4. Peso Agua, [gr] (2)-(3)	0.87	0.79
5. Peso Suelo Seco, [gr] (3)-(1)	4.91	4.50
6. Contenido de Humedad, [%] (4)/(5)x100	17.70	17.60
7. Contenido de Humedad Promedio, [%]	17.70	

## ANEXO-2

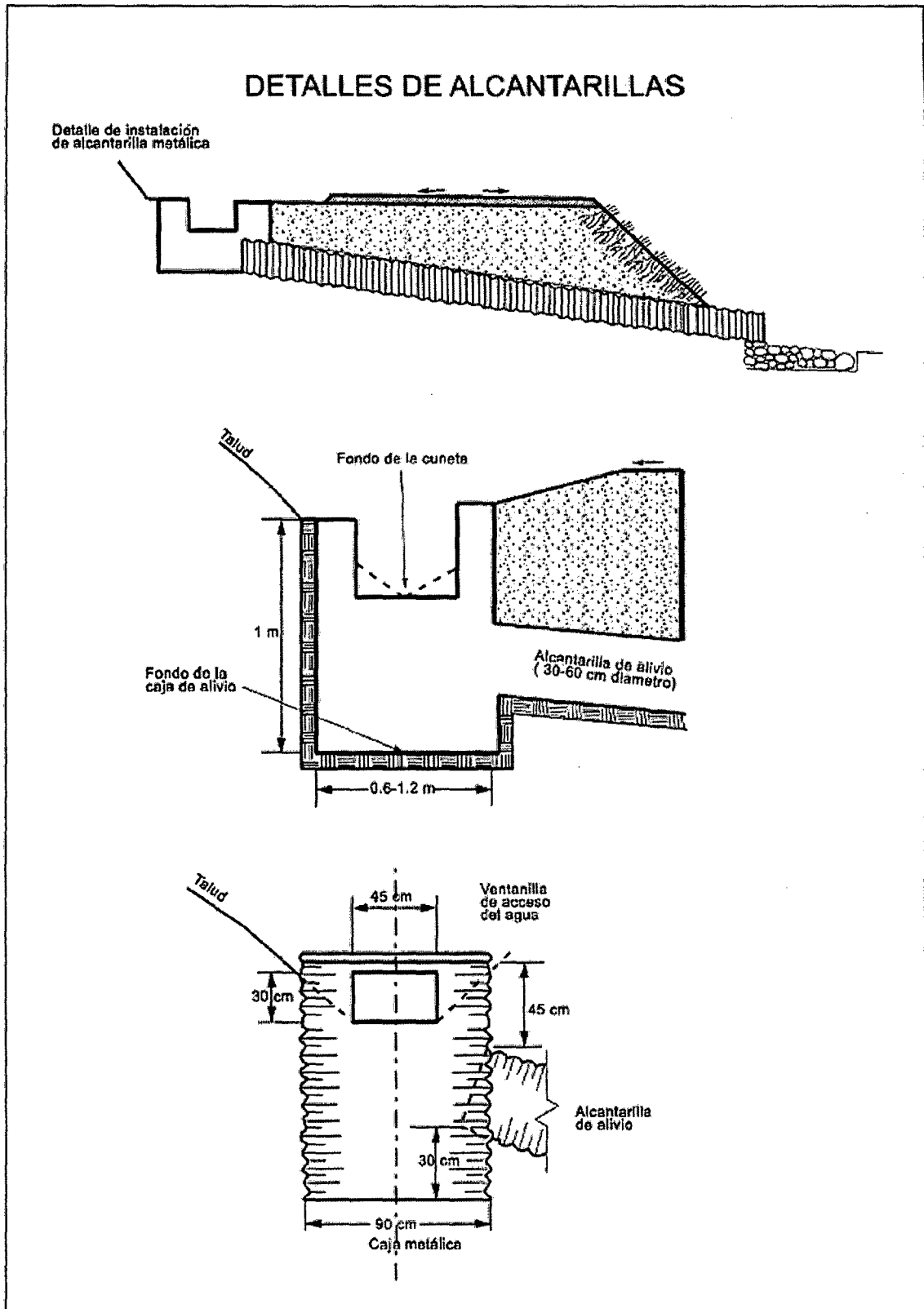
### “ALINEAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL”

#### COORDINACIÓN DE LOS ALINEAMIENTOS HORIZONTAL Y VERTICAL



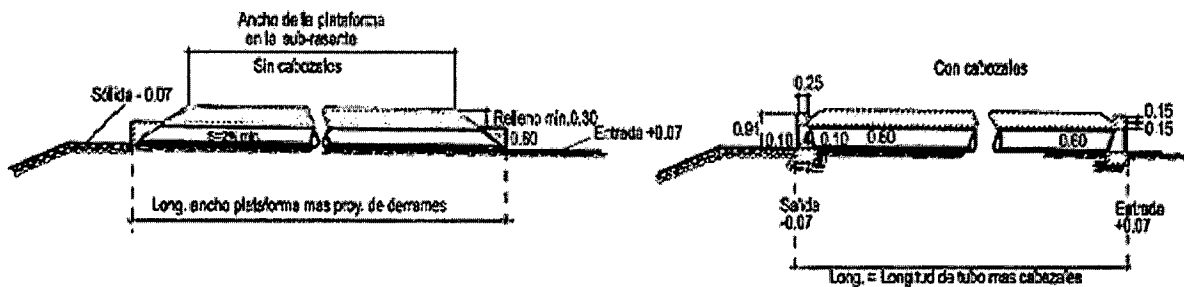
### ANEXO-3

## “DETALLE DE ALCANTARILLAS”

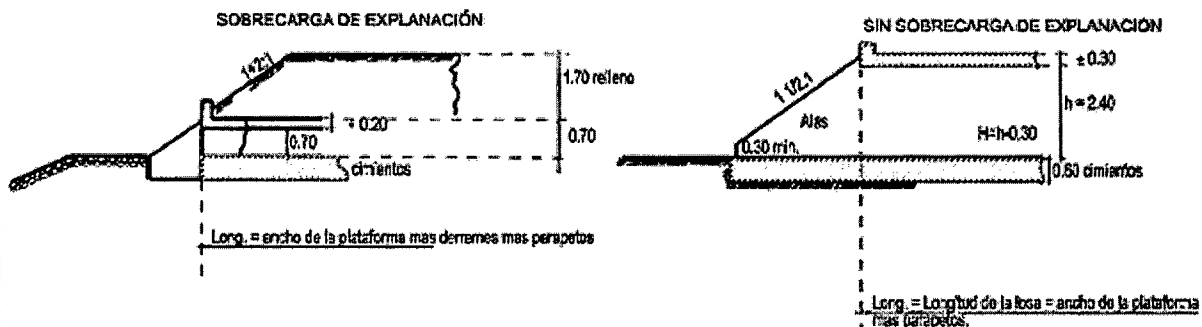


## EJEMPLOS DE LOCALIZACIÓN Y Y DE TIPOS DE ALCANTARILLAS

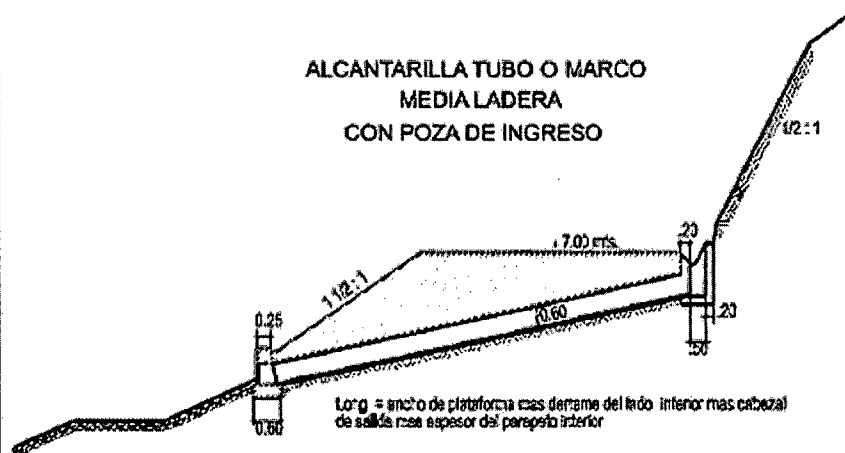
### ALCANTARILLAS METÁLICAS 0.60 Diam.



