T
625.7
ALV
V.2

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

"ESTUDIO DE LA AMPLIACION DE LA AVENIDA DR. TEODORO ALVARADO OLEA COMPRENDIDA ENTRE LA AVENIDA FRANCISCO DE ORELLANA Y LA AVENIDA DR. CAMILO PONCE ENRIQUEZ"

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO CIVIL

PRESENTADA POR:

Goering Nicolás Alvarado Rugel

Omar Rafael Chalén González

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2004

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL ESPOL
CIB -ESPOL

AGRADECIMIENTO

A todas las personas que de uno u otro modo colaboraron en la realización de este trabajo y especialmente a los Ing. Arístides Antepara E. y al Ing. Eduardo Santos B. por su invaluable ayuda

D E D I C A T O R I A

A NUESTROS PADRES

A NUESTROS HERMANOS

A NUESTROS AMIGOS



CIB -ESPOL

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Julio Rodríguez R.
SUB-DECANO FICT
PRESIDENTE

Ing. Aristides Antepara
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Eduardo Santos B.
VOCAL

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL"

Goering Alvarado Rugel

Omar Chalén González

ÍNDICE GENERAL

Pág.

CAPITULO 1

1. VIAS DE COMUNICACIÓN 1

1.1. Selección de la vía 1

1.2. Nivelación 1

1.3. Trafico 2

1.3.1. Concepto de Trafico 3

1.3.1.1. Trafico Promedio Diario Anual 3

1.3.1.2. Composición del Trafico 3

1.3.1.3. Trafico Actual 4

1.3.1.4. Crecimiento Normal del Trafico 5

1.3.1.5. Trafico Futuro 6

1.3.1.6. Trafico Generado 6

1.3.1.7. Trafico Desarrollado 7

1.3.2. Clasificación de las Carreteras de acuerdo al Trafico 7

1.3.3. Velocidad de Diseño 9

1.3.4. Velocidad de Circulación 11

1.4. Alineamiento Horizontal 12

1.4.1. Diseño Preliminar 14

1.4.2. Diseño Definitivo 15

1.4.3. Curvas Circulares 15

1.4.3.1. Curvas Circulares Simples 16

1.4.3.2. Calculo de los Elementos de una Curva Circular 17

1.5. Secciones Transversales 18

1.5.1. Peralte 19

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL ESPOL
CIB-ESPOL

1.5.1.1. Coeficiente de Fricción Lateral 21
1.5.1.2. Radio Mínimo de Curvatura 22
1.5.1.3. Magnitud del Peralte 24
1.5.1.4. Desarrollo del Peralte 25
1.6. Diseño Vertical 30
1.6.1. Visibilidad 30
1.6.1.1. Distancia de Visibilidad de Parada 31
1.6.1.2. Efecto de la Gradiente Longitudinal en el Frenado 38
1.6.1.3. Distancia de Visibilidad de Rebasamiento 40
1.6.2. Alineamiento Vertical 44
1.6.2.1. Factores Determinantes en el Alineamiento Vertical 45
1.6.2.2. Gradientes Longitudinales 45
1.6.2.3. Gradientes Mínimas 47
1.6.2.4. Longitud Crítica de Gradiente para el Diseño 47
1.6.3. Curvas Verticales 48
1.6.3.1. Curvas Verticales Convexas 51
1.6.3.2. Curvas Verticales Cóncavas 55
1.6.4. Recomendaciones Generales para el Diseño de un Perfil Longitudinal 62
1.6.5. Combinación del Proyecto Horizontal y Vertical 62
1.7. Movimiento de Tierra 63
1.7.1. Calculo de Áreas 63
1.7.2. Calculo de Volúmenes de Tierra a moverse 65
1.7.3. Calculo de Volúmenes para la Compensación de Tierras 70
1.7.4. Diagrama de Masas 73
1.7.5. Abundamiento de Tierras 74
1.7.6. Entumecimiento de Tierras 74
1.7.7. Compensación de Tierras 75

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
ESPOL
CIB-ESPOL

1.7.7.1. Acarreo Libre 75
1.7.7.2. Sobre Acarreo 76
1.7.8. Cálculo del Diagrama de Masas 76
1.7.8.1. Utilización del Diagrama de Masas 77
1.7.8.2. Sentido de los Movimientos de Tierras 78
1.7.9. Propiedades de la Curva de Masa 78
1.8. Señalización de la Vía 79
1.8.1. Códigos Internacionales para Señalización 79
1.8.2. Señalización y Demarcación en Carreteras 80
1.8.3. Clasificación de Señales 80
1.8.4. Requisitos de las Señales 81
1.8.5. Características de las Señales 81
1.8.6. Materiales para Señales 82
1.8.7. Clases de Señales 83
1.8.8. Colores para las Señales 83
1.8.9. Colocación de Señales 84
1.8.10. Señales de Placas 84
1.8.11. Demarcaciones o Marcas en el Pavimento 89
1.8.12. Tipos de Demarcaciones 90
1.8.13. Tipos y Anchos de Líneas para Demarcaciones 92

CAPITULO 2

2. MECANICA DE SUELOS 95
2.1. Introducción 95
2.2. Compresibilidad de los Suelos Granulares 96
2.2.1. Compresión Isotrópica 97
2.2.2. Compresión Confinada 98

2.2.3. Compresión Triaxial 98
2.2.4. Compresibilidad de Suelos Cohesivos: Consolidación 99
2.3. Clasificación de los Suelos a emplearse en Carreteras 101
2.3.1. Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.) 102
2.3.2. Suelos Gruesos: Descripción e Identificación en el Campo 103
2.3.3. Suelos Finos: Descripción e Identificación en el Campo 104
2.3.4. Sistema de Clasificación AASHO Modificado 105
2.4. Investigación de Yacimientos de Materiales para Préstamos 107
2.5. Análisis de Suelos en Laboratorio 107
2.5.1. Determinación del Contenido de Humedad 108
2.5.2. Determinación de la Gravedad Específica 110
2.5.3. Análisis Granulométrico 112
2.5.4. Análisis de Límites de Consistencia 113
2.5.5. Teoría de la Compactación 117
2.5.6. Prueba Proctor 118
2.5.7. Determinación del C.B.R. 120
2.6. Estudio del Suelo de la "Av. Teodoro Alvarado Olea" 124

CAPITULO 3

3. PAVIMENTOS 129
3.1. Generalidades 129
3.2. Concepto y Tipos de Pavimento 130
3.3. Secciones Típicas de Carreteras y Aeropuertos 131
3.4. Cargas por Rueda y Ejes Equivalentes 132
3.5. Presión de Llanta y Presión de Contacto 133
3.6. Factores de Diseño 134
3.6.1. Índice Estructural y de Servicio 134

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL ESPOL
CIB-ESPOL

3.6.2. Fallas en Pavimentos 135
3.6.3. Tiempo de Servicio de los Pavimentos 137
3.7. Pavimentos Flexibles 138
3.8. Pavimentos Rígidos 139
3.8.1. Esfuerzos en Pavimentos Rígidos 141
3.8.2. Determinación del Espesor de Losa de Concreto 144
3.9. Juntas en Pavimentos Rígidos 146
3.9.1. Juntas Transversales, Juntas de Dilatación 147
3.9.2. Juntas de Contracción 149
3.9.3. Juntas de Construcción 152
3.10. Subrasantes 154
3.10.1. Surbrasante Mejorada 155
3.11. Estudio Técnico Económico del Pavimento 161
3.12. Cálculo del Pavimento para la "Av. Teodoro Alvarado Olea" 163
3.13. Pavimentos Bituminosos 176

CAPITULO 4

4. DRENAJE 205
4.1. Generalidades 205
4.2. Drenaje Superficial 207
4.3. Cunetas 208
4.4. Cruces 210
4.5. Estudio de Campo para el Proyecto 212
4.6. Determinación del Gasto de la Corriente 212
4.7. Precipitación Pluvial 220
4.8. Cálculo de Secciones Hidráulicas 224
4.8.1. Determinación del Área necesaria para Alcantarillas 227

4.9. Tipos de Alcantarillas 231
4.9.1. Condiciones de que depende la Elección de Tipo 233
4.10. Localización e Instalación 233
4.11. Materiales de Alcantarillas 234
4.12. Drenaje Subterráneo 239
4.12.1. Características de los Suelos, que influyen en el Subdrenaje 240
4.12.2. Subdrenaje sin Obras Auxiliares 244
4.12.3. Subdrenaje con Obras Auxiliares 246
4.13. Diseño del Drenaje para la Avenida "Teodoro Alvarado Olea" 249

CAPITULO 5

5. ANÁLISIS DE COSTOS 253
5.1. Objetivo y Alcance de los Presupuestos 254
5.2. Componentes de los Precios Unitarios 254
5.3. Presentación de los Presupuestos 256
5.4. Especificaciones de los Diferentes Rubros Utilizados 257
5.5. Equipo Pesado para la Construcción de Caminos 267
5.6. Costos del Proyecto 268

CONCLUSIONES 270
RECOMENDACIONES 272
BIBLIOGRAFIA 273

ANEXO # 1: Libreta Topográfica
ANEXO # 2: Ensayos de Mecánica de Suelos
ANEXO # 3: Análisis de Costos Unitarios
ANEXO # 4: Estudio de Impacto Ambiental

ÍNDICE DE PLANOS

PLANO # 1: Diseño de Vía Km. 0+000 – 1+000

PLANO # 2: Diseño de Vía Km. 1+000 – 2+000

PLANO # 3: Diseño de Vía Km. 2+000 – 2+730

PLANO # 4: Diagrama de Masas Km. 0+000 – 1+000

PLANO # 5: Diagrama de Masas Km. 1+000 – 2+000

PLANO # 6: Diagrama de Masas Km. 2+000 – 2+730

PLANO # 7: Secciones Transversales Km. 0+000 – 0+480

PLANO # 8: Secciones Transversales Km. 0+500 – 0+980

PLANO # 9: Secciones Transversales Km. 1+000 – 1+480

PLANO # 10: Secciones Transversales Km. 1+500 – 1+980

PLANO # 11: Secciones Transversales Km. 2+000 – 2+480

PLANO # 12: Secciones Transversales Km. 2+500 – 2+720

CAPITULO 1

1. VIAS DE COMUNICACION

1.1. Selección de la Vía

El presente estudio de la Av. Teodoro Alvarado Olea se realizó por cuanto esta vía es de gran importancia para el plan vial que ha emprendido la Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil.

Esta vía va a permitir un fácil y rápido acceso entre la Av. Francisco de Orellana con la Vía a Daule, la se ha convertido en parte vital del comercio con la zona norte del país.

1.2. Nivelación

La nivelación se la realizó a lo largo del camino de huella existente, tomando detalles de los puntos que significan algún límite o accidente de terreno que hay que tener en cuenta al momento de realizar el diseño de la vía.

Hay que establecer que en el tramo final, las condiciones del terreno impidieron realizar la topografía de la vía, por lo que hubo que realizarla dentro de las instalaciones del Fuerte Militar Huancavilca.

Libretas Topográficas se presentan en el Anexo 1

1.3. Trafico

El tráfico influye en las dimensiones y características geométricas de la carretera en estudio, por lo tanto, la determinación del tráfico indica la cantidad de vehículos que la carretera va a soportar durante su vida útil.

El conteo de vehículos se lo realiza en puntos estratégicos de la vía en estudio, como lo son entrada y salidas de automotores, uniones con otras vías y accesos a sitios turísticos; además se proyecta un tráfico futuro de acuerdo a la tasa de crecimiento anual de vehículos.

En zonas que tienen cierto grado de desarrollo y en las cuales existen carreteras es mucho más fácil determinar el tráfico futuro. En caso de que la vía en estudio se encuentre en un sector en proceso de desarrollo, se analizará el propósito de la vía y el desarrollo socioeconómico del sector.

1.3.1. Concepto de Tráfico

Es el número de vehículos que utilizan un tramo de la carretera en un cierto tiempo, en funciones del diseño de la vía.

1.3.1.1. Tráfico Promedio Diario Anual (T.P.D.A.)

La unidad de medida para determinar el tráfico en una carretera es el tráfico promedio diario anual. Dependiendo de la importancia de la vía y de las facilidades que se encuentren, se coloca una estación de conteo de tráfico que generalmente actúan mediante impulsos.

De no disponer de una estación de conteo, se selecciona los días más críticos en las semanas más críticas del año, y se determinan los picos máximos y mínimos. El T.P.D.A. se calcula dividiendo la cantidad de vehículos que se observó durante el tiempo en que se realizó el conteo para el número de días, obteniendo así un promedio de 24 horas.

1.3.1.2. Composición del Tráfico

El tamaño y el peso de los vehículos son, luego de conocer el volumen de tráfico, los indicativos de las características geométricas y la manera en la que va a operar la carretera.

Dependiendo del tamaño y el peso, los vehículos pueden ser más lentos que otros u ocupar más espacio en la vía, lo que afecta la conducción y el libre tráfico del resto. De acuerdo al tamaño y pesos de los vehículos y su efecto en el tráfico se pueden agrupar en:

a) *Vehículos Livianos.-* Se consideran vehículos livianos aquellos que tienen características de automóvil, en los que se incluyen camionetas de dos ejes y tracción en las cuatro ruedas, además de camiones de reparto y vehículos con capacidad de hasta diez personas y carga útil de hasta 910 kilogramos.
b) *Vehículos Pesados.-* En esta clasificación se encuentran aquellos vehículos que tengan uno o más ejes de doble llanta, en los que se incluyen buses, camiones y trailers.

1.3.1.3. Trafico Actual

Es la cantidad de vehículos que transitan por la vía en la actualidad. Se lo obtiene con un conteo en un punto estratégico de la carretera.

Si se trata de un proyecto para construir una nueva vía, el tráfico actual se obtiene con la suma del tráfico existente y el tráfico desviado.

a) Tráfico Existente.- Es el número de vehículos que utiliza la carretera, y se lo determina mediante un conteo.

b) Tráfico Desviado.- Es el volumen de vehículos que se ve atraído hacia la nueva carretera ya sea por novedad o ahorro de tiempo y combustible.

1.3.1.4. Crecimiento Normal del Tráfico

En nuestro país existen datos de crecimiento del número de vehículos, no así de la utilización de vehículos por kilómetro de carretera. Por este motivo resulta más conveniente utilizar tasas de crecimiento en consumo de gasolina y diesel. Sobre la base de los registros en consumo de combustibles se ha calculado un crecimiento de alrededor del 7% anual de automóviles en el Ecuador.

Una vez obtenida la tasa crecimiento anual se calcula el tráfico proyectado para el periodo de diseño de la vía en base al tráfico actual en función del T.P.D.A. de acuerdo a la siguiente formula:

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

en donde:

TP = Tráfico Proyectado

TA = Tráfico Actual

i = Tasa de Crecimiento

n = Periodo de Proyección expresado en años

1.3.1.5. Tráfico Futuro

Partiendo del tráfico actual, se proyecta el volumen del tráfico para dentro de quince a veinte años. El volumen de vehículos con el que se diseña la vía incluye el tráfico futuro, el tráfico generado y el tráfico de desarrollo.

Sobre la base del tráfico proyectado se determina el tipo de carretera, la velocidad de diseño y las características geométricas del proyecto.

1.3.1.6. Tráfico Generado

Se obtiene un tráfico generado cuando al construir una nueva carretera o mejorar una existente, se encuesta a los conductores acerca de los viajes que estos realizarían en caso de que se cumplan con una serie de mejoras ofrecidas. Se lo puede clasificar en:

a) Viajes no realizados anteriormente
b) Viajes realizados anteriormente por transportes públicos
c) Viajes realizados por otras rutas, pero que estarían dispuestos a hacerlos por la nueva vía

El tráfico generado se desarrolla generalmente en los primeros años luego de construida o mejorada una carretera.

En nuestro país se estima que el tráfico generado será de un 20% de incremento del tráfico normal para el primer año de operación de la vía, y del mismo porcentaje de crecimiento normal del tráfico para los años restantes.

1.3.1.7. Tráfico Desarrollado

Luego de construida o mejorada una carretera la zona alrededor de la misma aumenta su producción agrícola, pecuaria, ganadera, forestal, etc. y con esto aumenta el tráfico vehicular.

Este tráfico se determina de acuerdo a la producción agrícola, el asentamiento de industrias, la actividad turística, etc.

1.3.2. Clasificación de las Carreteras de acuerdo al Tráfico

De acuerdo al Ministerio de Obras Públicas, las carreteras en función del tráfico proyectado se clasifican en:

Tabla 1.1

CLASE DE CARRETERA	TRAFICO PROYECTADO T.P.D.A.
R – I o R – II	Más de 8000
I	De 3000 a 8000
II	De 1000 a 3000
III	De 300 a 1000
IV	De 100 a 300
V	Menos de 100

Para las carreteras existen dos diferentes valores o normas de diseño, que son:

a) Especificación Absoluta.- Cuando el valor del T.P.D.A. se encuentra por debajo del valor de la mitad del rango de valores y este se acerca más al límite inferior.
b) Especificación Recomendable.- Cuando el valor del T.P.D.A. es superior al valor de la mitad del rango de valores y este se acerca más al límite superior.