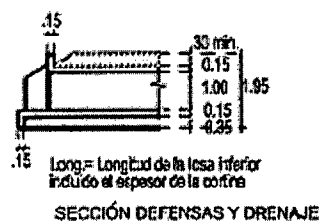
### ALCANTARILLA DE LOSA



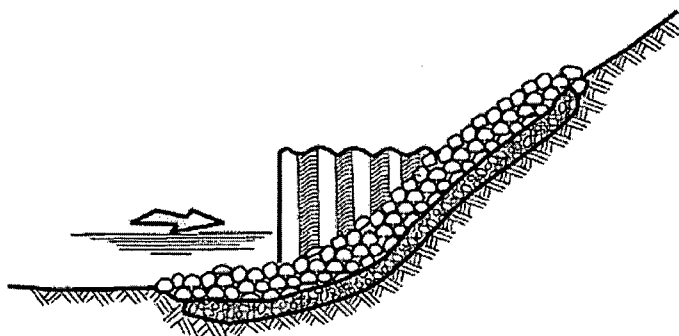
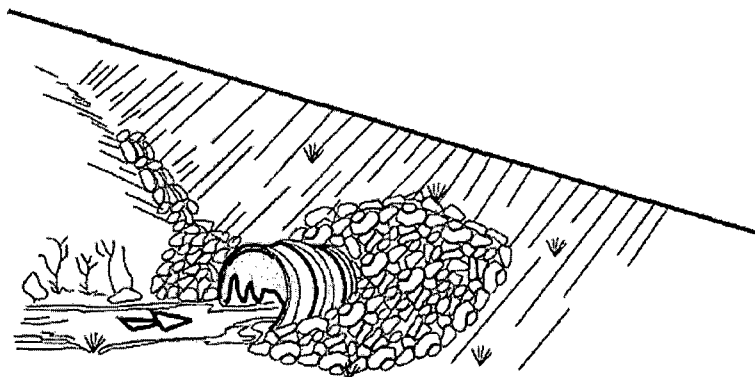
### ALCANTARILLA TUBO O MARCO MEDIA LADERA CON POZA DE INGRESO



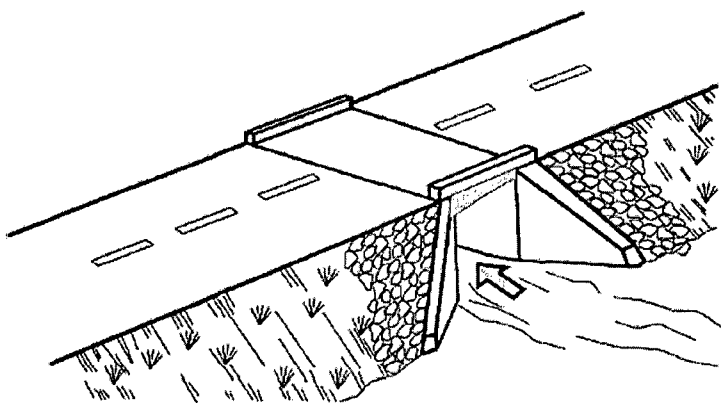
### ALCANTARILLA MARCO



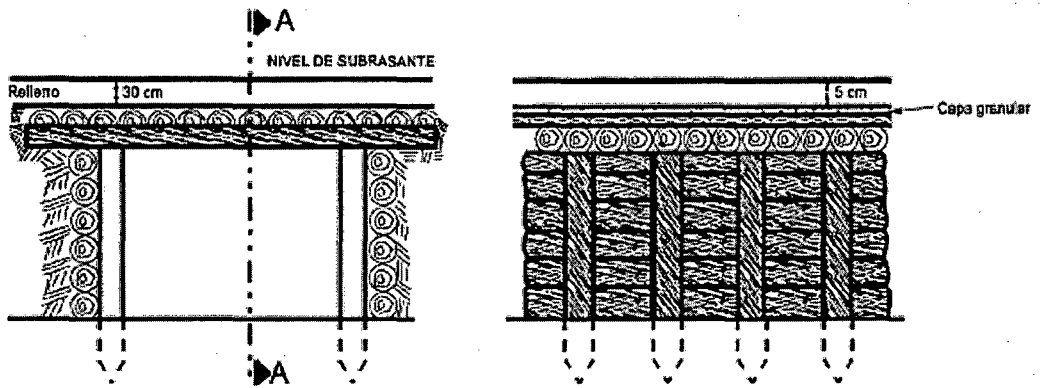
ALCANTARILLA DE PASO Y PROTECCIÓN DE PIEDRA