A su vez estas normas observan tres subdivisiones de acuerdo a la clase de terreno en el cual se va a construir la carretera, entonces:

a) Terreno Llano.- Se denomina terreno llano cuando el gradiente promedio es menor al 3.5%.
b) Terreno Ondulado.- Se denomina terreno ondulado cuando el gradiente promedio está entre un 3.5% y un 12%.

c) Terreno Montañoso.- Se denomina terreno montañoso cuando el gradiente promedio es mayor al 12%.

Por lo tanto, el terreno en el que se desarrollará el proyecto es ondulado, por cuanto las pendientes que se observan están en el rango de 3.5% y 12%.

Tabla 1.2

Tipo de Vehículo	T. Existente	T. Atraído	T. Desarrollado	T. P.D.A.
Livianos	1343	67.15	134.30	1545
Buses	155	7.75	15.50	179
Camión - c2	138	6.90	13.80	159
Camión - c3	92	4.60	9.20	106
Trailer t3 - s2	3	0.15	0.30	4
Trailer t3 - s3	7	0.35	0.70	9
TOTAL	1738		**TOTAL**	2002

Por lo tanto, con el T.P.D.A. calculado, se concluye que según las indicaciones del M.O.P. la vía es de tipo II, con dos sentidos.

1.3.3. Velocidad de Diseño

La velocidad de diseño es aquella que se pretende mantener a lo largo de la sección, la cual debe ofrecer un alto grado de seguridad y movilidad en el libre tránsito de los vehículos.

Para seleccionar la velocidad de diseño se toman en cuenta además del factor económico, la calidad del terreno, el uso que se la da a la misma

y el número de vehículos. Por lo general en terrenos planos u ondulados se diseña para altas velocidades, mientras que en terrenos montañosos se especifican velocidades bajas.

Preferiblemente se debe tomar en cuenta el tramo más desfavorable para escoger la velocidad de diseño procurar mantener la misma en un tramo no menor a 5 kilómetros de longitud de carretera., sin que se produzcan cambios superiores a 20 kilómetros por hora entre una velocidad y otra.

De acuerdo a las normas que recomienda el M.O.P. las velocidades de diseño deberían ser:

Tabla 1.3

CLASE DE CARRETERA	VALOR RECOMENDABLE			VALOR ABSOLUTO		
	LL	O	M	LL	O	M
R-I o R-II más que 8000	120	110	90	110	90	80
I de 3000 a 8000	110	100	80	100	80	70
II de 1000 a 3000	110	100	80	100	80	60
III de 300 a 1000	100	80	60	90	70	50
IV de 100 a 300	90	70	60	80	60	40
V menos de 100	70	60	50	50	40	40

De acuerdo a la siguiente tabla y teniendo en cuenta que la vía es de tipo II entonces la velocidad de diseño que usaremos para el cálculo de la vía será de 80 Km/h.

1.3.4. Velocidad de Circulación

Es la velocidad a la cual se desplaza un vehículo a lo largo de una sección establecida de carretera.

La velocidad de circulación se obtiene dividiendo la distancia recorrida por el vehículo para el tiempo en que le tomo hacerlo.
Esta velocidad será considerada como la velocidad promedio de circulación y será siempre menor que la velocidad de diseño.

Dependiendo del volumen del tráfico, sea este alto, bajo o intermedio, se puede relacionar la velocidad de diseño y la velocidad de circulación.

Así, para volúmenes bajos de tráfico, la relación es:

$$Vc = 0.8\ Vd + 6.5$$

en donde

Vc = Velocidad de Circulación, expresada en Km/hora

Vd = Velocidad de Diseño, expresada en Km/hora

Para volúmenes de tráfico intermedios o altos, la relación es.

$$Vc = 1.32\ Vd^{0.89} \qquad \text{para } 1000 < \text{T.P.D.A.} < 3000$$

De acuerdo al M.O.P. la relación entre las velocidades de diseño y de circulación para los diferentes volúmenes de tráfico, son:

Tabla 1.4

Velocidad de Diseño (Vd) Km/Hora	Velocidad de Circulación Promedio (Vc) Km/Hora	
	Volúmenes de Tráfico Bajos	Volúmenes de Tráfico Intermedios
40	39	35
50	47	43
60	55	50
70	63	50
80	71	66
90	79	63
100	87	79
110	95	87
120	103	95

1.4. Alineamiento Horizontal

Teniendo como objetivo principal el diseñar una vía que brinde comodidad y facilidad en las maniobras de los usuarios, y cumplir con las normas y recomendaciones de entidades como el M.O.P., se deben tomar en cuenta ciertos parámetros que acondicionan un buen alineamiento horizontal:

1) Es primordial el combinar curvas amplias con tangentes largas, evitando que se susciten curvas cortas una a continuación de otra, siempre que el terreno preste las facilidades del caso. En caminos

vecinales y de baja categoría, o cuando se presente un terreno muy accidentado, diseñará un alineamiento curvilíneo que dé seguridad a los usuarios.

2) La topografía regirá en lo posible el alineamiento horizontal. Las curvas serán trazadas con radios grandes, evitando utilizar los radios mínimos que se especifican para las respectivas velocidades de diseño, y utilizándolos cuando sea estrictamente necesario.
3) Se tendrá en cuenta el no trazar curvas de radios mínimos en los extremos de tangentes largas, para que no se produzcan cambios bruscos de curvaturas amplias a otras muy estrechas.
4) En caso de que se presenten ángulos de deflexión muy pequeños, se deberán trazar curvas lo suficientemente largas.
5) Es necesario evitar curvas cerradas en terraplenes elevados y largos. Se colocarán vallas de protección en donde se tenga alta resistencia y buena visibilidad.
6) Cuando se tracen curvas circulares compuestas, se tendrá en cuenta que el mayor de los radios no exceda al menor en más de 1.5 veces del valor de su longitud.
7) Los alineamientos reversos bruscos no son recomendables, al menos que entra las curvas reversas se pueda trazar una tangente bastante larga, que facilite el desarrollo del peralte.

8) Al tener dos curvas consecutivas que tengan la misma dirección, la tangente entre estas dos debe ser lo suficientemente larga, a excepción de caminos vecinales, en donde no se pueda lograr esto.
9) Siempre que se tengan dos curvas en la misma dirección se deberá considerar una mínima distancia de 60 metros entre los extremos de las curvas, recomendación que puede aplicar a vías de cualquier categoría.

1.4.1. Diseño Preliminar

Según las normas que dicta el Ministerio de Obras Públicas el diseño de una carretera se compone de dos etapas plenamente identificadas, el Diseño Preliminar y el Diseño Definitivo.

El diseño preliminar comprende los estudios topográficos, hidrológicos y de suelos de la zona que se ha escogido para llevar a cabo el proyecto; y consiste en un trazado ajustado a la topografía del sector. El diseño preliminar es realizado en oficina y carece de exactitud por cuanto las distancias se miden en los planos y los ángulos y deflexiones son obtenidos ***con transportador***.

Gracias al diseño preliminar se puede tener una aproximación bastante exacta a lo que será el diseño definitivo, se observarán las pendientes

máximas y se podrá calcular el movimiento de tierra lo que ayuda a estimar un presupuesto cercano al costo del proyecto.

1.4.2. Diseño Definitivo

El diseño definitivo se lo realiza replanteando en el terreno el diseño preliminar que se hizo anteriormente, lo que permite obtener nuevos datos que obligan a corregir el diseño preliminar. Luego de corregir el estudio preliminar se estudian los nuevos datos y se define el estudio final del proyecto, el cual debe cumplir en su totalidad con las normas, recomendaciones y restricciones que dicta el M.O.P.

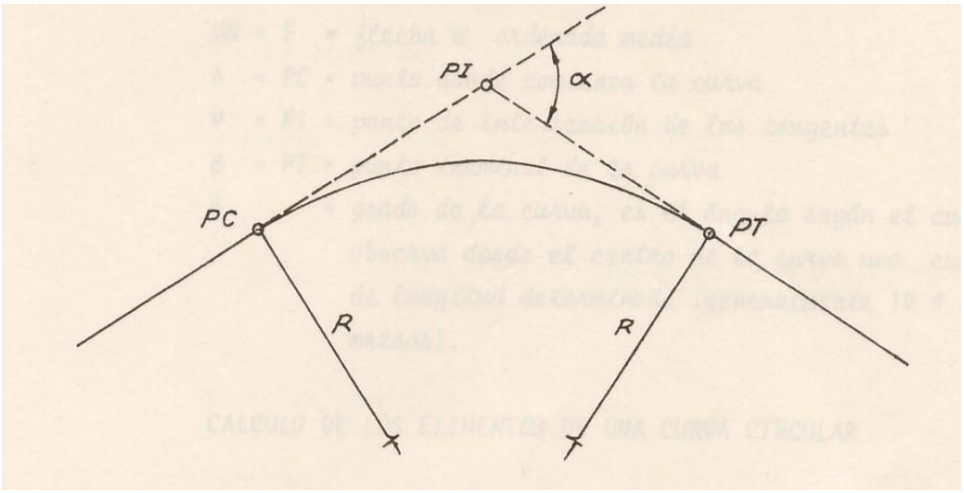
1.4.3. Curvas Circulares

El polígono o eje de una vía está compuesto por tramos rectos que se denominan tangentes, las cuales tienen un punto común llamado punto de inflexión PI. Las tangentes sucesivas se unen por medio de curvas, que son expresadas por sus radios o el ángulo subentendido por el arco del círculo.

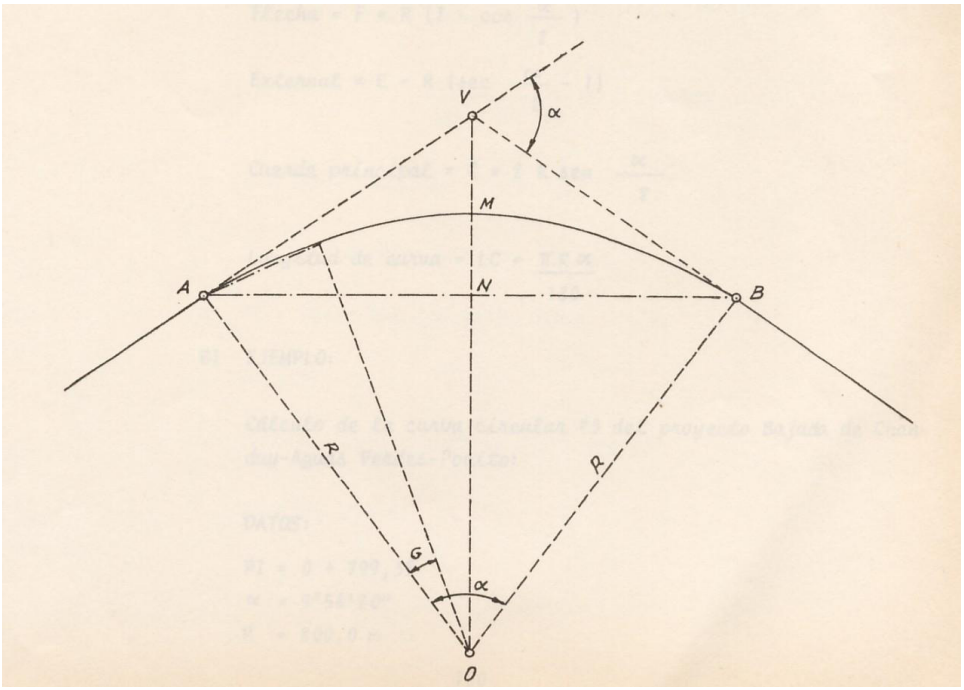
Las curvas circulares pueden ser simples, compuestas o inversas; y se debe tener en cuenta que en el trazado de vías para caminos vecinales se usarán exclusivamente curvas circulares simples.

1.4.3.1. Curvas Circulares Simples

Es aquel arco simple de círculo que une dos tangentes sucesivas y tiene únicamente un radio de giro.



ELEMENTOS PRINCIPALES DE UNA CURVA CIRCULAR SIMPLE



Los principales elementos de una Curva Circular Simple son:

OB = OA = Radio de la curva

α = Angulo de deflexión entre las tangentes

AB = c = Cuerda principal

AV = VB = T = Tangentes o subtangentes

VM = E = External

MN = F = Flecha u ordenada media

A = PC = Punto de inicio de curva

V = PI = Punto de intersección de las tangentes

B = PT = Punto de finalización de la curva

G = Grado de la curva

1.4.3.2. Calculo de los Elementos de una Curva Circular

Tangente $T = R\,\mathrm{tg}\,\frac{\alpha}{2}$

Flecha $F = R\left(1-\cos\frac{\alpha}{2}\right)$

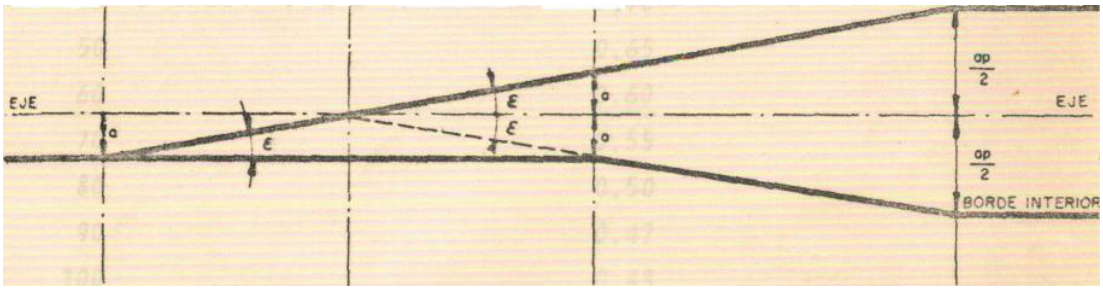
External $E = R\left(\sec\frac{\alpha}{2}-1\right)$

Cuerda Principal $C = 2\,R\,sen\frac{\alpha}{2}$

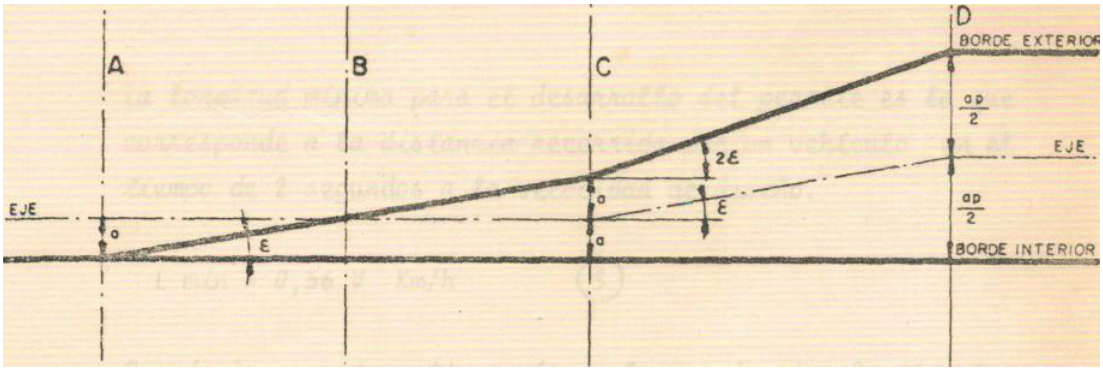
Longitud de Curva $LC = \frac{\pi\,R\,\alpha}{180}$

1.5. Secciones Transversales

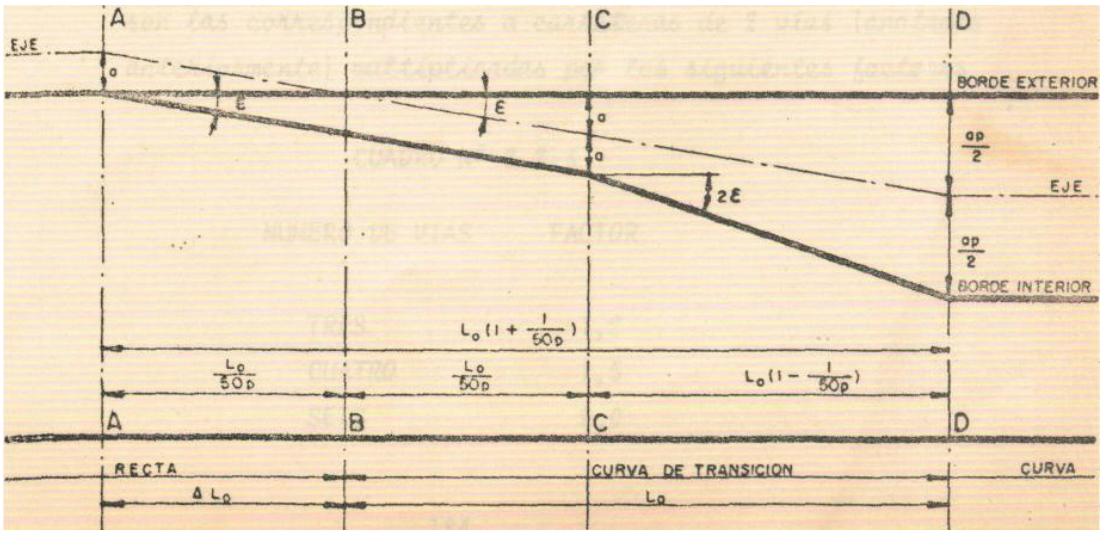
GIRO ALREDEOR DEL EJE



GIRO ALREDEOR DEL BORDE INTERIOR



GIRO ALREDEDOR DEL BORDE EXTERIOR



1.5.1. Peralte

Cuando un vehículo circula en una recta, las fuerzas que actúan sobre él son: la inercia, el peso y las reacciones del suelo (normales y debidas al rozamiento por rotación).

Al entrar en una curva se presenta la fuerza centrífuga que origina peligro para la estabilidad del vehículo en marcha, ya que esta realiza un empuje radical hacia fuera.

La fuerza centrífuga debe ser contrarrestada por las fuerzas componentes del peso (P) del vehículo debido al peralte y además por la fuerza de fricción desarrollada entre las llantas y la calzada.

La fuerza centrífuga viene dada por la expresión:

$$F = \frac{mV^2}{R}$$

$$m = \frac{P}{g} \qquad F = \frac{PV^2}{gR}$$

en donde:

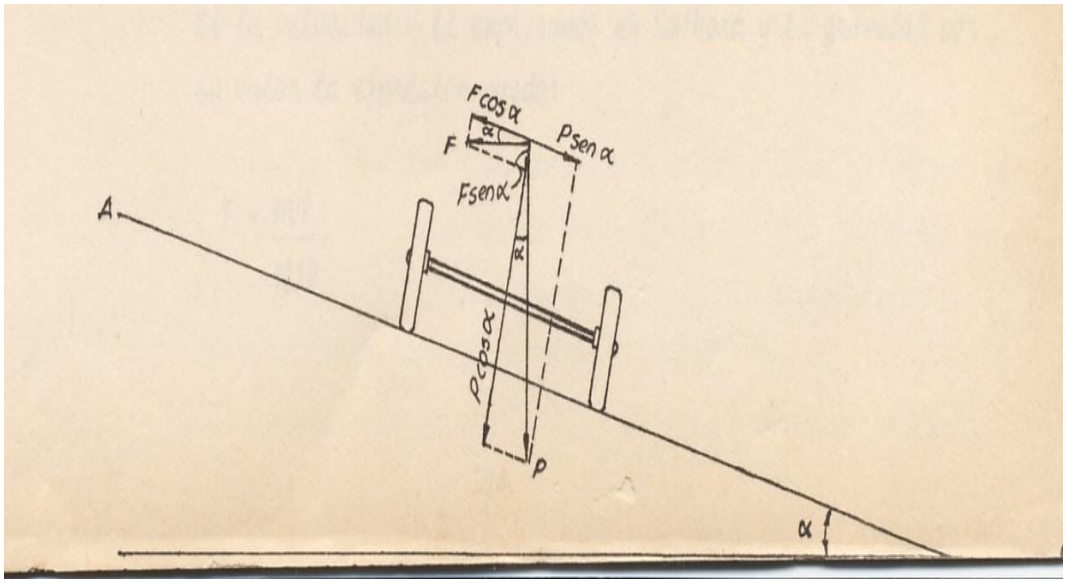
F = Fuerza centrífuga

P = Peso del vehículo

V = Velocidades expresadas en m/seg.

g = Aceleración de la gravedad = 9.81 m/seg^2.

R = Radio de la curva expresada en metros



Si la velocidad V la expresamos en Km/ hora y la gravedad por su valor la expresión queda:

$$F = \frac{PV^2}{127R}$$

$$\frac{V^2}{127R} = e + f$$

en donde:

V = Velocidad en kilómetros por hora

R = Radio de la curva en metros

e = Peralte de la curva expresado en metros por metros de calzada

f = coeficiente de fricción lateral.

1.5.1.1. Coeficiente de Fricción Lateral

El máximo coeficiente de fricción lateral f se ha calculado en función de la comodidad del conductor y la estabilidad del vehículo contra el deslizamiento, por lo tanto depende de muchos factores tales como, velocidad de circulación, tipo de pavimentos y condiciones de las llantas. Cuando el vehículo circula por una curva con peralte a la velocidad de equilibrio el valor del coeficiente de fricción lateral es cero porque la fuerza centrífuga está equilibrada por las componentes del peso del vehículo, pero cuando circula a velocidades mayores o menores es necesario la fricción lateral para tener estabilidad.

Al incrementar la velocidad el coeficiente de fricción lateral disminuye y la AASHO ha adoptado un coeficiente que ofrece un buen margen de seguridad y su variación obedece a una función lineal, en función de la velocidad de diseño.

$$f + 0.000626\ V - 0.19 = 0$$

en donde:

f = coeficiente de fricción lateral

V = velocidad en kilómetros por hora

1.5.1.2. Radio Mínimo de Curvatura

El radio mínimo de curvatura se debe fijar para asegurar el peligro de deslizamiento que exige normalmente radios mayores de los precisos por razón de vuelco.

El empleo de curvas con radios menores al mínimo establecido exigirá peraltes que sobrepasen los límites prácticos de operación de vehículos, por lo tanto la curvatura constituye un valor de mucha importancia en el diseño horizontal de un camino.

El radio mínimo se determina en base al máximo peralte admisible y al coeficiente de fricción lateral, en condiciones de seguridad puede calcularse de la fórmula:

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

Las normas francesas utilizan como fórmula empírica para el radio normal:

$$Rn = 0.05\ V^2$$

Y como radio mínimo:

$$Rmin = \frac{2}{3}\ Rn$$

En los cuadros siguientes se muestran los radios mínimos determinados utilizando los valores máximos de e y f.

Tabla 1.5

RADIOS MÍNIMOS DE CURVAS PARA VALORES LÍMITES DE E Y F.

Velocidad de Diseño Km/hora	Peralte Máximo e	Fricción Máximo	Total e + f	Radio Mínimo Calculado (m)	Radio Mínimo Redondeado (m)
40	0.10	0.1650	0.2650	47.5	50
50	0.10	0.1588	0.2588	76.1	80
60	0.10	0.1524	0.2524	112.3	115
70	0.10	0.1462	0.2462	156.7	160
80	0.10	0.1400	0.2400	210.0	210
90	0.10	0.1337	0.2337	272.9	275
100	0.10	0.1274	0.2274	346.3	350
110	0.10	0.1211	0.2211	430.9	435
120	0.10	0.1149	0.2149	527.6	530

Tomando en cuenta las condiciones prevalecientes en el país, se recomienda usar el siguiente cuadro como radios mínimos.

Tabla 1.6

VALOR DE DISEÑO DE LOS RADIOS MÍNIMOS PARA E MÁX. = 0.10

Clase de Carretera	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	LL	O	M	LL	O	M
R-I o R-II más de 8000 TPDA	530	435	275	435	275	210
I de 3000 a 8000 TPDA	435	350	210	350	210	160
II de 1000 a 3000 TPDA	435	350	210	350	210	115
III de 300 a 1000 TPDA	350	210	115	275	160	80
IV de 100 a 300 TPDA	275	160	115	210	115	50
V menos de 100 TPDA	160	115	80	80	50	50

1.5.1.3. Magnitud de Peralte

El Ministerio de Obras Públicas en el Ecuador recomienda un peralte máximo del 10%.

Debe existir una relación entre el coeficiente de fricción lateral y la magnitud del peralte de acuerdo a los siguientes criterios:

a) El peralte varía de 0 hasta el máximo recomendado en forma inversamente proporcional al radio de la curva, calculándose de la siguiente ecuación:

$$e + f = \frac{V^2}{127R}$$

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

El peralte máximo corresponderá al radio mínimo

b) El peralte por sí solo sin sobrepasar el máximo valor aceptable es capaz de contrarrestar la fuerza centrífuga desarrollada por la velocidad de circulación del vehículo para volúmenes de tráfico bajos, sin intervención del coeficiente de fricción.

c) El peralte tiene una relación curvilínea con los diferentes radios de una curva y sus valores varían entre los criterios a y b, esta relación tiene una distribución práctica en toda su amplitud, mediante una parábola simple; gobernando la distancia horizontal.

1.5.1.4. Desarrollo del Peralte

Desarrollo del peralte es el cambio de gradiente transversal de la sección normal a la sección completamente peraltada, para esto es necesario tener una longitud (L) tal que el cambio sea gradual y uniforme para evitar situaciones de peligro a la libre circulación y maniobrabilidad de los vehículos.

Cuando en la curva exista transición se deberá adoptar como valor común de transición de peralte y curvatura el mayor de los dos y situar toda la transición fuera de la curva circular.

Existen tres métodos para el desarrollo del peralte:

a) Haciendo girar la calzada alrededor de su eje. Este procedimiento desde el punto de vista del movimiento del vehículo es el mas adecuado, sin embargo tiene el inconveniente de obligar a bajar el borde interior lo que en algunos casos puede ocasionar problemas de desagüe en la cuneta correspondiente.
b) Haciendo girar la calzada alrededor de su borde interior. Este procedimiento es quizás el mas adecuado porque evita el problema citado anteriormente.
c) Haciendo girar la calzada alrededor de su borde exterior. Este procedimiento aumenta aun mas que el primero las dificultades de

drenaje, pero algunos técnicos afirman que es el sistema estético mas conveniente.

En el Ecuador por lo general se utilizan los 2 primeros métodos. El primer método de terreno montañoso y el segundo en terrenos llanos.
Para el primer caso el desarrollo del peralte será:

El peralte se desarrolla en una distancia equivalente a 2/3 dentro de la tangente y 1/3 de L dentro de la curva circular.

En casos difíciles sin espirales el peralte puede desarrollarse a una distancia 0.5L dentro de la tangente y a una distancia igual dentro de la curva circular.

La longitud mínima para el desarrollo del peralte es la que corresponde a la distancia recorrida por un vehículo en el tiempo de 2 segundos a la velocidad de diseño.

$$L \text{ min} = 0.56 \text{ V Km/h}$$

Cuando la carretera tiene más de 2 vías de circulación las longitudes de transición de peralte que recomienda la AASHO son las

correspondientes a carreteras de 2 vías (anotadas anteriormente) multiplicadas por los siguientes factores:

NUMERO DE VIAS	FACTOR
TRES	1.2
CUATRO	1.5
SEIS	2.0

Calculo de las Curvas Horizontales para la Av. Teodoro Alvarado Olea

Cálculo de la curva #1:

PI = 0+506.328

$$T = 210 * \mathrm{tg}\,\frac{0{,}1175}{2} = 12{,}352\,m$$

$$F = 210\left(1 - \cos\frac{0{,}1175}{2}\right) = 0{,}362\,m$$

$$E = 210\left(\sec\frac{0{,}1175}{2} - 1\right) = 0{,}363\,m$$

$$C = 2 * 210\,sen\frac{0{,}1175}{2} = 24{,}663\,m$$

$$LC = \frac{\pi * 210 * 0{,}1175}{180} = 24{,}678\,m$$

PC = 0+493.975

PT = 0+518.652

Cálculo de la curva # 2:

PI = 1+511.224

$$T = 210 * \text{tg}\,\frac{0{,}0070}{2} = 0{,}739\,m$$

$$F = 210\left(1 - \cos\frac{0{,}0070}{2}\right) = 0{,}001\,m$$

$$E = 210\left(\sec\frac{0{,}0070}{2} - 1\right) = 0{,}001\,m$$

$$C = 2 * 210\,sen\frac{0{,}0070}{2} = 1{,}477\,m$$

$$LC = \frac{\pi * 210 * 0{,}0070}{180} = 1{,}477\,m$$

PC = 1+510.457

PT = 1+1511.935

Cálculo de la curva # 3:

PI = 1+966.111

$$T = 210 * \text{tg}\,\frac{0{,}0077}{2} = 0{,}811\,m$$

$$F = 210\left(1 - \cos\frac{0{,}0077}{2}\right) = 0{,}0015\,m$$

$$E = 210\left(\sec\frac{0{,}0077}{2} - 1\right) = 0{,}0015\,m$$

$$C = 2 * 210 sen \frac{0{,}0077}{2} = 1{,}62\, m$$

$$LC = \frac{\pi * 210 * 0{,}0077}{180} = 1{,}621 m$$

PC = 1+965.271

PT = 1+966.893

Cálculo de la curva # 4:

PI = 2+307.158

$$T = 210 * \mathrm{tg}\, \frac{0{,}064}{2} = 6{,}782\, m$$

$$F = 210\left(1 - \cos\frac{0{,}064}{2}\right) = 0{,}109\, m$$

$$E = 210\left(\sec\frac{0{,}064}{2} - 1\right) = 0{,}109\, m$$

$$C = 2 * 210 sen \frac{0{,}064}{2} = 13{,}557\, m$$

$$LC = \frac{\pi * 210 * 0{,}064}{180} = 13{,}559\, m$$

PC = 2+300.347

PT = 2+313.907

1.6. Diseño Vertical

1.6.1. Visibilidad

Una carretera está compuesta de rectas y curvas, en las rectas es posible lograr un movimiento uniforme del vehículo con una buena visibilidad y por tanto con un máximo de seguridad no así en las curvas en donde si no existe una buena visibilidad el conductor está propenso a sufrir algún accidente por esto es necesario que la carretera tenga en todos sus puntos las condiciones de visibilidad precisa para que el conductor pueda tomar a tiempo las decisiones y precauciones necesarias.

Las distancias de visibilidad que deben considerar son dos: la de parada o frenado y los de paso o rebasamiento. La distancia de visibilidad de parada, es la necesaria para que un conductor de vehículos marchando a la velocidad de diseño pueda detenerse antes de llegar a un objeto fijo en su línea de circulación, en ningún punto de la carretera la visibilidad debe ser menor que la distancia de frenado. La distancia de visibilidad de rebasamiento es la necesaria para que un vehículo adelante a uno o varios que marchen delante de el sin peligro de colisión con otro que venga en sentido contrario por la vía contigua.

1.6.1.1. Distancia de Visibilidad de Parada

La distancia de visibilidad de parada está compuesta de dos sumandos (distancias):

a) d1 distancia recorrida por el vehículo desde el momento en que el conductor divisa el obstáculo hasta que aplica los frenos.
b) d2 distancia de frenado, es decir la distancia recorrida desde el momento en que el conductor aplica los frenos hasta que se detiene completamente el vehículo.

Estas dos distancias corresponden al tiempo de percepción o reacción y al recorrido del vehículo durante el frenado

$$d = d1 + d2$$

La primera distancia (d1) relacionada con el tiempo de percepción y reacción. Cuando el conductor divisa un objeto u obstáculo como regla general de 15 cm de alto sobre la calzada, lo primero que necesita es darse cuenta de que está fijo, el tiempo necesario para ello depende de varias circunstancias relacionadas con el objeto, tales como su tipo y color, condiciones atmosféricas, sensibilidad del conductor, la velocidad del vehículo, etc. La AASHO después de muchos ensayos de laboratorio y en el terreno ha recomendado como tiempo de percepción

en 1.5 segundos; el tiempo de reacción para que el conductor aplique los frenos, se considera de 1 segundo.

El tiempo total de percepción mas reacción será de 2.5 segundos, a pesar que las normas españolas recomiendan como tiempo de percepción mas reacción 3 segundos, un poco mas conservadoras. El M.O.P. recomienda un tiempo de 2.5 segundos.

Tiempo de Percepción = 1.5 segundos

Tiempo de Reacción = 1.0 segundos

t1= 2.5 segundos

$$d1 = t1 \times Vc \qquad d1 = 2.5 \times Vc$$

Si la velocidad se la toma en metros por segundo, la fórmula quedaría:

$$d1 = 0.6999Vc$$

Vc = Velocidad de circulación del vehículo.

La segunda distancia (d2) relacionada con el frenado del vehículo, se calcula tomando en cuenta el peso del vehículo: el esfuerzo de frenado será fp.

en donde:

F = es el coeficiente de rozamiento por rotación

P = es el peso del vehículo

Debemos tomar en cuenta que si los vehículos tienen freno en las cuatro ruedas, el peso será total y si tienen en las ruedas de atrás será el peso de la fracción del total del vehículo que actúa sobre ellas.

El esfuerzo de frenado por el espacio recorrido debe ser igual a la fuerza viva del vehículo, lo que se conoce como carga dinámica.