OPCIONAL CON GEOTEXTIL

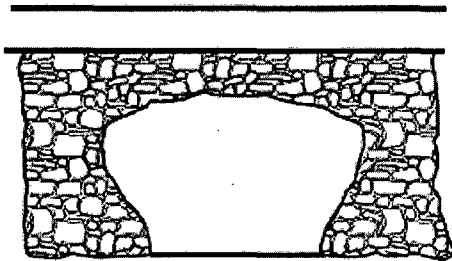


## TIPOS DE ALCANTARILLAS ECONÓMICAS

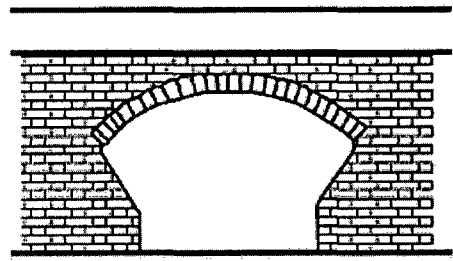


SECCIÓN A-A

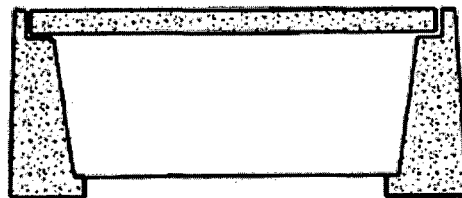
ALCANTARILLA DE TRONCOS



ALCANTARILLA DE MAMPOSTERÍA  
DE PIEDRA



ALCANTARILLA DE LADRILLO

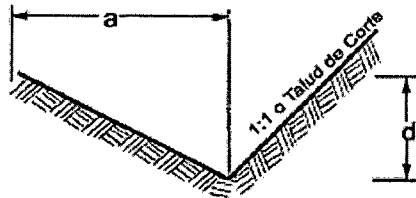


ALCANTARILLA Y PONTONES DE CONCRETO

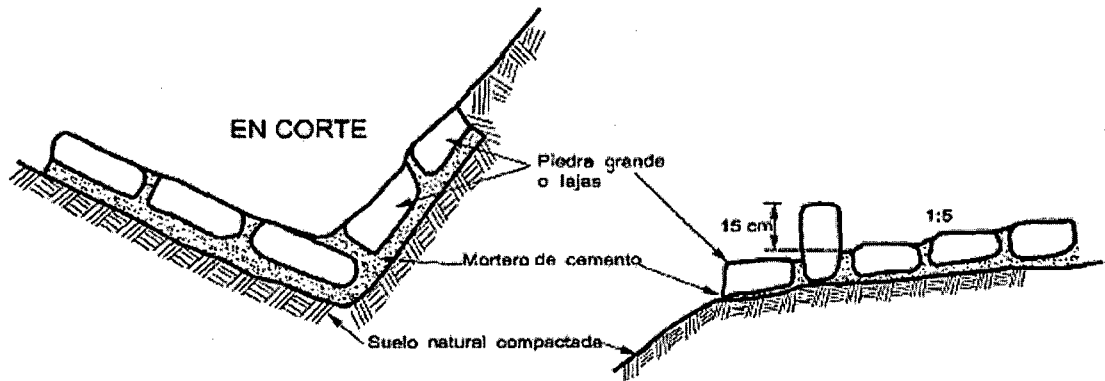
## ANEXO-4

### “DETALLE DE CUNETAS”

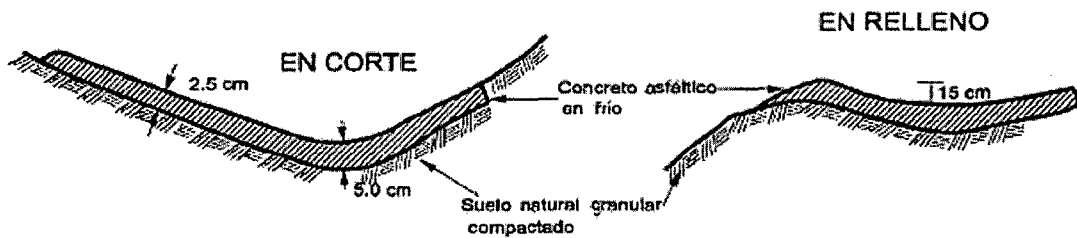
#### DISEÑOS TÍPICOS DE CUNETAS



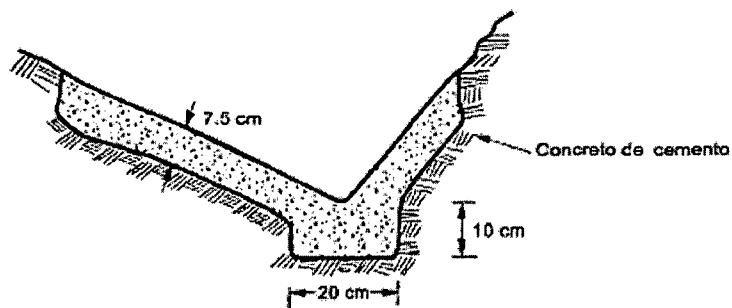
IX.1.2. DIMENSIONES DE CUNETAS		
REGIÓN	PROFUNDIDAD (d) mts.	ANCHO (a) mts.
SECA	0.20	0.40
LLUVIOSA	0.30	0.60
MUY LLUVIOSA	0.50	1.00