La ecuación sería:

$$d_2 Pf = \frac{PVc^2}{2g}$$

$$d_2 = \frac{Vc^2}{2fg}$$

en donde:

d_2 = distancia de frenaje sobre la calzada expresada en m

f = coeficiente de fricción

Vc = velocidad del vehículo al momento de aplicar los frenos, expresada en metros por segundo

g = aceleración de la gravedad

En la fórmula anterior reduciendo los términos y expresando la velocidad en km/hora tenemos que:

$$d_2 = \frac{(000)^2 Vc^2}{(600)^2 \times 2 \times 9.78 \times f}$$

$$d_2 = \frac{Vc^2}{254f}$$

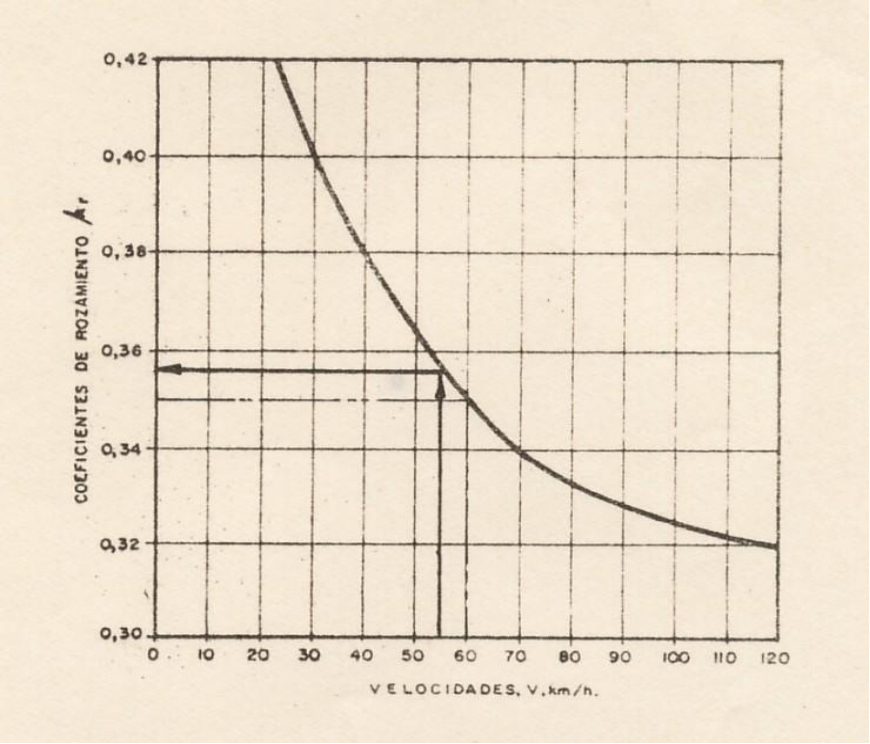
El coeficiente de fricción (f), según pruebas realizadas por la AASHO no es el mismo para todas las velocidades, es inversamente proporcional a la velocidad. También depende del tipo de pavimento, presión de llantas, presencia de humedad, etc.

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

en donde:

f = coeficiente de fricción

Vc = velocidad del vehículo, expresada en km/hora



La AASHO recomienda los siguientes valores de (f)

Tabla 1.7

Velocidad km/hora	Pavimento Mojado	Pavimento Seco
50	0.36	0.62
65	0.33	0.60
80	0.31	0.58
95	0.30	0.56
110	0.29	0.55

La distancia mínima de visibilidad de parada será:

$$dp = d1 + d2$$

$$dp = 0.7Vc + \frac{Vc^2}{254f}$$

La AASHO recomienda que por causas accidentales y condiciones de pavimento se debe dar un coeficiente de seguridad de 1.25 a la distancia (d2) de frenado por lo que la ecuación quedará:

$$dp = 0.7Vc + 0.0492\frac{Vc^2}{f}$$

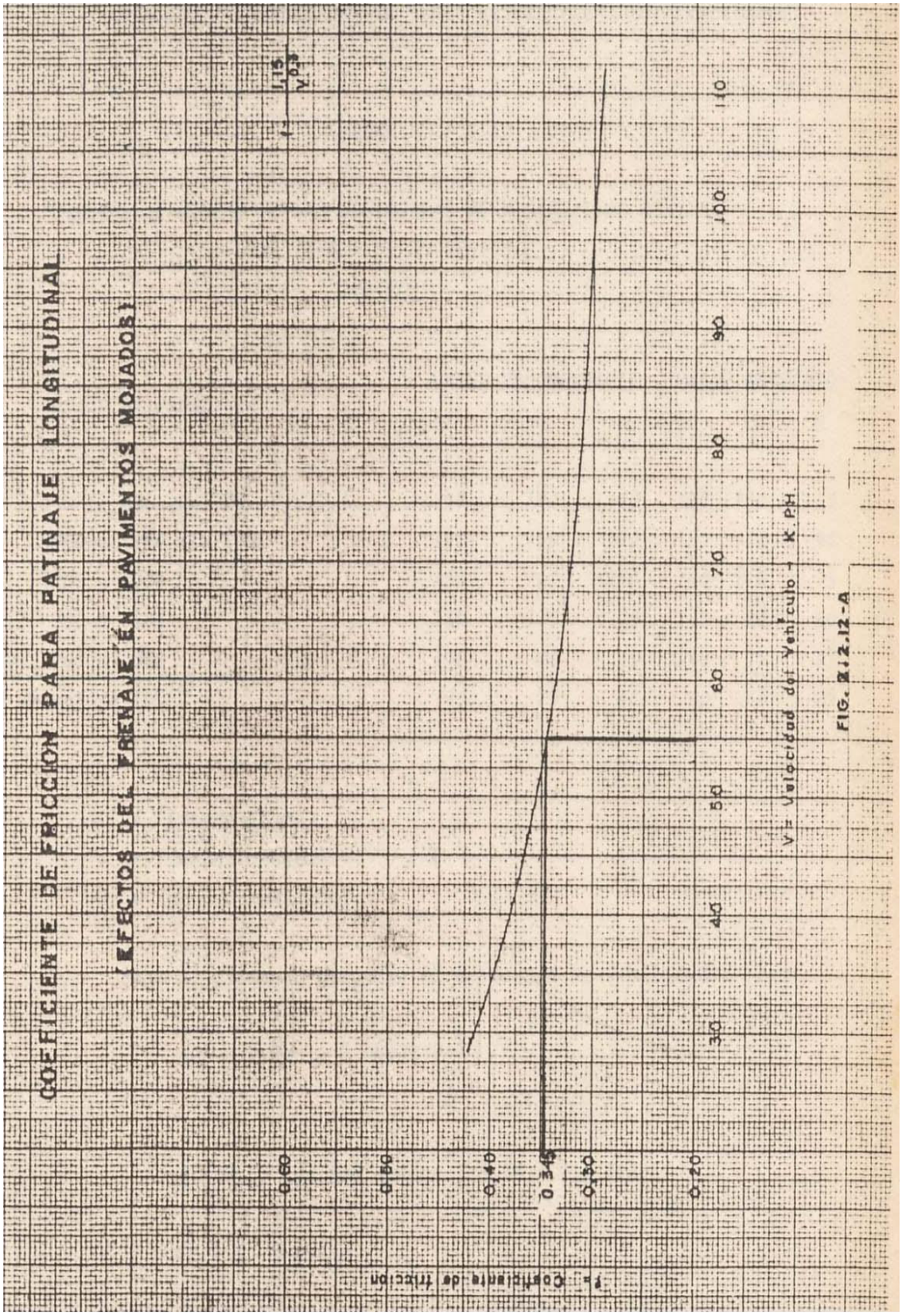

COEFICIENTE DE FRICCION PARA PATINAJE LONGITUDINAL
(EFECTOS DEL FRENAJE EN PAVIMENTOS MOJADOS)
f = 1,15 - V/93
f = Coeficiente de fricción
0.60
0.50
0,40
0.345
0,30
0,20
30
40
50
60
70
80
90
100
110
V= Velocidad del Vehículo - K.P.H.

FIG. 2.12-A

Tabla 1.8

DISTANCIA MINIMA DE VISIBILIDAD DE PARADA DE UN VEHICULO EN FUNCION DE LA CLASE DE CARRETERA

Clase de Carretera	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	LL	O	M	LL	O	M
R-I o R-II más de 8000 TPDA	220	190	140	190	160	110
I de 3000 a 8000 TPDA	190	160	110	160	110	90
II de 1000 a 3000 TPDA	190	160	110	160	110	75
III de 300 a 1000 TPDA	160	110	75	140	90	60
IV de 100 a 300 TPDA	140	90	75	110	75	45
V menos de 100 TPDA	90	75	60	60	45	45

Tabla 1.9

DISTANCIA DE VISIBILIDAD MÍNIMA PARA LA PARADA DE UN VEHICULO

Criterio de Diseño: Pavimentos Mojados

Velocidad de Diseño Vd (kph)	Velocidad de Circulación Asumida Vc (kph)	Percepción + Reacción para Frenaje		Coeficiente de fricción "f"	Distancia de Frenaje Gradiente Cero (m)	Distancia de Visibilidad	
		Tiempo (seg)	Distancia Recorrida (m)			Calculada (m)	Redondeada (m)
40	39	2,5	27,10	0,384	15,60	42,70	45
50	47	2,5	32,70	0,362	24,00	56,70	60
60	55	2,5	38,20	0,344	34,60	72,80	75
70	63	2,5	43,80	0,332	47,10	90,90	90
80	71	2,5	49,40	0,320	61,80	111,20	110
90	79	2,5	55,30	0,310	79,26	134,56	140
100	87	2,5	60,50	0,301	99,00	159,60	160
110	95	2,5	66,50	0,293	121,27	187,77	190
120	103	2,5	72,10	0,287	145,53	217,63	220

1.6.1.2. Efecto de la Gradiente Longitudinal en el Frenado

El análisis realizado anteriormente de la distancia mínima de visibilidad de parada es para carreteras en terreno horizontal, y es indudable que en carreteras con pendientes la distancia de visibilidad se ve afectada por las gradientes longitudinales de la vía.

La distancia que se modifica es la (d2), distancia de frenado y se la puede calcular con la siguiente expresión:

$$d2 = \frac{Vc^2}{2g(f \pm G)}$$

Expresando la velocidad en km por hora y reemplazando g tenemos:

$$d2 = \frac{Vc^2}{254(f \pm G)}$$

en donde:

G = tanto por ciento de la gradiente dividido para 100 con el signo correspondiente, signo positivo para gradientes cuesta arriba y signo negativo para gradientes cuesta abajo.

En consecuencia la distancia mínima de visibilidad de parada será:

$$d = d1 + d2$$

$$d = 0.7Vc + \frac{Vc^2}{254(f \pm G)}$$

Como se puede apreciar de la fórmula anterior para gradientes positivas la distancia (d) disminuye y para gradientes negativos (d) aumenta.

En el cuadro siguiente se muestran las correcciones que deben hacerse en metros por efecto de las gradientes a las distancias de visibilidad de parada calculadas con la fórmula:

$$d = 0.7Vc + \frac{Vc^2}{254f}$$

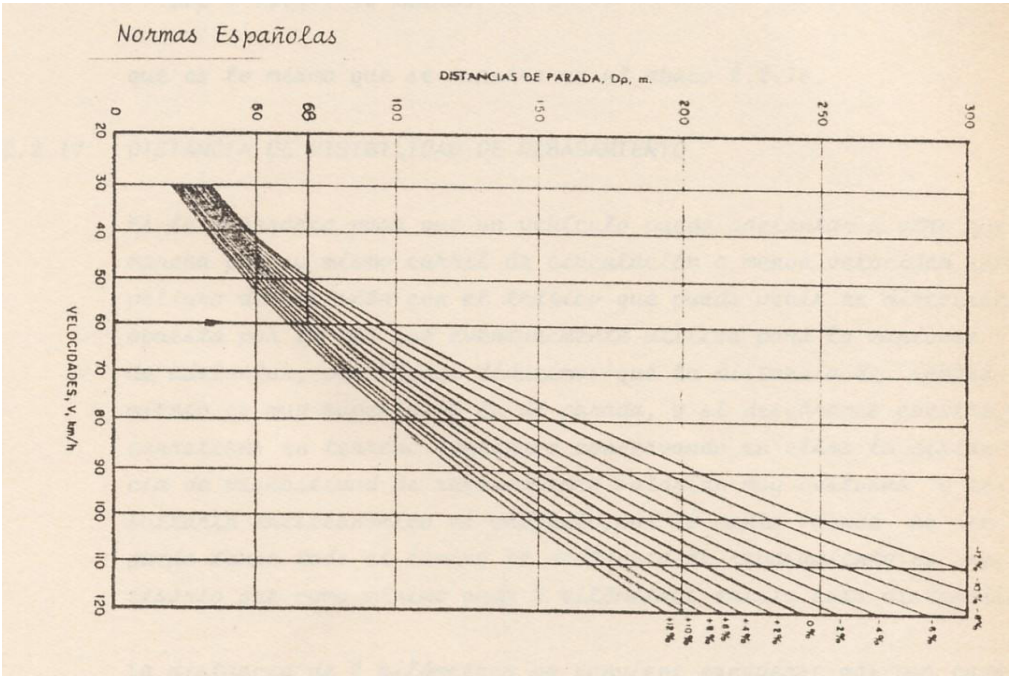
y tabuladas en el siguiente cuadro:

Tabla 1.10

EFECTO DE LA GRADIENTE EN LA DISTANCIA DE FRENAJE

Velocidad Km/hora		**Correcciones de Distancia de Frenaje (Metros)**					
		Reducción para Subidas			**Aumento para Bajadas**		
Diseño	**Circulación**	**+3%**	**+6%**	**+9%**	**-3%**	**-6%**	**-9%**
40	39			3	1	3	5
50	47		3	5	2	5	8
60	55	3	5	7	3	7	
70	63	4	7		5	10	
80	71	6	10		7	15	
90	79	8			8	19	
100	87	9			10		
110	95	11			14		
120	103	13			17		

En el ábaco siguiente se muestran las distancias de visibilidad de parada afectadas por las gradientes longitudinales



1.6.1.3. Distancia de Visibilidad de Rebasamiento

Es la necesaria para que un vehículo pueda adelantar a otro que marcha por su mismo carril de circulación a menor velocidad sin peligro de colisión con el tráfico que pueda venir en dirección opuesta por la vía que eventualmente utiliza para la maniobra de adelantar, por lógica deducimos que la distancia de rebasamiento es muy superior a la de parada, y si deseáramos construir carreteras en terrenos montañosos conservando en ellas la distancia de visibilidad de rebasamiento saldrían muy costosas y resultaría antieconómico el proyecto, por lo

tanto donde no se pueda tener todo el camino la distancia de rebasamiento es necesario que como mínimo cada 2 kilómetros exista esta distancia.

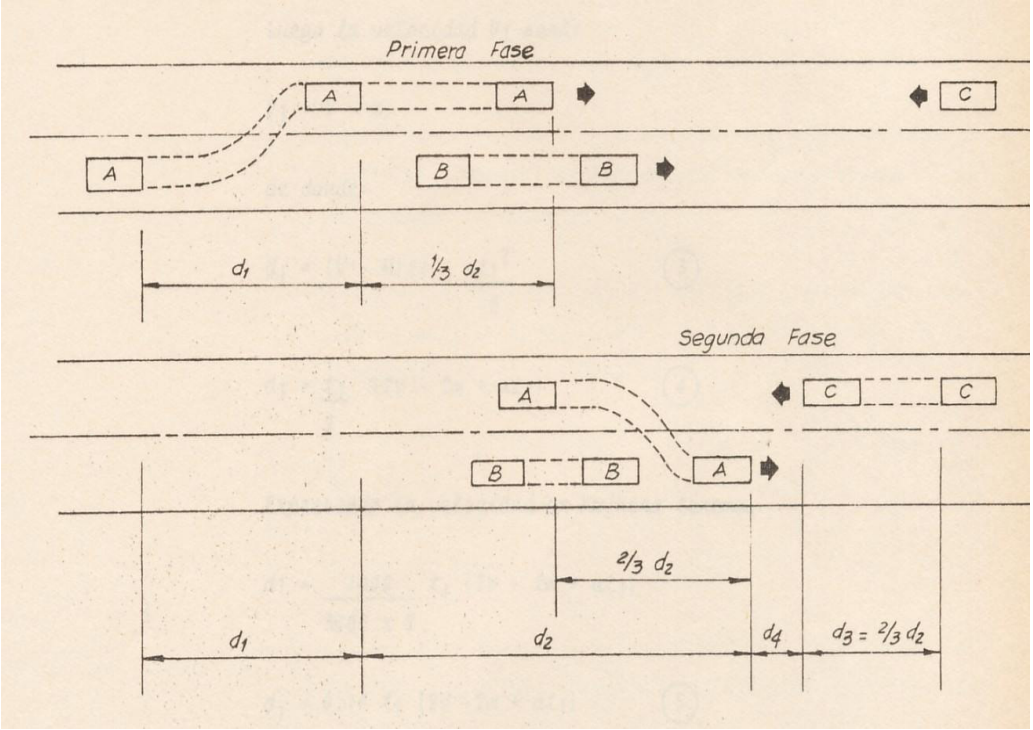
La distancia de 2 kilómetros no conviene excederse mas por cuanto la carretera puede volverse peligrosa debido a que los conductores se impacientan y tratan de rebasar donde no pueden hacerlo.

La determinación de la distancia mínima de rebasamiento se basa en las condiciones del tráfico, la forma como debe desarrollarse la maniobra de rebasamiento, etc. La AASHO hace las siguientes consideraciones:

1) El vehículo rebasado circula con velocidad uniforme.
2) El vehículo que debe pasar se ve obligado a marchar a la misma velocidad del vehículo que va adelante mientras llega al tramo que tiene la visibilidad de paso.
3) Cuando llega a la zona de rebasamiento, el conductor del vehículo rebasante debe darse cuenta de que en sentido contrario no venga ningún vehículo (tiempo de percepción) y comenzar la maniobra (reacción).
4) El vehículo rebasante acelera durante la maniobra y su velocidad promedio durante la ocupación del carril contrario es de 16 Km por hora mayor que la del vehículo rebasado.

5) Cuando el vehículo rebasante regresa a su propio carril (lado derecho) existe un espacio suficiente entre dicho vehículo y otro que viene en sentido contrario por el otro carril.

De acuerdo a lo enunciado anteriormente la distancia mínima de visibilidad de rebasamiento se compone de la suma de las distancias parciales indicadas para las maniobras como se puede apreciar en el gráfico siguiente:



La AASHO en estudios e investigaciones realizadas ha determinado parámetros de diseño que permiten obtener longitudes mínimas de rebasamiento.

Para la realización de estas pruebas se han considerado grupo de velocidades que varían entre 48 y 64, 64 y 80, 80 y 96, 96 y 112 kilómetros por hora con promedios de velocidades de 56, 70, 84 y 99 kilómetros por hora.

Tabla 1.11

DISTANCIA DE VISIBILIDAD PARA EL REBASAMIENTO DE UN VEHICULO

VELOCIDAD DE DISEÑO K.P.H.	VELOCIDAD DE CIRCULACION ASUMIDA K.P.H.	VELOCIDAD DEL VEHICULO REBASANTE K.P.H.	MINIMA DISTANCIA DE VISIBILIDAD PARA REBASAMINETO (METROS)	
			CALCULADA	REDONDEADA
40	35	51	268	270
50	43	59	345	345
60	50	66	412	415
70	58	74	488	490
80	66	82	563	565
90	73	89	631	640
100	79	95	688	690
110	87	103	764	830

En función de la clase de carretera y la calidad de terreno el M.O.P. recomienda los siguientes valores de diseño.

Tabla 1.12

VALORES DE DISEÑO DE LAS DISTANCIAS DE VISIBILIDAD MINIMAS PARA EL REBASAMIENTO DE UN VEHICULO

Clase de Carretera	Valor Recomendable (metros)			Valor Absoluto		
	LL	O	M	LL	O	M
I de 3000 a 8000 TPDA	830	690	565	690	565	490
II de 1000 a 3000 TPDA	830	690	565	690	565	415
III de 300 a 1000 TPDA	690	565	415	640	490	345
IV de 100 a 300 TPDA	640	490	415	565	415	270
V menos de 100 TPDA	490	415	345	345	270	270

1.6.2. Alineamiento Vertical

En el diseño de una carretera, el alineamiento vertical es tan importante como el alineamiento horizontal ya que de él depende el mayor porcentaje del costo de construcción. En vista de esto es necesario realizar un diseño vertical balanceado en concordancia con el diseño horizontal, adaptándolo en lo posible a la topografía del terreno y que permita facilidad de operación a los usuarios.

Las condiciones específicas determinan que un vehículo puede salvar las pendientes máximas sin maniobras o reducción excesiva de su velocidad, en especial para vehículos pesados; pero también se debe tener en cuenta que el trazado de pendientes máximas y curvas de radios mínimos más económicos de construcción, no será el más

conveniente de explotación, ya que la economía de la construcción habrá impuesto valores reducidos de velocidad de circulación, y el costo de operación de los automotores es incrementado.

El perfil vertical debe ser analizado en forma explícita y tomar en cuenta todos los parámetros de diseño para que tenga buenas características de funcionalidad.

1.6.2.1. Factores Determinantes en el Alineamiento Vertical

De acuerdo a las normas para el trazado vertical de vías los factores principales que intervienen directamente en el diseño son: las gradientes (máximas y mínimas), curvas verticales (cóncavas y convexas), velocidad de circulación, distancias de visibilidad y además es un factor muy importante la calidad de suelo en el que se encuentra ubicado el proyecto.

1.6.2.2. Gradientes Longitudinales

Para seleccionar los gradientes de una carretera es necesario hacer algunas consideraciones ya que estos influyen sobre el costo del transporte, porque al aumentar los gradientes aumentan el tiempo de recorrido, el consumo de combustible y un mayor desgaste de llantas,

por otra parte con una gradiente muy forzada disminuye la velocidad y como consecuencia, el tráfico que la vía puede servir y se disminuye la capacidad de la misma.

Si consideramos una pendiente excesiva esto produce un aumento de tiempo de recorrido y podemos decir que virtualmente se aumenta la longitud.

Generalmente las pendientes a adoptarse dependen directamente de la topografía del terreno y deben tener valores bajos, a fin de permitir razonables velocidades de circulación y facilitar la operación de los vehículos.

En el cuadro siguiente se indican las pendientes medias máximas que deben de adoptarse de acuerdo a las velocidades de diseño que dependen del volumen de tráfico y condiciones topográficas.

Tabla 1.13

VALORES DE DISEÑO DE LAS GRADIENTES

LONGITUDINALES MAXIMAS

Clase de Carretera	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	LL	O	M	LL	O	M
I de 3000 a 8000 TPDA	3	4	6	3	5	7
II de 1000 a 3000 TPDA	3	4	6	4	6	8
III de 300 a 1000 TPDA	3	5	7	4	7	9
IV de 100 a 300 TPDA	4	6	8	6	8	10
V menos de 100 TPDA	4	6	8	6	8	12

En longitudes cortas se puede aumentar la gradiente en 1% en terrenos ondulados y montañosos, a fin de reducir los costos de construcción.

Las normas españolas recomiendan disminuir la pendiente en las curvas cuando los radios son inferiores a 150 metros; se suele disminuir la gradiente como mínimo 0.5% por cada 15 metros que el radio baje de 150 m.

También se puede emplear la fórmula siguiente:

$$c = \frac{38i}{R}$$

1.6.2.3. Gradientes Mínimas

La gradiente longitudinal mínima es de 0.5%, pudiéndose adoptar una gradiente de 0% para el caso de rellenos de más de 1 metro de altura y cuando el pavimento tiene una gradiente transversal para drenar lateralmente las aguas lluvias.

1.6.2.4. Longitud Crítica de Gradiente para el Diseño

La velocidad de circulación de un vehículo decrece cuando mayor es la pendiente y aumenta el tiempo de recorrido en la relación de peso (Kg.) / potencia (HP), debido a esto es necesario dar una longitud determinada a una carretera con cierta pendiente de tal manera que la

reducción de velocidad no sea significativa y no produzca interferencia en el tráfico. A esta distancia que regula la disminución de velocidad se la denomina longitud crítica de gradiente.

Para una gradiente dada y con volúmenes de trafico considerables, longitudes menores que la crítica favorecen una operación aceptable, cuando se tienen longitudes mayores que la crítica y con bastante tráfico es necesario hacer correcciones en el diseño, ya sea cambiando la localización o añadiendo carriles adicionales.

Para determinar carriles adicionales en carreteras además de los datos de longitud crítica de gradiente, se necesita conocer el volumen de tráfico en relación con la capacidad de la carretera.

1.6.3. Curvas Verticales

La unión de las líneas rectas que en el perfil representan las pendientes y si el ángulo que forman excede cierto valor, es preciso unirlas mediante curvas verticales, que cumplan determinadas condiciones mínimas como: la estabilidad de la marcha, lograr que el cambio de pendiente no produzca al viajero una sensación desagradable, y cuando su ángulo alcanza cierto valor.

La visibilidad en curvas verticales debe ser tomada de tal forma que un vehículo pueda detenerse antes de llegar a un obstáculo fijo colocado

en su vía de circulación. Debido a esto para mantener una estabilidad en la marcha exige un ángulo a partir del cual es necesaria la curva.

De acuerdo a la práctica americana se debe diseñar curvas verticales para diferencias de pendientes superiores al 0.5%.

La curva vertical teóricamente preferida en el diseño de un perfil es la parábola simple, ya que la variación de la inclinación de la tangente es constante y difieren en muy poco con las curvas circulares debido a que el ángulo entre pendientes es muy pequeño y ésta es tangente a las 2 rasantes en los mismos puntos de la parábola, además el replanteo de las curvas circulares es más fácil en el caso de las parábolas. Se adopta el eje de al parábola centrado en el PIV (punto de inflexión vertical). Los elementos de la curva vertical tales como PCV (punto curvatura vertical) y PTV (punto de tangencia vertical), se los puede determinar de la siguiente manera:

$$PCV = PIV - \frac{L}{2}$$

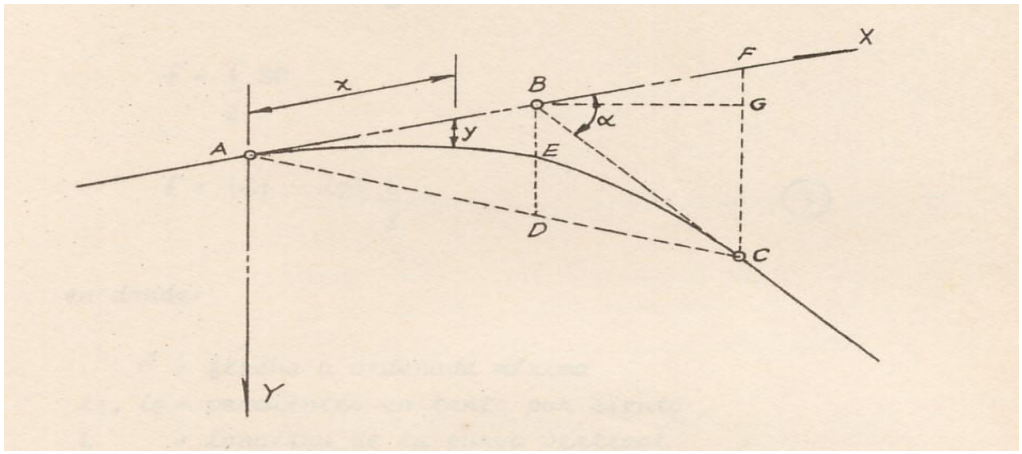
$$PTV = PCV + L$$

en donde:

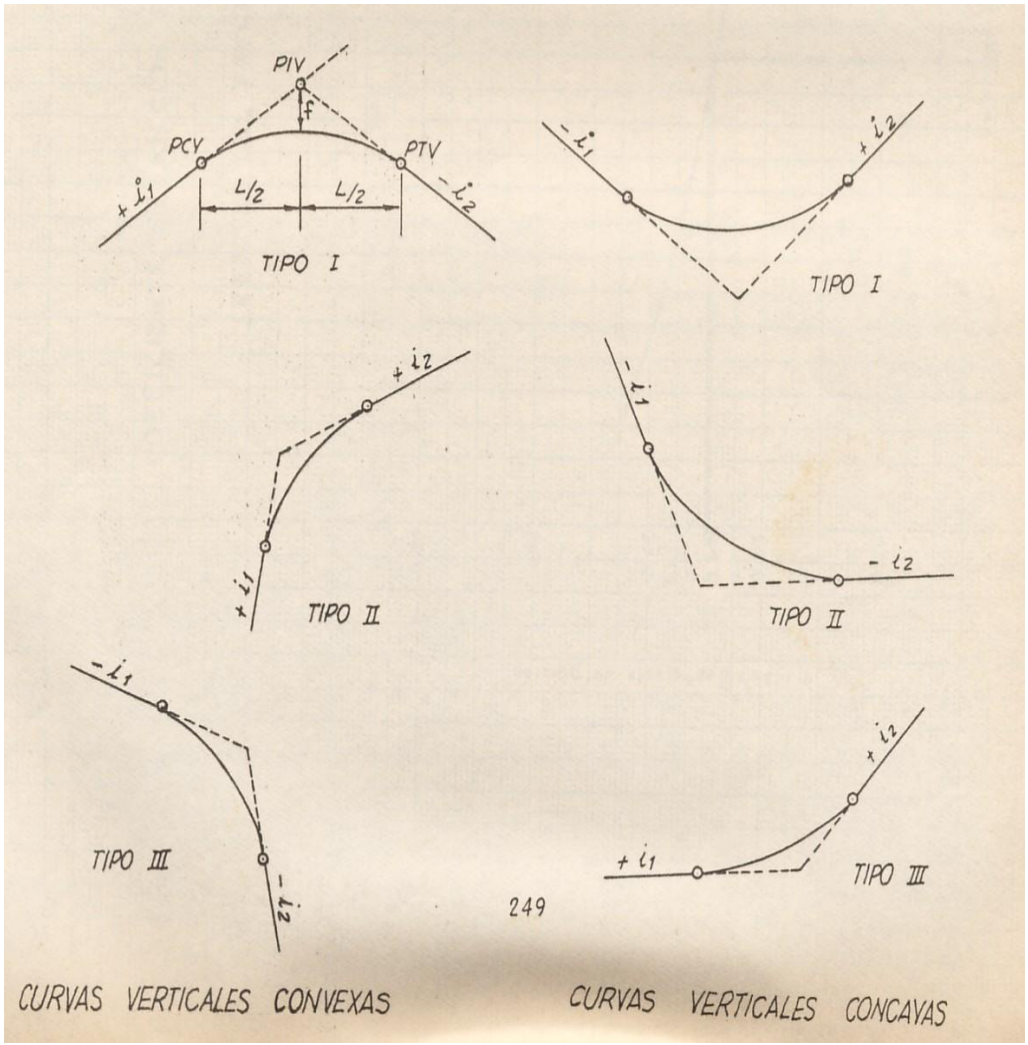
L = longitud de la curva vertical

La determinación de los puntos de la curva podemos hacerlo utilizando la ecuación de la parábola, referida a una tangente como eje de las x y a una parábola a su eje, como ejes de las y, de donde:

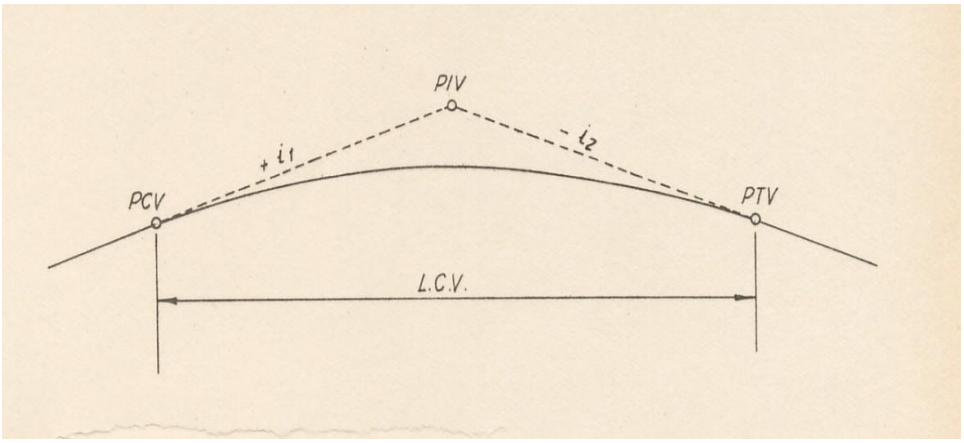
$$y = kx^2$$



Las curvas verticales pueden ser de cualquiera de los tipos siguientes:



1.6.3.1. Curvas Verticales Convexas



En el cálculo de curvas verticales convexas se presentan dos casos en función de la distancia de visibilidad de parada.

a) Cuando la distancia de visibilidad de parada es menor que la longitud de la curva y el vehículo y obstáculo se encuentran simultáneamente en tramo curvo.
b) Cuando la distancia de visibilidad de parada es mayor que la longitud de la curva y el vehículo y obstáculo se encuentran en las alineaciones rectas.

Generalmente para los dos casos se utiliza la misma fórmula de cálculo ya que la diferencia es mínima.

Según lo expresado anteriormente la longitud mínima de las curvas verticales se determina en función de la distancia de visibilidad para parada de un vehículo, considerando una altura del ojo del conductor de 1.15 metros y una altura del objeto que se divisa sobre la carretera igual a 0.15 metros.

La expresión para calcular la longitud de curva es la siguiente:

$$L = \frac{AS^2}{426} \qquad cuando\, S < L$$

en donde:

L = longitud de curva vertical, expresada en metros

A = diferencia algebraica de las gradientes, expresada en porcentaje

S = Distancia de visibilidad para parada de un vehículo, expresada en metros

La longitud de una curva vertical convexa puede calcularse con la siguiente expresión:

$$L = KA$$

$$K = \frac{L}{A}$$

La relación L/A expresa la longitud de la curva en metros por cada tanto por ciento de la diferencia algebraica de gradientes, se designa la letra K. Por consiguiente K es una medida de la curvatura de la parábola.