#### REVESTIMIENTO DE PIEDRA



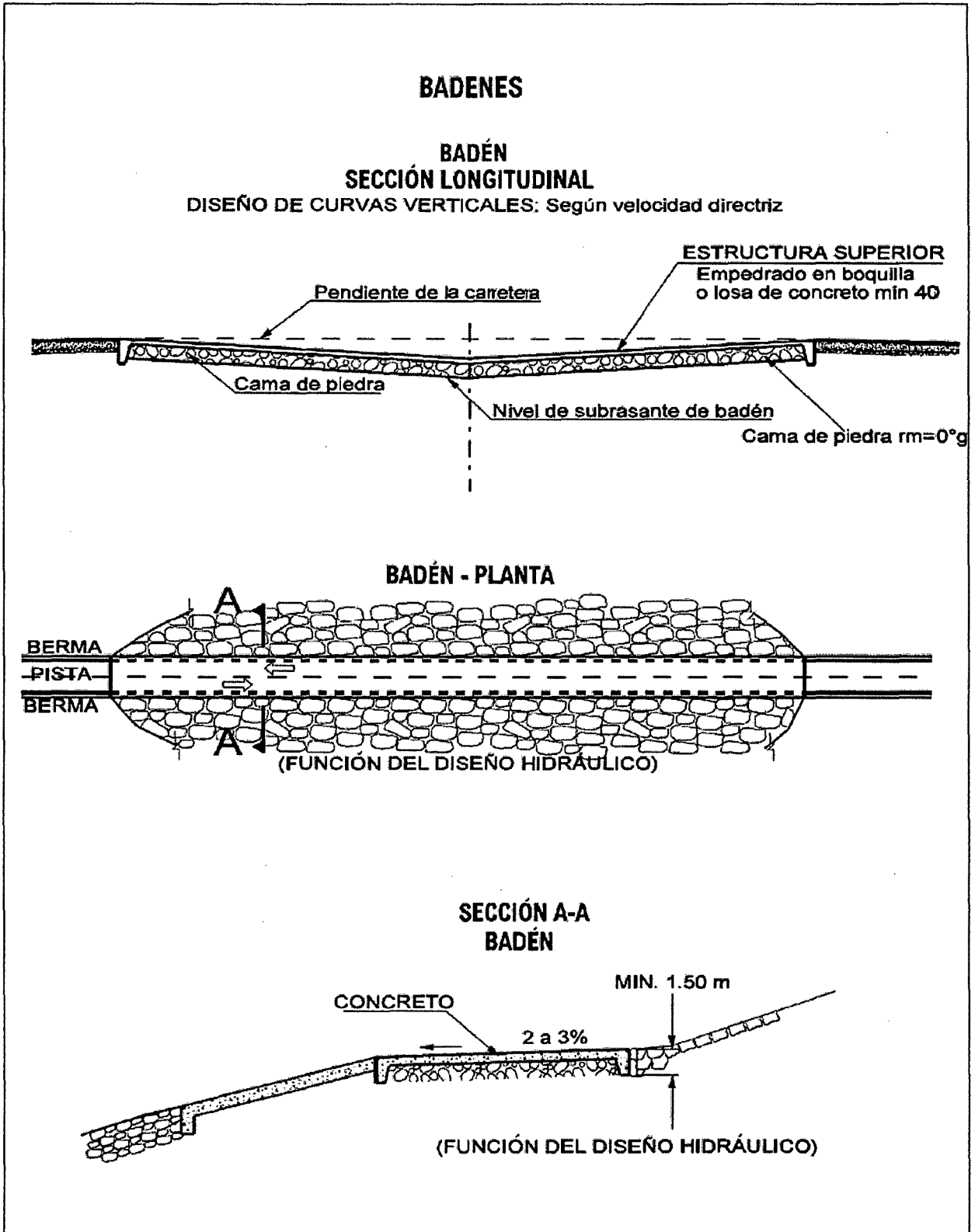
#### REVESTIMIENTO ASFALTICO



#### REVESTIMIENTO DE CONCRETO

## ANEXO-5

### “DETALLE DE BADENES”



## ANEXO-6

### “DETALLE DE SECCIÓN TRANSVERSAL”

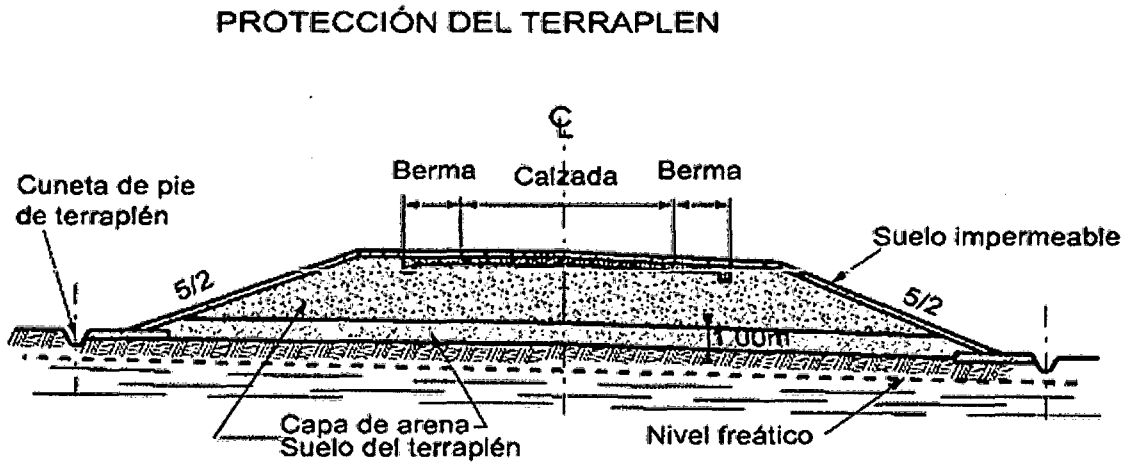
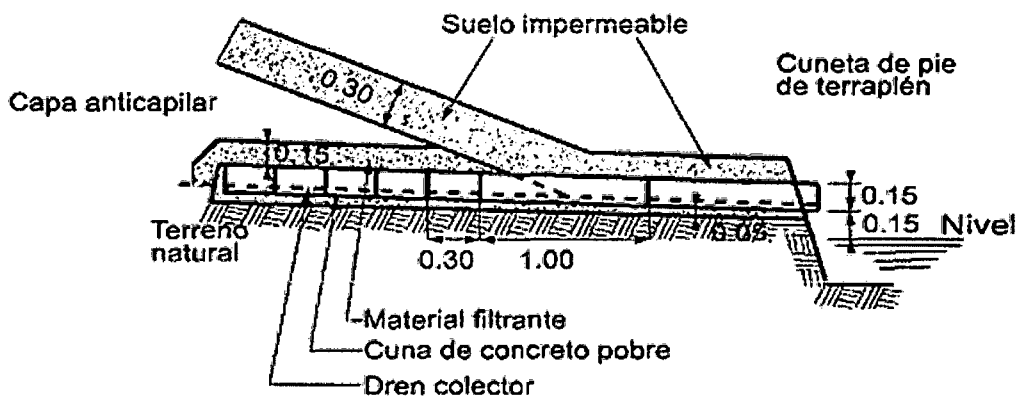


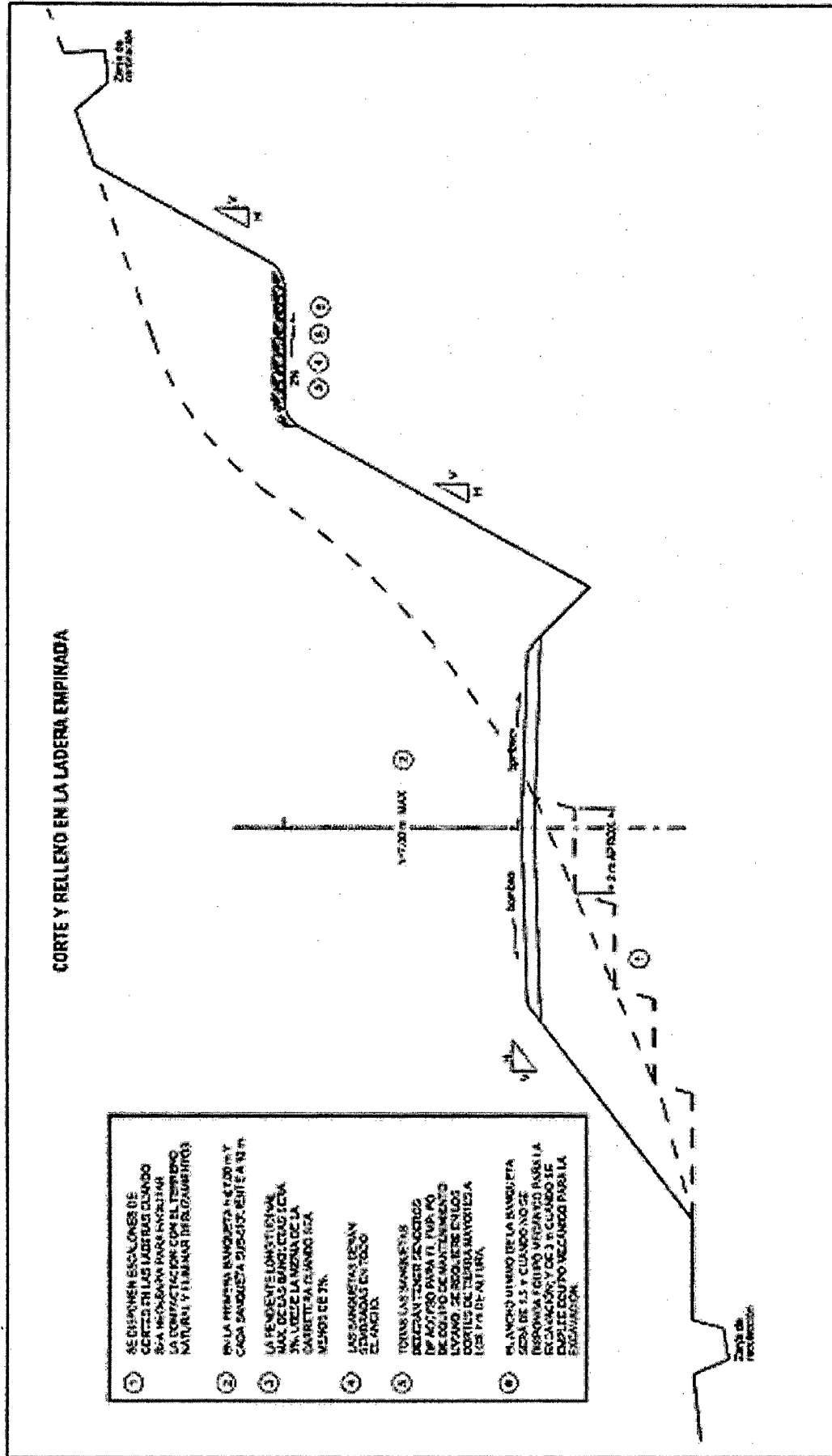
Figura 4.2.8.1b

### PROTECCIÓN DEL TERRAPLEN



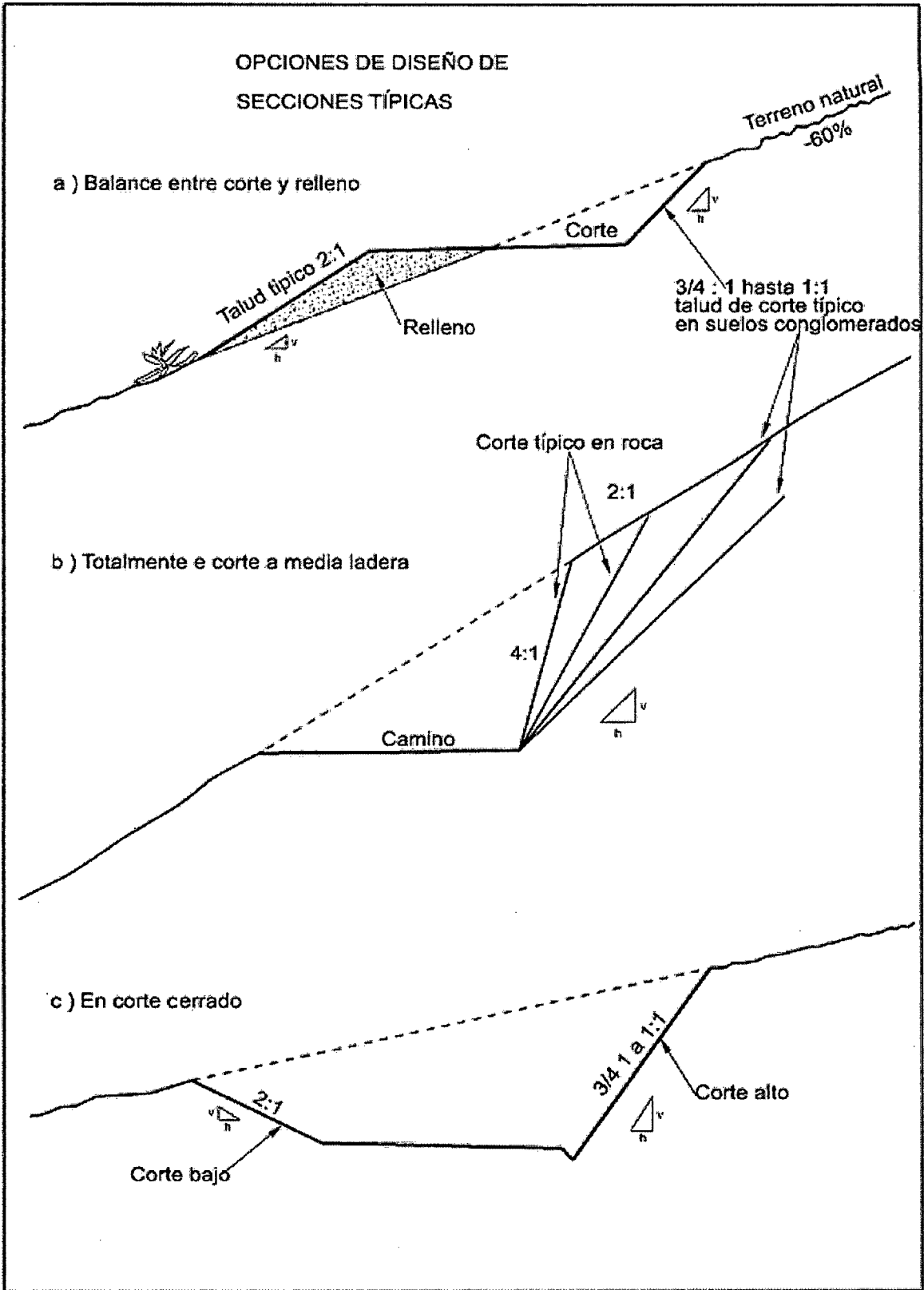
COTAS EN METROS

# CORTE Y RELLENO EN LA LADERA EMPINADA

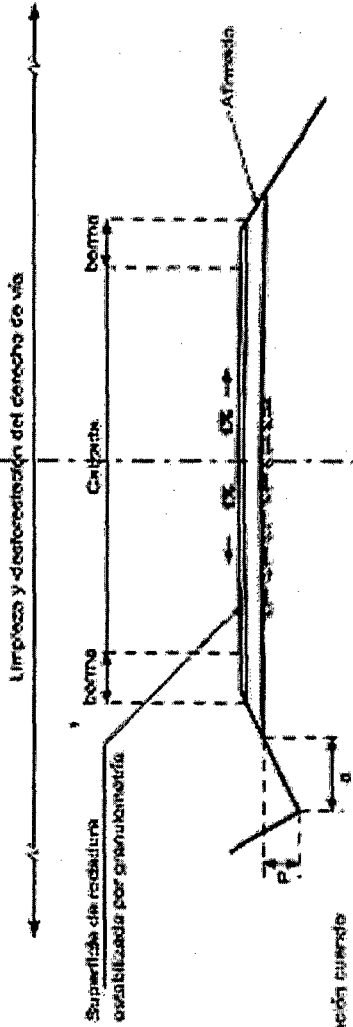


- 1 SE DEBEN EN ESCALONES DE CORTES EN LAS LADERAS CUANDO SEA NECESARIO PARA EVITAR LA COMPACTACION CON EL TIEMPO NATURAL Y ELIMINAR LOS DERRUMBES
- 2 EN LA PRIMERA RAMBLERA HAY QUE HACER CADA 300 CM. UN BARRILLO Y EN LA SEGUNDA 200 CM. UN BARRILLO
- 3 LA PENDIENTE DE LOS TUBOS DE DRENAJE DEBE SER DE 1% EN LA DIRECCION DEL DRENAJE PARA EVITAR LA ACCUMULACION DE AGUA EN EL FONDO DE LA RAMBLERA
- 4 LAS RAMBLERAS DEBEN ESTAR CUBIERTAS EN TODO EL ANCHO
- 5 TODAS LAS RAMBLERAS DEBEN TENER ZANJAS DE DRENAJE PARA EL AGUA DE OLLA Y DE MANTENIMIENTO LEVANTADO DE LOS TUBOS EN LOS CORTES DE TIERRA PARA EVITAR LA ACCUMULACION DE AGUA EN EL FONDO DE LA RAMBLERA
- 6 EL ANCHO MINIMO DE LA RAMBLERA DEBE SER DE 1.50 M. Y CUANDO NO SE PUEDA HACER ASI DEBE SER DE 3.00 M. CUANDO SE EMPLEE COMO VECINDAD PARA LA EXCAVACION