Tabla 1.14

VALORES DE DISEÑO DEL COEFICIENTE K EN FUNCION DE LA VELOCIDAD DE DISEÑO

Velocidad de Diseño KPH	Distancia de Visibilidad para Parada S (metros)	Coeficiente $K = \frac{S^2}{426}$	
		Calculado	Redondeado
40	45	4.7	5
50	60	8.4	8
60	75	13.2	13
70	90	19	19
80	110	28.4	28
90	140	46.0	46
100	160	60.0	60
110	190	84.7	85
120	210	103.5	105

Tabla 1.15

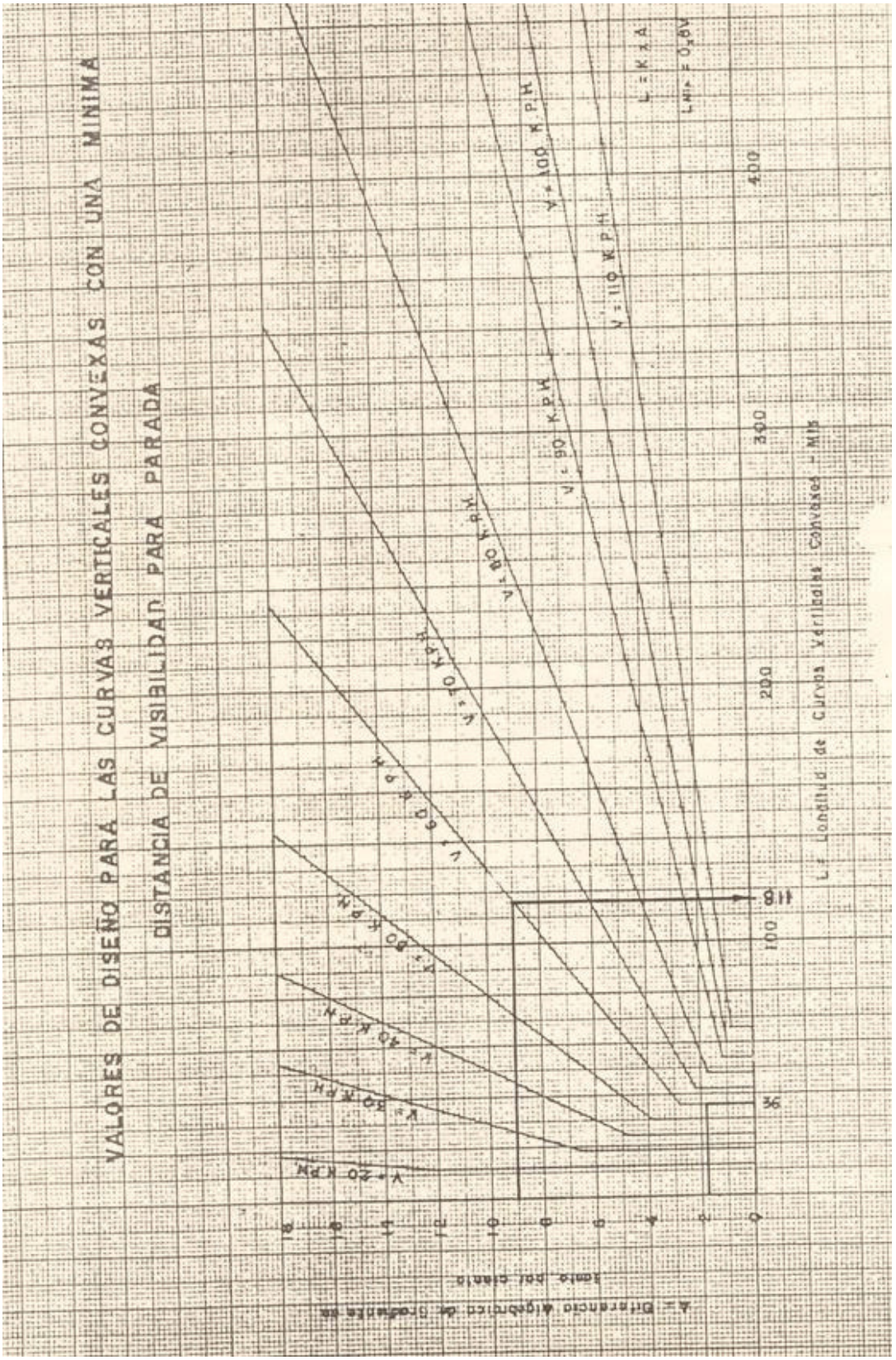
VALORES DE DISEÑO DEL COEFICIENTE K PARA LA DETERMINACION DE LA LONGITUD DE CURVAS VERTICALES MINIMAS CONVEXAS

Clase de Carretera	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	LL	O	M	LL	O	M
R-I o R-II más de 8000 TPDA	105	85	46	85	46	28
I de 3000 a 8000 TPDA	85	60	28	60	28	19
II de 1000 a 3000 TPDA	85	60	28	60	28	13
III de 300 a 1000 TPDA	60	28	13	46	19	8
IV de 100 a 300 TPDA	46	19	13	28	13	5
V menos de 100 TPDA	19	13	8	8	5	5

La longitud mínima absoluta de las curvas verticales convexas expresada en metros, se indica por la siguiente fórmula:

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

V = Velocidad de diseño, expresada en km por hora.

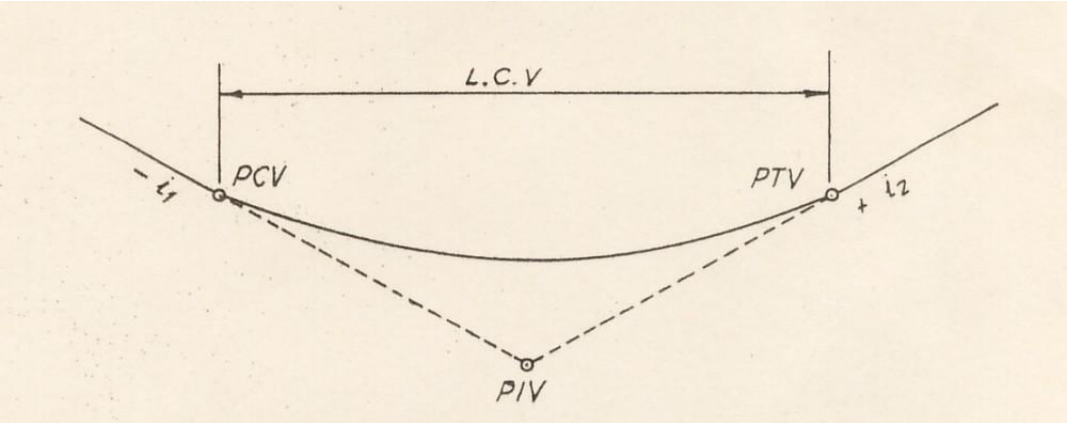

VALORES DE DISEÑO PARA LAS CURVAS VERTICALES CONVEXAS CON UNA MINIMA
DISTANCIA DE VISIBILIDAD PARA PARADA
V = 40 K.P.H
V = 50 K.P.H
V = 60 K.P.H
V = 70 K.P.H
V = 80 K.P.H
V = 90 K.P.H
V = 100 K.P.H
V = 110 K.P.H
L = K x A
Lmin = 0,6V
L= Longitud de Curvas Verticales Convexas - Mts
100
200
300
400
110
36
Escala por cientos
Escala por cientos

1.6.3.2. Curvas Verticales Cóncavas

En el diseño de curvas verticales se debe tener en cuenta como factor principal la visibilidad y en el caso de curvas verticales cóncavas no hay problemas de visibilidad durante el día, pero es preciso que la curva tenga la abertura o longitud suficiente para asegurar la estabilidad de la marcha. De noche el problema es diferente y se debe dar una longitud de curva de tal forma que los rayos de luz de los faros del vehículo puedan alumbrar como mínimo una longitud igual a la distancia de visibilidad de parada de un vehículo. La siguiente fórmula indica la relación entre la longitud de curva, la diferencia algebraica de gradientes y la distancia de visibilidad de parada.

$$L = \frac{AS^2}{122 + 3.5S} \qquad \text{cuando S < L}$$

Para la fórmula anterior se supone que la altura de los faros de un vehículo está a 60 centímetros y un grado (1°) de divergencia hacia arriba de los rayos de luz con respecto al eje longitudinal del vehículo.



La longitud de una curva vertical cóncava también se la puede obtener de la siguiente fórmula:

$$L = K \times A$$

Tabla 1.16

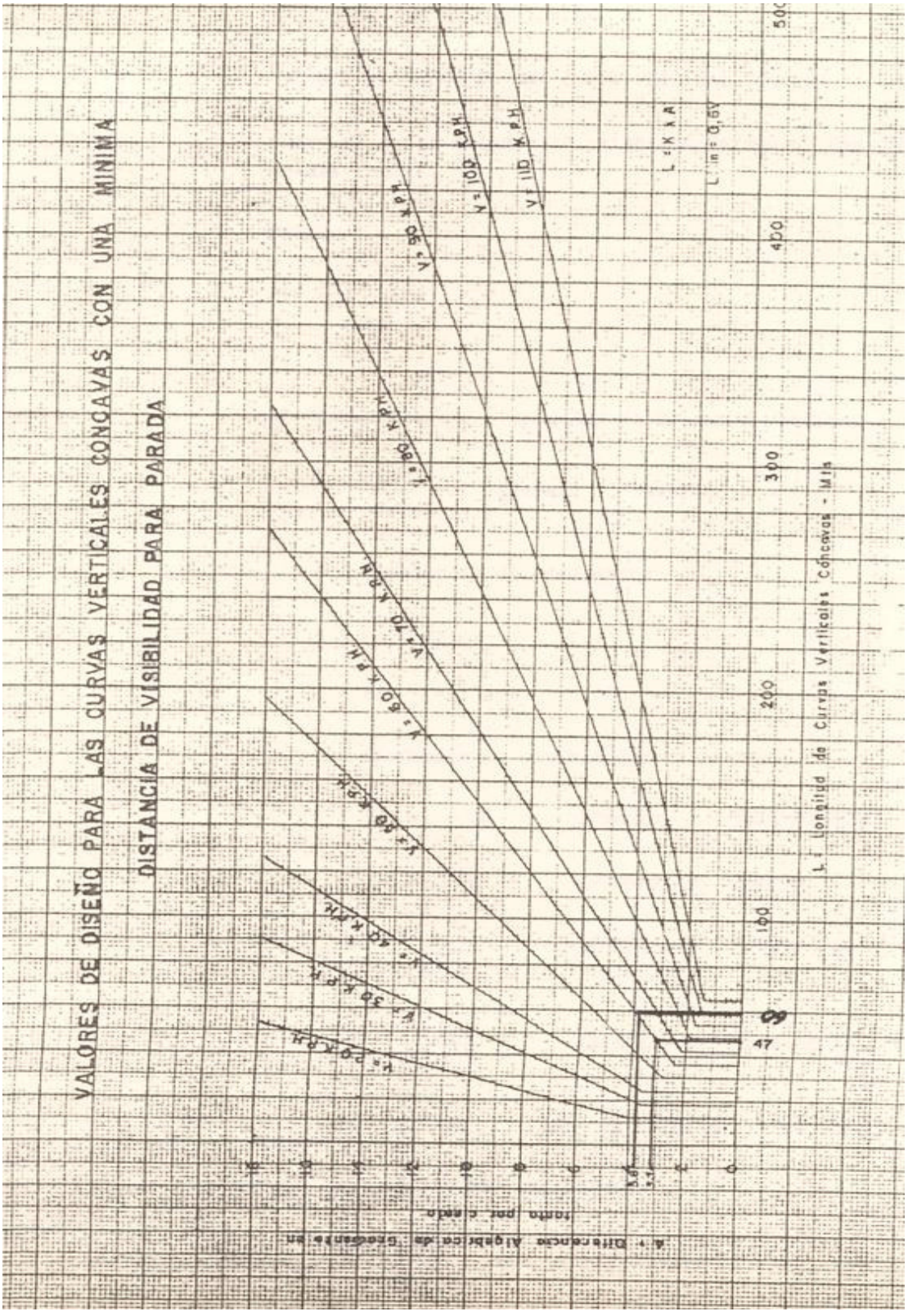
VALORES DE DISEÑO DEL COEFICIENTE K EN FUNCION DE LA VELOCIDAD DE DISEÑO

Velocidad de Diseño KPH	Distancia de Visibilidad para Parada S (metros)	Coeficiente $K = \frac{S^2}{122+3.5S}$	
		Calculado	Redondeado
40	45	7.2	7
50	60	10.8	11
60	75	14.6	15
70	90	18.5	18
80	110	23.8	24
90	140	32.0	32
100	160	37.5	38
110	190	45.9	46
120	210	51.4	52

Tabla 1.17

VALORES DE DISEÑO DEL COEFICIENTE K PARA LA DETERMINACION DE CURVAS VERTICALES CONCAVAS MINIMAS

Clase de Carretera	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	LL	O	M	LL	O	M
R-I o R-II más de 8000 TPDA	52	46	32	46	32	24
I de 3000 a 8000 TPDA	46	38	24	38	24	18
II de 1000 a 3000 TPDA	46	38	24	38	24	15
III de 300 a 1000 TPDA	38	24	15	32	18	11
IV de 100 a 300 TPDA	32	18	15	24	15	7
V menos de 100 TPDA	15	11	11	11	7	7


VALORES DE DISEÑO PARA LAS CURVAS VERTICALES CONCAVAS CON UNA MINIMA
DISTANCIA DE VISIBILIDAD PARA PARADA
V = 80 K.P.H.
V = 100 K.P.H.
V = 110 K.P.H.
L = K A
L min = 0,6 V
L = Longitud de Curvas Verticales Cóncavas - Mts.
A = Diferencia Algebraica de Gradientes en tanto por ciento
100
200
300
400
47

Cálculo de Curvas Verticales para la Av. Teodoro Alvarado Olea

CURVA # 1 CONVEXA

m1 = 1.4

m2 = -6.7

p = 1.4 – (-6.7) = 8.1

PIV = 0+575

f = 0.32

Vd = 80 Km/h

kconvexa = 28

$$S = 0.7 \times Vd + \frac{Vd^2}{254 \times f} = 0.7 \times 80 + \frac{80^2}{254 \times 0.32} = 137.578\,m$$

$$L1 = \frac{S^2 p}{426} = 360\,m$$

$L2 = k \times p = 28 \times 8.1 = 227\,m$ *k obtenido de tabla 1.14*

$L3 = Kvd \times p = 28 \times 8.1 = 227\,m$ *Kvd obtenido de tabla 1.15*

$L4 = 0.6 \times Vd = 0.6 \times 70 = 42\,m$

Lescogida = 227m, porque con el valor de L1 se intercalan las curvas.

PCV = 0+462

PTV = 0+689

CURVA # 2 CONCAVA

m1 = -6.7

m2 = 6.9

p = -6.7 – (6.9) =13.6

PIV = 0+875

f = 0.32

Vd = 80 Km/h

kconcava = 24

$$S = 0.7 \times Vd + \frac{Vd^2}{254 \times f} = 0.7 \times 80 + \frac{80^2}{254 \times 0.32} = 137.578\,m$$

$$L1 = \frac{S^2 p}{122 + 3.5S} = 427\,m$$

$L2 = k \times p = 24 \times 13.6 = 326\,m$ *k obtenido de tabla 1.16*

$L3 = Kvd \times p = 24 \times 13.6 = 326\,m$ *Kvd obtenido de tabla 1.16*

$L4 = 0.6 \times Vd = 0.6 \times 70 = 42\,m$

Lescogida = 326 m, porque con el valor de L1 se intercalan las curvas.

PCV = 0+712

PTV = 1+039

CURVA # 3 CONVEXA

m1 = 6.9

m2 = -4.7

p = 6.9 – (-4.7) = 11.6

PIV = 1+235

f = 0.32

Vd = 80 Km/h

kconvexa = 28

$$S = 0.7 \times Vd + \frac{Vd^2}{254 \times f} = 0.7 \times 80 + \frac{80^2}{254 \times 0.32} = 137.578\,m$$

$$L1 = \frac{S^2 p}{426} = 516\,m$$

$L2 = k \times p = 28 \times 11.6 = 325\,m$ *k obtenido de tabla 1.14*

$L3 = Kvd \times p = 28 \times 11.6 = 325\,m$ *Kvd obtenido de tabla 1.15*

$L4 = 0.6 \times Vd = 0.6 \times 70 = 42\,m$

Lescogida = 325 m, porque con el valor de L1 se intercalan las curvas.

PCV = 1+073

PTV = 1+398

CURVA # 4 CONCAVA

m1 = -4.7

m2 = 6.0

p = -4.7 – (6.0) =10.7

PIV = 1+715

f = 0.32

Vd = 80 Km/h

kconcava = 24

$$S = 0.7 \times Vd + \frac{Vd^2}{254 \times f} = 0.7 \times 80 + \frac{80^2}{254 \times 0.32} = 137.578\,m$$

$$L1 = \frac{S^2 p}{122 + 3.5S} = 336\,m$$

$L2 = k \times p = 24 \times 10.7 = 257\,m$ *k obtenido de tabla 1.16*

$L3 = Kvd \times p = 24 \times 10.7 = 257\,m$ *Kvd obtenido de tabla 1.17*

$L4 = 0.6 \times Vd = 0.6 \times 70 = 42\,m$

Lescogida = 257 m, porque con el valor de L1 se intercalan las curvas.

PCV = 1+587

PTV = 1+844

CURVA # 5 CONVEXA

m1 = 6.0

m2 = -6.9

p = 6.0 – (-6.9) = 12.9

PIV = 2+085

f = 0.32

Vd = 80 Km/h

kconvexa = 28

$$S = 0.7 \times Vd + \frac{Vd^2}{254 \times f} = 0.7 \times 80 + \frac{80^2}{254 \times 0.32} = 137.578\,m$$

$$L1 = \frac{S^2 p}{426} = 574\,m$$

$L2 = k \times p = 28 \times 12.9 = 361\,m$ *k obtenido de tabla 1.14*

$L3 = Kvd \times p = 28 \times 12.9 = 361\,m$ *Kvd obtenido de tabla 1.15*

$L4 = 0.6 \times Vd = 0.6 \times 70 = 42\,m$

Lescogida = 361m, porque con el valor de L1 se intercalan las curvas.

PCV = 1+904

PTV = 2+266

CURVA # 6 CONCAVA

m1 = -6.9

m2 = 0.9

p = -6.9 – (0.9) = 7.8

PIV = 2+385

f = 0.32

Vd = 80 Km/h

kconcava = 24

$$S = 0.7 \times Vd + \frac{Vd^2}{254 \times f} = 0.7 \times 80 + \frac{80^2}{254 \times 0.32} = 137.578\,m$$

$$L1 = \frac{S^2 p}{122 + 3.5S} = 245\,m$$

$L2 = k \times p = 24 \times 7.8 = 187\,m$ *k obtenido de tabla 1.16*

$L3 = Kvd \times p = 24 \times 7.8 = 187\,m$ *Kvd obtenido de tabla 1.17*

$L4 = 0.6 \times Vd = 0.6 \times 70 = 42\,m$

Lescogida = 187 m, porque con el valor de L1 se intercalan las curvas.

PCV = 2+291

PTV = 2+479

1.6.4. Recomendaciones Generales para el Diseño de un Perfil Longitudinal

a) Se deben evitar los perfiles con gradientes reversas, agudas y continuadas.
b) Deben evitarse perfiles que contengan dos curvas verticales de la misma dirección entrelazadas por medio de tangentes cortas.
c) En tramos largos cuesta arriba es preferible que las gradientes más fuertes estén colocadas al principio del perfil y luego se las suavice cerca de la cima.

1.6.5. Combinación del Proyecto Horizontal y Vertical

A continuación exponemos algunas recomendaciones que deben tomarse en cuenta para un buen diseño en conjunto tanto horizontal como vertical.

1) Las alineaciones deben ser lo suficientemente largas, unidas por curvas de radios tan largos como la economía de la obra lo permita y se adapten a la topografía del terreno.
2) Las alineaciones excesivamente largas no son recomendadas, resultan monótonas y peligrosas, el conductor se fatiga y aumenta el riesgo de accidentes.

3) Deben emplearse curvas largas con ángulos en el centro lo menos posible.
4) No deben emplearse curvas y contra curvas, por lo menos debe existir una distancia que permita la transición del peralte.
5) Deben evitarse tramos largos con puntos altos y bajos.
6) No deben colocarse curvas horizontales en los puntos altos del perfil.
7) Las curvas son más peligrosas en terraplén que en corte.
8) En carreteras de dos carriles, la necesidad de dotarlas de tramos de rebasamiento de vehículos a intervalos frecuentes, prevalece sobre la conveniencia de la composición de los alineamientos horizontal y vertical.
9) En las intersecciones de carreteras no se debe diseñar curvas horizontales o verticales, si fuera imprescindible estudiar con mucho cuidado la visibilidad para las diferentes maniobras.

1.7. Movimientos de Tierras

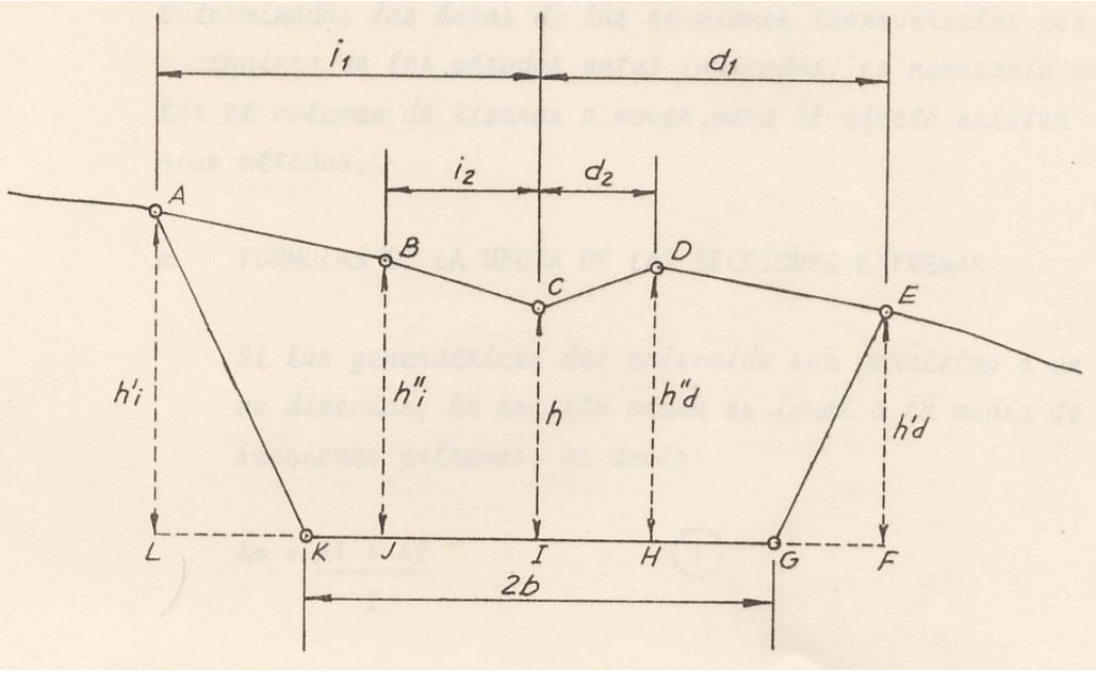
1.7.1. Cálculos de Áreas

Definidas las secciones transversales del terreno, generalmente dibujadas a la misma escala tanto horizontal, como vertical se procede a

calcular el área de estos para luego determinar los volúmenes de tierra a moverse.

El cálculo de áreas puede hacerse de algunas maneras, a continuación explicaremos el método más común partiendo de los datos de las secciones transversales.

Se conocen las distancias d1, d2, i1, i2, del centro de la carretera hacia el lado derecho e izquierdo respectivamente, también se conocen las ordenadas h'd, h"d, h'i, h"i y el ancho de la carretera denominado 2b.



De la figura anterior se puede decir que:

ABCDEFGHIJK = ABJL + BCIJ + CDHI + DEFH – AKL – EFG

$$Area = \frac{h'i + h''i}{2}(i_1 - i_2) + \frac{h''i + h}{2}(i_2) + \frac{h + h''d}{2}(d_2) + \frac{h''d + h'd}{2}(d_2 - d_1)$$
$$- \frac{h'i}{2}(i_1 - b) - \frac{h'd}{2}(d_1 - b)$$

De esta misma ecuación ordenando los datos de la siguiente manera obtenemos el mismo resultado.

1.7.2. Cálculo de Volúmenes de Tierra a moverse

Determinadas las áreas de las secciones transversales por cualquier método, es necesario calcular el volumen de tierra a moverse, para el efecto existen varios métodos.

a) Formulas de la Media de las Secciones Extremas.

Si las generatrices del prismoide son paralelas a un plano director, la sección media es igual a la media de las secciones extremas, es decir:

$$Am = \frac{A_1 + A_2}{2}$$

y el volumen del prismoide vale

$$V = \frac{d}{6}\left(A_1 + A_2 + 4Am\right)$$

$$V = \frac{d}{6}\left(A_1 + A_2 + 2A_1 + 2A_2\right)$$

$$V = \frac{d}{6}\left(3A_1 + 3A_2\right)$$

$$V = \frac{d}{2}\left(A_1 + A_2\right)$$

en donde:

V = Volumen expresado en m^3

d = Distancia entre secciones transversales consecutivas expresadas en metros.

$A_1 + A_2$ = Áreas de las secciones transversales, expresadas en m^2

Como se puede apreciar esta formula será más exacta, a medida que A_1 y A_2 tiendan a ser iguales.

Cuando una de las dos secciones tiende a cero, el volumen se puede calcular como si fuera una pirámide, o sea:

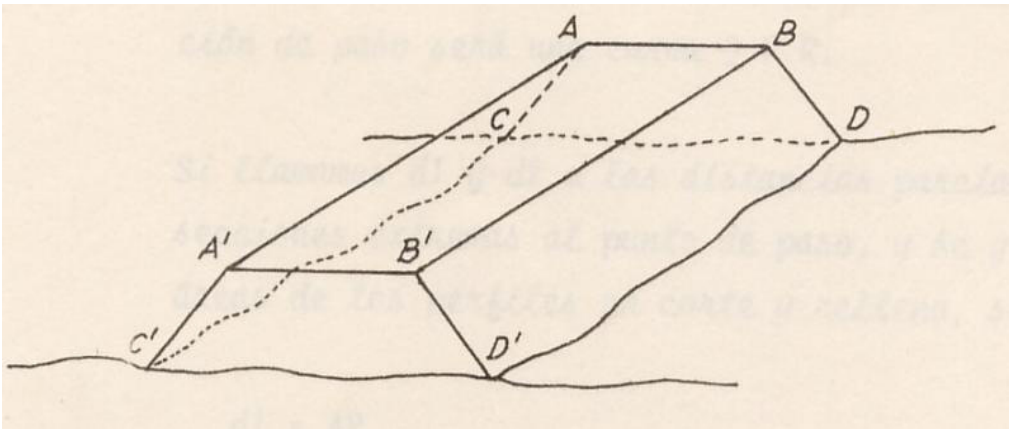
$$V = \frac{d}{6} Axd$$

b) Formula del Prismoide

La sección del sólido del camino entre dos perfiles transversales, se asimila a un prismoide, sólido limitado por dos caras planas y paralelas, de forma cualquiera, llamadas bases y por una superficie reglada engendrada por una recta que se apoya en ambos.

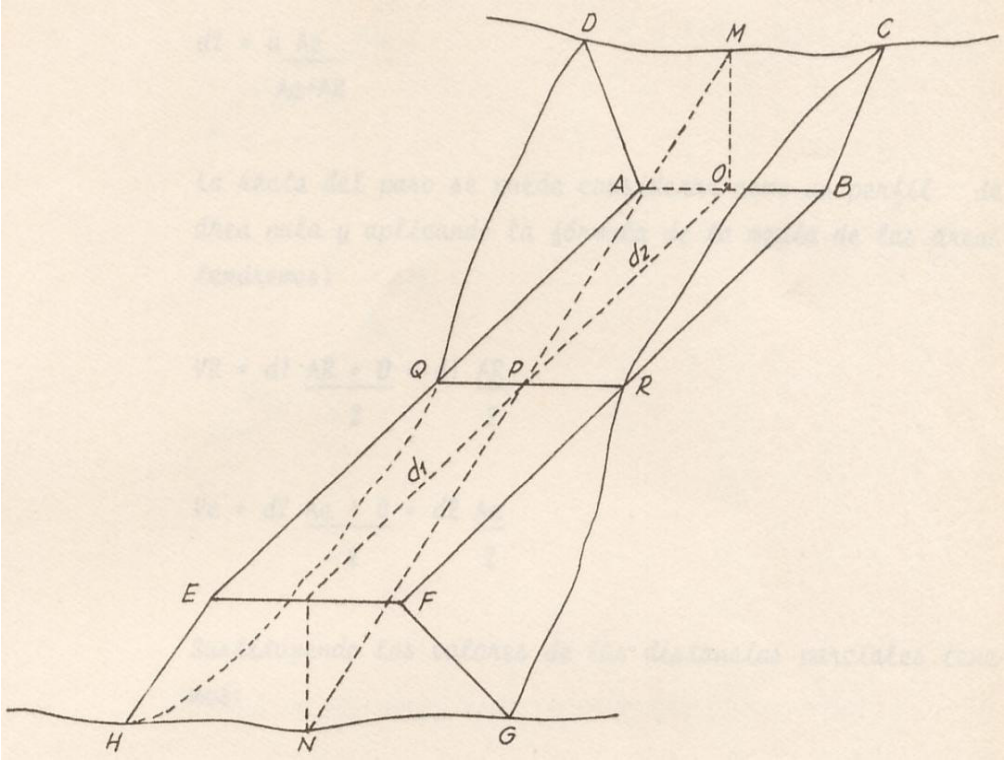
El volumen del prismoide viene dado por la formula:

$$V = \frac{d}{6}\left(A_1 + A_2 + 4Am\right)$$



c) Volumen entre dos Perfiles uno en Corte y otro Relleno

En el caso en que los perfiles consecutivos que se consideran sea uno en corte y otro en relleno, el sólido que se forma se llama sólido de paso.



Sean las secciones transversales extremas A B C D y E F G H, suponiendo que el terreno esté formado por una superficie reglada, engendrada por rectas paralelas a un plano vertical que pasa por el eje del camino y que tiene por directrices las dos curvas D M C y H N G, intersección de las secciones extremas con el terreno, la sección de paso será una curva Q P R.

Si llamamos d_1 y d_2 a las distancias parciales desde las secciones extremas al punto de paso, y Ac y AR a las áreas de los perfiles en corte y relleno, se tendrá:

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{AR}{Ac}$$

$$d_1 + d_2 = d$$

de donde:

$$d_1 = d\,\frac{AR}{Ac + AR} \qquad d_2 = d\,\frac{Ac}{Ac + AR}$$

La recta del paso se puede considerar como un perfil de área nula y aplicando la fórmula de la media de las áreas tendremos:

$$VR = d_1\,\frac{AR + 0}{2} = d_1\,\frac{AR}{2} \qquad Vc = d_2\,\frac{Ac + 0}{2} = d_2\,\frac{Ac}{2}$$

Sustituyendo los valores de las distancias parciales tenemos:

$$VR = \frac{AR}{AR + Ac}\,d\,\frac{AR}{2} \qquad VR = \frac{d}{2} \times \frac{AR^2}{AR + Ac}$$

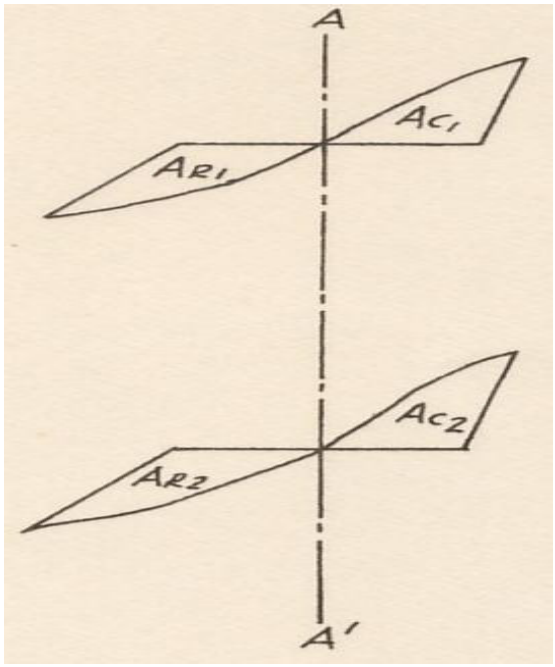
$$VR = \frac{AR^2}{AR + Ac} \times \frac{d}{2} \qquad Vc = d\,\frac{Ac}{Ac + AR} \times \frac{Ac}{2}$$

$$Vc = \frac{d}{2} \times \frac{Ac^2}{Ac + AR}$$

d) Cuando los dos Perfiles considerados sean Perfiles Mixtos de Corte y Relleno

Si los puntos de paso de las dos secciones están en una recta paralela al eje del camino, los volúmenes respectivos de corte y relleno serán:

$$Vc = \frac{Ac_1 + Ac_2}{2} d \qquad VR = \frac{AR_1 + AR_2}{2} d$$



1.7.3. Cálculo de Volúmenes para la Compensación de Tierras

Las áreas se calcularon a partir de las secciones transversales, las cotas de diseño y la sección transversal. Obtenidas las áreas calculamos los volúmenes correspondientes siguiendo las normas y fórmulas que se describieron anteriormente.

Movimiento de Tierra.