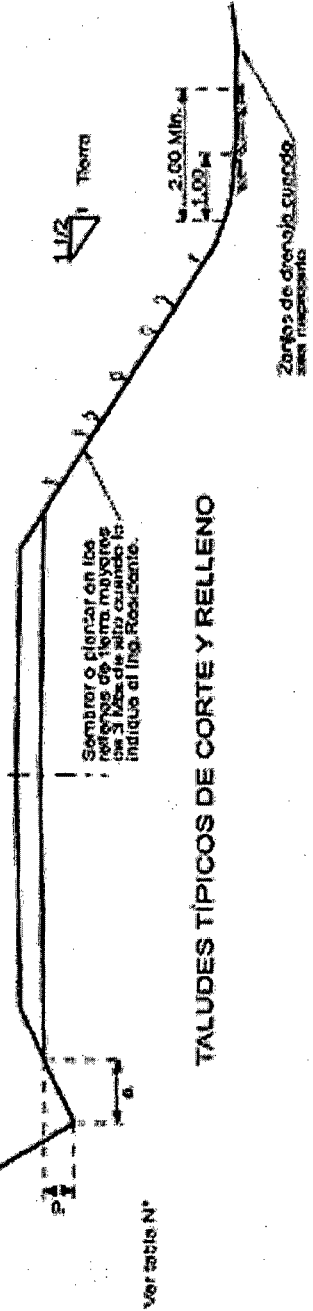
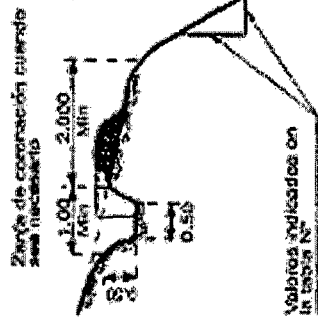
OPCIONES DE DISEÑO DE SECCIONES TÍPICAS



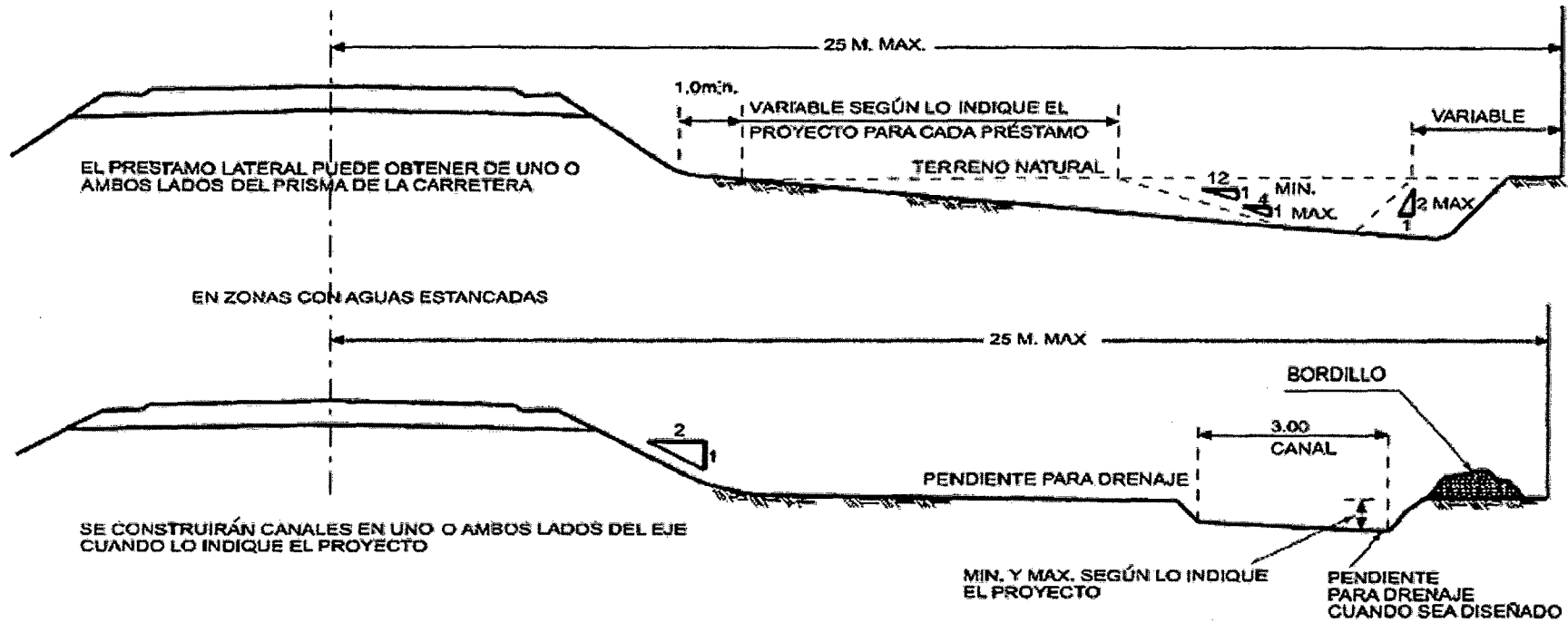
### SECCIÓN TRANSVERSAL Y TALUDES TÍPICOS



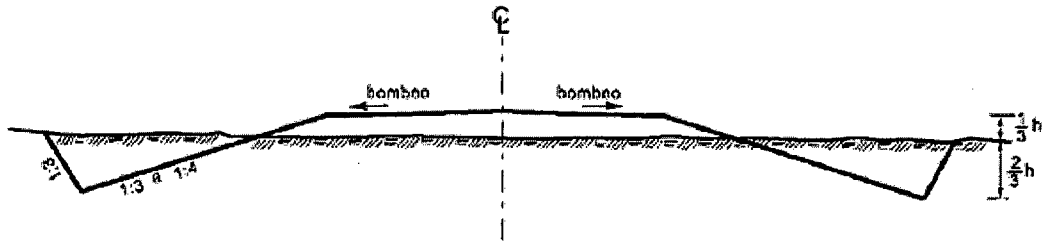
### SECCIÓN TRANSVERSALES TÍPICA



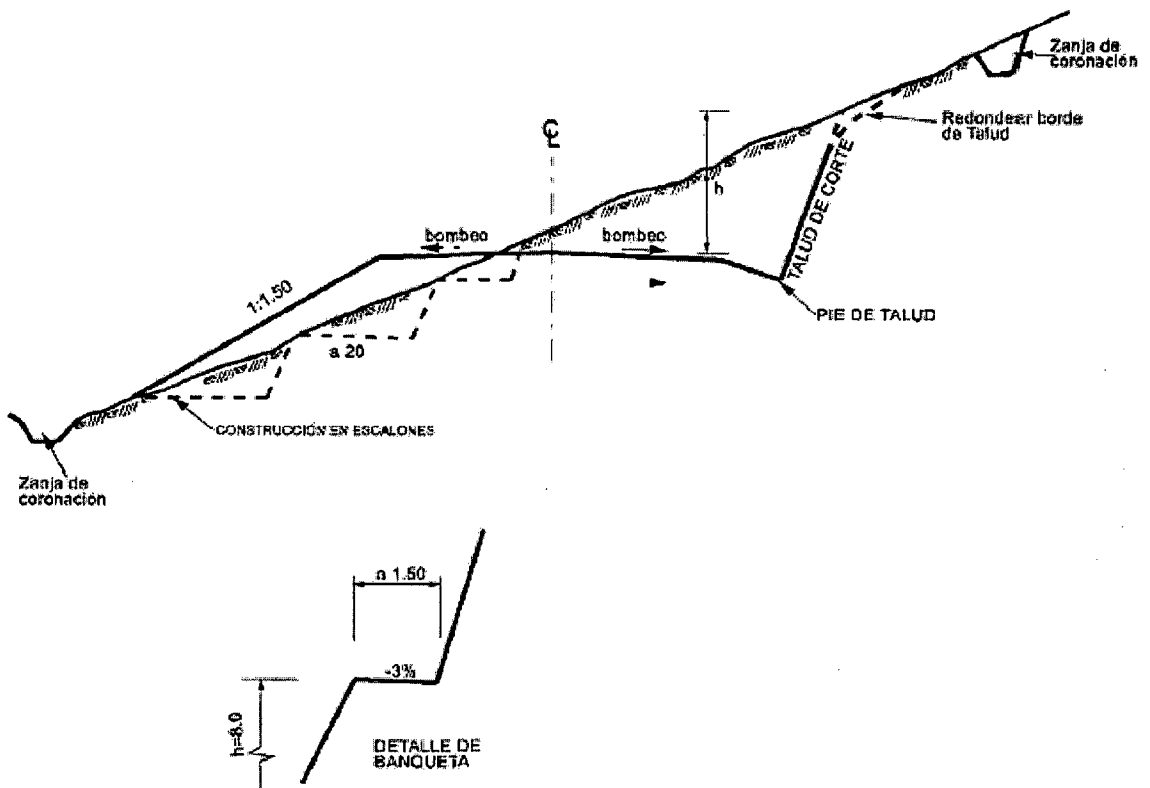
## CANTERAS DE PRÉSTAMOS LATERAL



SECCIÓN TÍPICA DE TERRAPLÉN EN TERRENO PLANO



SECCIÓN TÍPICA EN MEDIA LADERA


















## ANEXO-7

### “SIGNOS CONVENCIONALES PARA PERFIL DE CALICATAS”

#### SIGNOS CONVENCIONALES PARA PERFIL DE CALICATAS

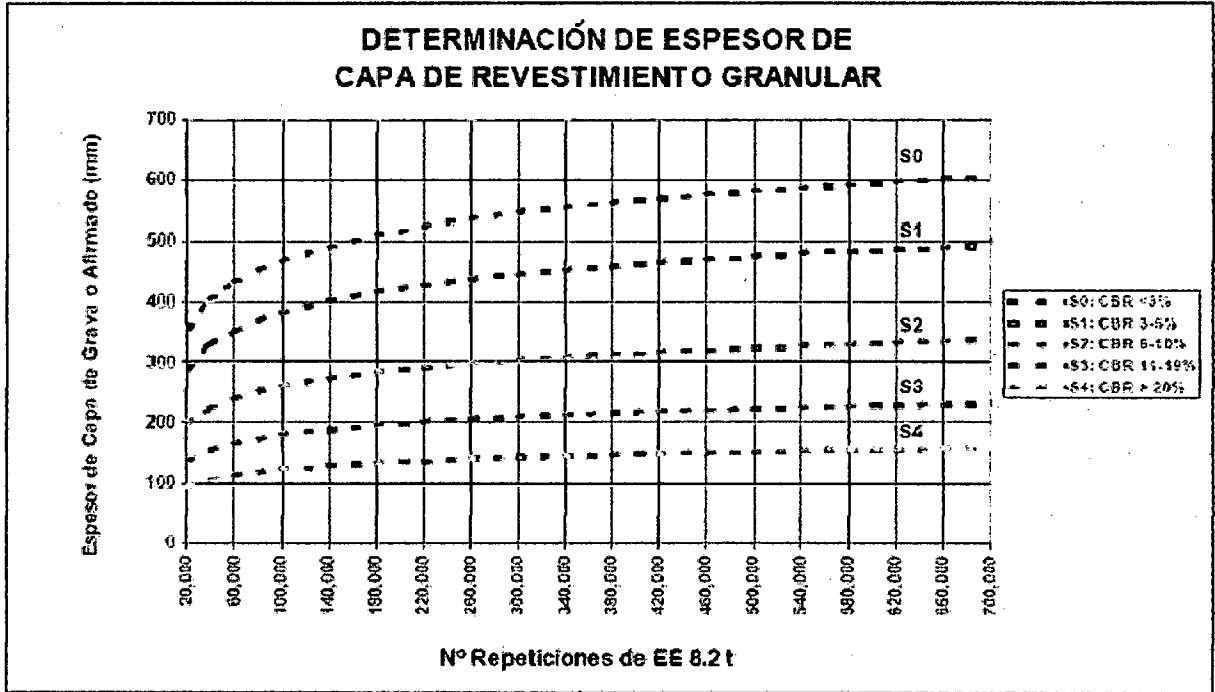
##### SUELOS

	A-1-a		A-5
	A-1-b		A-6
	A-3		A-7-5
	A-2-4		A-7-6
	A-2-5		MATERIA ORGÁNICA
	A-2-6		ROCA SANA
	A-2-7		ROCA DESINTEGRADA
	A-4		

## ANEXO-8

### “CATALOGO ESTRUCTURAL DE SUPERFICIE DE RODADURA”

#### CATÁLOGO ESTRUCTURAL DE SUPERFICIE DE RODADURA



Fuente: Elaboración en base a la ecuación de diseño del método NAASRA.

## ANEXO-9

### “CATALOGO DE CAPAS DE REVESTIMIENTO GRANULAR”

#### CATÁLOGO DE CAPAS DE REVESTIMIENTO GRANULAR

#### TRÁFICO T0

TIPO DE SUBRASANTE	CLASE TRAFICO: T0 IMD <sub>0</sub> : ≤ 15 vehículos Vehículos pesados (Buses/Camiones) carga de diseño: ≤ 6 vehículos pesados Número de repeticiones de EE @ 2m (carril de diseño): 4 25E164		
	A: subrasante sin mejoramiento, perfilado y compactado	B: con mejoramiento de subrasante con reemplazo por material granular de CBR > 6%	C: con mejoramiento de subrasante con adición de cal, cemento o químicos
<b>S0</b>  SUBRASANTE MUY POBRE CBR < 3%	370mm	210mm 250mm	210mm 170mm
<b>S1</b>  SUBRASANTE POBRE CBR 3% - 5%	300mm	210mm 150mm	210mm 100mm
<b>S2</b>  SUBRASANTE REGULAR CBR 6% - 10%	210mm	(Espesor mínimo)	
<b>S3</b>  SUBRASANTE BUENA CBR 11% - 19%	150mm	(Espesor mínimo)	
<b>S4</b>  CBR ≥ 20%	150mm	(Espesor mínimo)	
----- Nivel superior de la subrasante perfilado y compactado al 95% de la MD5			
Subrasante			
B: Con mejoramiento de subrasante con reemplazo por material granular de CBR > 6%			
C: Con mejoramiento de subrasante con adición de cal, cemento o químicos, para obtener un CBR > 6%			
Capa de afirmado Tipo 1			

**Nota:** En caso se requiriese proteger la superficie de las caméras, podrá colocarse una capa protectora, que podría ser una imprimación reforzada bituminosa; o una estabilización con cloruro de sodio (sal), magnesio u otros estabilizadores químicos.

## CATÁLOGO DE CAPAS DE REVESTIMIENTO GRANULAR TRÁFICO T1

TIPO DE SUBRASANTE	CLASE TRAFICO: T1 IMDa: 16 - 50 vehículos Vehículos pesados (Buses-Camiones) carril de diseño: 6 - 15 vehículos pesados Número de repeticiones de FF 8.2n (caril de diseño): 32F+01 - 39F+03		
	A: subrasante sin mejoramiento, perfilado y compactado	B: con mejoramiento de subrasante con reemplazo por material granular de CBR > 6%	C: con mejoramiento de subrasante con adición de cal, cemento o químicos
<b>S0</b> SUBRASANTE MUY POBRE CBR < 3%	450mm 	250mm 300mm 	250mm 200mm 
<b>S1</b> SUBRASANTE POBRE CBR 3% - 5%	376mm 	250mm 200mm 	250mm 150mm 
<b>S2</b> SUBRASANTE REGULAR CBR 6% - 10%	250mm 		
<b>S3</b> SUBRASANTE BUENA CBR 11% - 18%	180mm 		
<b>S4</b> CBR > 20%	150mm (Espesor mínimo) 		
----- Nivel superior de la subrasante perfilado y compactado al 95% de la MDS			
Subrasante			
B: Con mejoramiento de subrasante con reemplazo por material granular de CBR > 6%			
C: Con mejoramiento de subrasante con adición de cal, cemento o químicos, para obtener un CBR > 6%			
Capa de afirmado Tipo 1			

**Nota:** En caso se requiriese proteger la superficie de las carreteras, podrá colocarse una capa protectora, que podría ser una imprimación reforzada bituminosa; o una estabilización con cloruro de sodio (sal), magnesio u otros estabilizadores químicos.

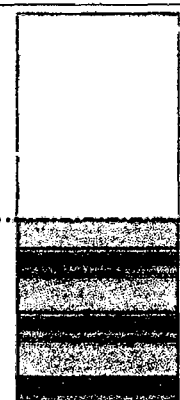
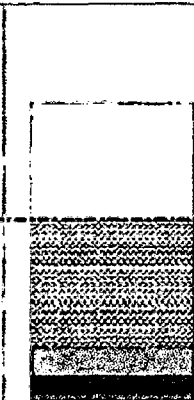
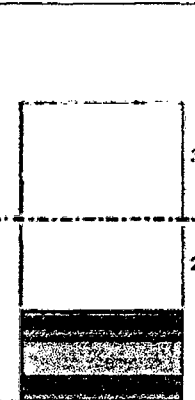
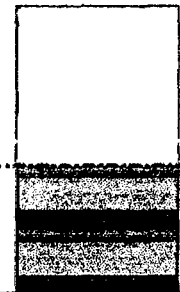
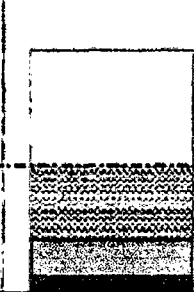
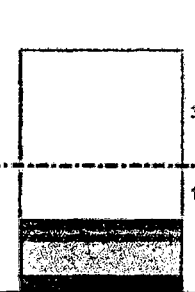
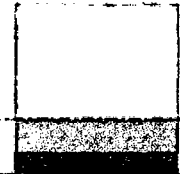
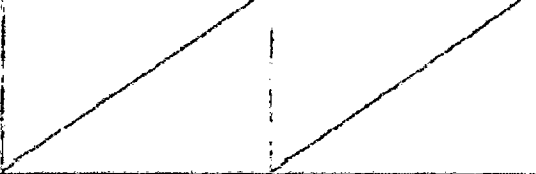
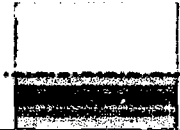


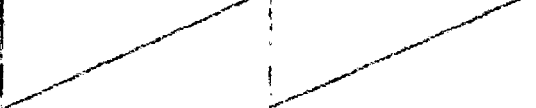
## CATÁLOGO DE CAPAS DE REVESTIMIENTO GRANULAR TRÁFICO T2

TIPO DE SUBRASANTE	CLASE TRÁFICO: T2 IMDa: 51 - 100 vehículos Vehículos pesados (Buses+ Camiones) carril de diseño: 16 - 28 vehículos pesados Número de repeticiones de EE 3.2m (carril de diseño): 7.9E+04 - 1.5E+05		
	A: subrasante sin mejoramiento, perfilado y compactado	B: con mejoramiento de subrasante con reemplazo por material granular de CBR > 6%	C: con mejoramiento de subrasante con adición de cal, cemento o químicos
<b>S0</b> SUBRASANTE MUY POBRE CBR < 3%	500mm	280mm 300mm	280mm 200mm
<b>S1</b> SUBRASANTE POBRE CBR 3% - 5%	410mm	280mm 200mm	280mm 150mm
<b>S2</b> SUBRASANTE REGULAR CBR 6% - 10%	200mm	/	/
<b>S3</b> SUBRASANTE BUENA CBR 11% - 19%	180mm	/	/
<b>S4</b> CBR > 20%	150mm (Espesor mínimo)	/	/
----- Nivel superior de la subrasante perfilado y compactado al 95% de la MDS			
Subrasante			
B: Con mejoramiento de subrasante con reemplazo por material granular de CBR > 6%			
C: Con mejoramiento de subrasante con adición de cal, cemento o químicos, para obtener un CBR > 6%			
Capa de armado Tipo 2			

**Nota:** En caso se requiriese proteger la superficie de las carreteras, podrá colocarse una capa protectora, que podría ser una imprimación reforzada bituminosa; o una estabilización con cloruro de sodio (sal), magnesio u otros estabilizadores químicos.

# CATÁLOGO DE CAPAS DE REVESTIMIENTO GRANULAR

## TRÁFICO T3

TIPO DE SUBRASANTE	CLASE TRÁFICO: T3 IMOa: 101 - 200 vehículos Vehículos pesados (Buses+Camiones) carril de diseño: 29 - 56 vehículos pesados Número de repeticiones de EE: 6.2m (carril de diseño): 1.0E+55 - 3.1E+55		
	A: subrasante sin mejoramiento perfilado y compactado	B: con mejoramiento de subrasante con reemplazo por material granular de CBR > 6%	C: con mejoramiento de subrasante con adición de cal, cemento o químicos
<b>S0</b>  SUBRASANTE MUY POBRE  CBR < 3%	550mm 	310mm 350mm 	310mm 250mm 
<b>S1</b>  SUBRASANTE POBRE  CBR 3% - 5%	450mm 	310mm 290mm 	310mm 150mm 
<b>S2</b>  SUBRASANTE REGULAR  CBR 6% - 10%	310mm 		
<b>S3</b>  SUBRASANTE BUENA  CBR 11% - 19%	210mm 		
<b>S4</b>  CBR >= 20%	150mm 		

	Nivel superior de la subrasante perfilado y compactado al 95% de la MDS
	Subrasante
	B: Con mejoramiento de subrasante con reemplazo por material granular de CBR > 6%
	C: Con mejoramiento de subrasante con adición de cal, cemento o químicos, para obtener un CBR > 6%
	Capa de afirmado Tipo 3

**Nota:** En caso se requiriese proteger la superficie de las carreteras, podrá colocarse una capa protectora, que podría ser una imprimación reforzada bituminosa; o una estabilización con cloruro de sodio (sal), magnesio u otros estabilizadores químicos.

# **ANEXO-10**

**“PLANOS”**