Estación	AREA		Distancia	Factor Abundancia	Volumenes		Ordenada
	Corte	Relleno			Corte	Relleno	Curva de masa
0+000	4,26	-0,24	0,00	1,11	0,00	0,00	10.000,00
0+020	9,70	0,00	20,00	1,11	154,96	-2,40	10.152,56
0+040	9,44	0,00	20,00	1,11	212,45	0,00	10.365,01
0+060	11,43	0,00	20,00	1,11	231,66	0,00	10.596,67
0+080	14,38	0,00	20,00	1,11	286,49	0,00	10.883,16
0+100	20,48	0,00	20,00	1,11	386,95	0,00	11.270,10
0+120	25,67	0,00	20,00	1,11	512,27	0,00	11.782,37
0+140	30,14	0,00	20,00	1,11	619,49	0,00	12.401,86
0+160	32,72	0,00	20,00	1,11	697,75	0,00	13.099,61
0+180	30,69	0,00	20,00	1,11	703,85	0,00	13.803,46
0+200	26,47	0,00	20,00	1,11	634,48	0,00	14.437,93
0+220	26,93	0,00	20,00	1,11	592,74	0,00	15.030,67
0+240	24,85	0,00	20,00	1,11	574,76	0,00	15.605,43
0+260	23,55	0,00	20,00	1,11	537,24	0,00	16.142,67
0+280	23,96	0,00	20,00	1,11	527,36	0,00	16.670,03
0+300	20,26	0,00	20,00	1,11	490,84	0,00	17.160,87
0+320	15,21	0,00	20,00	1,11	393,72	0,00	17.554,59
0+340	10,76	0,00	20,00	1,11	288,27	0,00	17.842,86
0+360	7,01	0,00	20,00	1,11	197,25	0,00	18.040,11
0+380	3,62	-0,07	20,00	1,11	117,99	-0,70	18.157,40
0+400	1,10	-0,88	20,00	1,11	52,39	-9,50	18.200,29
0+420	0,32	-4,27	20,00	1,11	15,76	-51,50	18.164,55
0+440	0,00	-10,06	20,00	1,11	3,55	-143,30	18.024,80
0+460	0,00	-16,00	20,00	1,11	0,00	-260,60	17.764,20
0+480	0,00	-21,58	20,00	1,11	0,00	-375,80	17.388,40
0+500	0,00	-21,39	20,00	1,11	0,00	-429,70	16.958,70
0+520	0,15	-7,68	20,00	1,11	1,67	-290,70	16.669,67
0+540	9,37	0,00	20,00	1,11	105,67	-76,80	16.698,54
0+560	16,64	0,00	20,00	1,11	288,71	0,00	16.987,25
0+580	14,21	0,00	20,00	1,11	342,44	0,00	17.329,69
0+600	10,80	-0,52	20,00	1,11	277,61	-5,20	17.602,10
0+620	0,00	-20,80	20,00	1,11	119,88	-213,20	17.508,78
0+640	0,00	-46,00	20,00	1,11	0,00	-668,00	16.840,78
0+660	0,03	-58,84	20,00	1,11	0,33	-1.048,40	15.792,71
0+680	0,34	-69,18	20,00	1,11	4,11	-1.280,20	14.516,62
0+700	1,04	-73,48	20,00	1,11	15,32	-1.426,60	13.105,34
0+720	2,11	-74,52	20,00	1,11	34,97	-1.480,00	11.660,30
0+740	3,39	-67,84	20,00	1,11	61,05	-1.423,60	10.297,75
0+760	4,75	-58,68	20,00	1,11	90,35	-1.265,20	9.122,90
0+780	6,10	-52,15	20,00	1,11	120,44	-1.108,30	8.135,04
0+800	7,43	-47,41	20,00	1,11	150,18	-995,60	7.289,62
0+820	8,55	-45,21	20,00	1,11	177,38	-926,20	6.540,80
0+840	9,43	-45,08	20,00	1,11	199,58	-902,90	5.837,48
0+860	10,03	-35,49	20,00	1,11	216,01	-805,70	5.247,78
0+880	10,33	-36,73	20,00	1,11	226,00	-722,20	4.751,58
0+900	10,30	-31,66	20,00	1,11	228,99	-683,90	4.296,67
0+920	10,02	-27,90	20,00	1,11	225,55	-595,60	3.926,63
0+940	9,61	-27,12	20,00	1,11	217,89	-550,20	3.594,32
0+960	8,96	-29,44	20,00	1,11	206,13	-565,60	3.234,85
0+980	8,06	-33,28	20,00	1,11	188,92	-627,20	2.796,57
1+000	6,93	-36,70	20,00	1,11	166,39	-699,80	2.263,16
1+020	5,62	-39,89	20,00	1,11	139,31	-765,90	1.636,56
1+040	4,15	-45,19	20,00	1,11	108,45	-850,80	894,21
1+060	2,84	-51,08	20,00	1,11	77,59	-962,70	9,10
1+080	1,78	-53,56	20,00	1,11	51,28	-1.046,40	-986,02
1+100	1,19	-54,91	20,00	1,11	32,97	-1.084,70	-2.037,75
1+120	0,91	-59,11	20,00	1,11	23,31	-1.140,20	-3.154,64
1+140	0,96	-44,71	20,00	1,11	20,76	-1.038,20	-4.172,09
1+160	2,24	-26,69	20,00	1,11	35,52	-714,00	-4.850,57
1+180	8,30	-9,30	20,00	1,11	116,99	-359,90	-5.093,47
1+200	39,61	-5,90	20,00	1,11	531,80	-152,00	-4.713,67
1+220	58,17	-5,57	20,00	1,11	1.085,36	-114,70	-3.743,01
1+240	57,66	-5,06	20,00	1,11	1.285,71	-106,30	-2.563,60

Estación	AREA		Distancia	Factor Abundancia	Volumenes		Ordenada
	Corte	Relleno			Corte	Relleno	Curva de masa
1+260	51,81	-4,42	20,00	1,11	1.215,12	-94,80	-1.443,28
1+280	30,27	-4,79	20,00	1,11	911,09	-92,10	-624,30
1+300	15,24	-10,16	20,00	1,11	505,16	-149,50	-268,63
1+320	12,44	-15,76	20,00	1,11	307,25	-259,20	-220,59
1+340	11,44	-23,16	20,00	1,11	265,07	-389,20	-344,72
1+360	1,31	-33,88	20,00	1,11	141,53	-570,40	-773,59
1+380	0,00	-47,19	20,00	1,11	14,54	-810,70	-1.569,75
1+400	0,00	-56,41	20,00	1,11	0,00	-1.036,00	-2.605,75
1+420	0,00	-56,57	20,00	1,11	0,00	-1.129,80	-3.735,55
1+440	0,00	-54,77	20,00	1,11	0,00	-1.113,40	-4.848,95
1+460	0,00	-58,72	20,00	1,11	0,00	-1.134,90	-5.983,85
1+480	0,00	-62,53	20,00	1,11	0,00	-1.212,50	-7.196,35
1+500	0,00	-44,16	20,00	1,11	0,00	-1.066,90	-8.263,25
1+520	0,04	-19,34	20,00	1,11	0,44	-635,00	-8.897,81
1+540	24,54	-2,00	20,00	1,11	272,84	-213,40	-8.838,37
1+560	60,20	-0,65	20,00	1,11	940,61	-26,50	-7.924,26
1+580	90,36	-0,04	20,00	1,11	1.671,22	-6,90	-6.259,94
1+600	105,25	0,00	20,00	1,11	2.171,27	-0,40	-4.089,07
1+620	97,42	0,00	20,00	1,11	2.249,64	0,00	-1.839,43
1+640	73,23	0,00	20,00	1,11	1.894,22	0,00	54,78
1+660	39,43	0,00	20,00	1,11	1.250,53	0,00	1.305,31
1+680	8,09	-6,94	20,00	1,11	527,47	-69,40	1.763,38
1+700	0,03	-22,12	20,00	1,11	90,13	-290,60	1.562,91
1+720	0,00	-42,84	20,00	1,11	0,33	-649,60	913,65
1+740	0,00	-54,74	20,00	1,11	0,00	-975,80	-62,15
1+760	0,00	-63,33	20,00	1,11	0,00	-1.180,70	-1.242,85
1+780	0,00	-69,54	20,00	1,11	0,00	-1.328,70	-2.571,55
1+800	0,00	-82,13	20,00	1,11	0,00	-1.516,70	-4.088,25
1+820	0,00	-62,03	20,00	1,11	0,00	-1.441,60	-5.529,85
1+840	0,00	-40,03	20,00	1,11	0,00	-1.020,60	-6.550,45
1+860	0,00	-19,64	20,00	1,11	0,00	-596,70	-7.147,15
1+880	3,10	-2,48	20,00	1,11	34,41	-221,20	-7.333,94
1+900	6,35	-1,13	20,00	1,11	104,90	-36,10	-7.265,15
1+920	4,99	-3,61	20,00	1,11	125,87	-47,40	-7.186,68
1+940	22,50	-3,11	20,00	1,11	305,14	-67,20	-6.948,74
1+960	41,11	-5,10	20,00	1,11	706,07	-82,10	-6.324,77
1+980	71,91	-6,76	20,00	1,11	1.254,52	-118,60	-5.188,84
2+000	61,31	-8,07	20,00	1,11	1.478,74	-148,30	-3.858,40
2+020	67,93	-9,06	20,00	1,11	1.434,56	-171,30	-2.595,14
2+040	66,64	-9,66	20,00	1,11	1.493,73	-187,20	-1.288,61
2+060	65,50	-9,83	20,00	1,11	1.466,75	-194,90	-16,76
2+080	64,23	-9,57	20,00	1,11	1.440,00	-194,00	1.229,25
2+100	65,09	-8,92	20,00	1,11	1.435,45	-184,90	2.479,80
2+120	68,60	-7,92	20,00	1,11	1.483,96	-168,40	3.795,36
2+140	71,65	-6,62	20,00	1,11	1.556,78	-145,40	5.206,73
2+160	73,29	-5,10	20,00	1,11	1.608,83	-117,20	6.698,37
2+180	79,07	-3,50	20,00	1,11	1.691,20	-86,00	8.303,56
2+200	81,73	-2,04	20,00	1,11	1.784,88	-55,40	10.033,04
2+220	83,68	-0,75	20,00	1,11	1.836,05	-27,90	11.841,19
2+240	73,53	-0,05	20,00	1,11	1.745,03	-8,00	13.578,23
2+260	54,84	0,00	20,00	1,11	1.424,91	-0,50	15.002,63
2+280	41,01	0,00	20,00	1,11	1.063,94	0,00	16.066,57
2+300	41,15	0,00	20,00	1,11	911,98	0,00	16.978,54
2+320	43,39	0,00	20,00	1,11	938,39	0,00	17.916,94
2+340	38,63	0,00	20,00	1,11	910,42	0,00	18.827,36
2+360	31,91	0,00	20,00	1,11	782,99	0,00	19.610,35
2+380	23,68	-0,42	20,00	1,11	617,05	-4,20	20.223,20
2+400	16,39	-1,77	20,00	1,11	444,78	-21,90	20.646,08
2+420	9,69	-2,12	20,00	1,11	289,49	-38,90	20.896,67
2+440	3,93	-3,84	20,00	1,11	151,18	-59,60	20.988,25
2+460	0,46	-6,36	20,00	1,11	48,73	-102,00	20.934,98
2+480	0,00	-27,33	20,00	1,11	5,11	-336,90	20.603,18
2+500	0,00	-41,76	20,00	1,11	0,00	-690,90	19.912,28

Estación	AREA		Distancia	Factor Abundancia	Volumenes		Ordenada
	Corte	Relleno			Corte	Relleno	Curva de masa
2+520	0,00	-44,83	20,00	1,11	0,00	-865,90	19.046,38
2+540	0,00	-56,82	20,00	1,11	0,00	-1.016,50	18.029,88
2+560	0,00	-34,97	20,00	1,11	0,00	-917,90	17.111,98
2+580	0,00	-35,41	20,00	1,11	0,00	-703,80	16.408,18
2+600	0,00	-33,68	20,00	1,11	0,00	-690,90	15.717,28
2+620	0,00	-35,61	20,00	1,11	0,00	-692,90	15.024,38
2+640	0,00	-36,28	20,00	1,11	0,00	-718,90	14.305,48
2+660	0,00	-34,98	20,00	1,11	0,00	-712,60	13.592,88
2+680	0,00	-31,29	20,00	1,11	0,00	-662,70	12.930,18
2+700	0,00	-14,18	20,00	1,11	0,00	-454,70	12.475,48
2+720	3,27	-0,46	20,00	1,11	36,30	-146,40	12.365,38

Volumen de Corte = 60.447,38 m^3
Volumen de Relleno = 58.081,00 m^3

1.7.4. Diagrama de Masas

El diagrama de masas es una curva cuyas ordenadas equivalen a los volúmenes acumulados de las terracerías correspondientes al cadenamiento, que representa las abscisas.

Es indispensable para el estudio económico de los movimientos del material, su sentido de acarreo, y la compensación longitudinal y transversal del proyecto.

Para calcular el volumen de relleno necesario en una carretera es necesario tener en cuenta los factores de abundamiento y entumecimiento del material de relleno.

1.7.5. Abundamiento de Tierras

Al excavarse un material de un corte y extraerse, aumenta su volumen: así un metro cúbico de terreno natural al excavarlo y extraerlo ocupa un volumen V_2, por lo tanto si se desea transportar un metro cúbico de terreno natural habrá que transportar un volumen V_2.

El Factor de Abundamiento empleado en el presente estudio es de 1.11

1.7.6. Entumecimiento de Tierras

Es el proceso contrario al abundamiento, un metro cúbico de tierra natural ocupa, convertido en terraplén, un volumen V_1. si se quiere formar un volumen V de terraplén habrá de excavar $\frac{V}{V_1}$

En consecuencia para un volumen V de terraplén debidamente compactado habrá de excavarse $\frac{V}{V_1}$ y de transportarse $\frac{V}{V_1} \times V_2$

en donde:

V = Volumen de terraplén requerido

V_1= Volumen de 1 m^3 compactado

V_2= Volumen de 1 m^3 excavado (suelto)

El valor de los coeficientes de conversión depende de diversas causas, como la naturaleza del terreno, cantidad de agua que pueda contener, grado de consolidación prevista para el compactado, etc.

1.7.7. Compensación de Tierras

La máxima economía de la obra exige que los costos de excavación y transporte de tierras sea un mínimo, si el volumen de corte fuera exactamente el necesario para los rellenos, lo más conveniente sería utilizar la tierra extraída de la obra en ella misma, siempre que las distancias de transporte resulten económicamente convenientes. Esta solución ideal no suele darse en la realidad, o sobran tierras que es necesario transportar a depósitos situados fuera del camino o faltan tierras, siendo necesario extraer de préstamos en zonas próximas al lugar donde ha de construirse el terraplén. Para el transporte del material es necesario tener en cuenta el acarreo y el sobre acarreo.

1.7.7.1. Acarreo Libre

Cuando se construye una carretera por contrato, se paga al contratista una cierta cantidad por acarrear el material de los cortes a los terraplenes. Pero debido a la forma como se emplea el equipo, hay

material que se considera debe moverse libre de pago, en una distancia que se llama “Acarreo Libre”.

Esta distancia varía según el criterio del proyectista y a la autoridad contratante. Los volúmenes comprendidos en la distancia de acarreo libre, se determinan en la curva de masas.

1.7.7.2. Sobre Acarreo

Todo material que se traslada de un corte o un préstamo a un terraplén, a distancia mayor que la de acarreo libre, se dice que es sobre acarreada; la distancia de sobre acarreo se obtiene restando el acarreo libre, a la distancia entre el centro de gravedad de la excavación (en corte o en préstamo) y el centro de gravedad del terraplén.

El sobre acarreo se medirá de acuerdo a las normas del MOP por m^3 kilómetros.

1.7.8. Cálculo del Diagrama de Masas

Para el cálculo del diagrama de masas se requiere del siguiente procedimiento:

a. Se proyecta la subrasante sobre el perfil del terreno correspondiente al proyecto definitivo.
b. Se determinan los espesores en corte o en relleno para cada estación.
c. Se dibujan las secciones transversales.
d. En las secciones transversales se dibuja la planta de la carretera (subrasante) con los taludes correspondientes.
e. Se calculan las áreas.
f. Se calculan los volúmenes.
g. Se suman los volúmenes considerando signo (+) a los cortes (-) a los rellenos.
h. Se dibuja la curva obtenida con los valores anteriores.

1.7.8.1. Utilización del Diagrama de Masas

Como la curva tiene por abscisas las estaciones del polígono (generalmente cada 20 metros), se dibuja de izquierda a derecha y como los volúmenes de corte aumentan el valor en las ordenadas, por tener signo (+), resulta que la curva crece (sube) de izquierda a derecha en los cortes, teniendo un máximo en el punto en que termina el corte, a partir de este punto decrece (baja) de izquierda a derecha ya que los volúmenes de los rellenos al sumar con signo (-) hacen disminuir el

valor de las ordenadas, que seguirá decreciendo hasta el punto donde termina el relleno y se inicia otro corte; la curva de masas sirve principalmente para compensar los volúmenes, fijar el sentido de los movimientos del material, determinar los límites del acarreo libre, calcular los sobre acarreos y controlar los préstamos y los desperdicios.

1.7.8.2. Sentido de los Movimientos de Tierras

Los cortes arriba de la línea de compensación se mueven hacia delante y los cortes que quedan abajo se mueven hacia atrás.

1.7.9. Propiedades de la Curva de Masa

1. La línea de volúmenes es ascendente para los cortes y descendente para los rellenos.
2. La ordenada de un punto cualquiera con relación al eje horizontal de partida, mide la suma algebraica de volúmenes de corte o relleno desde el origen, pudiendo hacerse extensiva a otra horizontal distinta que mediría la suma algebraica de volúmenes entre una sección cualquiera y dicha horizontal.

3. La diferencia entre dos ordenadas con respecto a una horizontal cualquiera, da el volumen de desmonte o terraplén disponible entre ellas.
4. Entre las secciones correspondientes a los puntos de intersección de una horizontal con la línea de volúmenes existe compensación de corte y relleno; el volumen total de tierras a mover entre esas 2 secciones será la ordenada máxima con relación a la horizontal considerada.
5. Las inclinaciones pronunciadas de la curva de masas reflejan grandes cortes o rellenos, las inclinaciones pequeñas indican pequeñas cantidades de movimiento de tierras.

1.8. Señalización de la Vía

1.8.1. Códigos Internacionales para Señalización

La señalización y demarcaciones en carreteras están normalizadas por el Ministerio de Obras Públicas de nuestro país, de acuerdo a los códigos internacionales establecidos, en base a esto se ha hecho un análisis y se clasifican las señales como a continuación se indica.

1.8.2. Señalización y Demarcación en Carreteras

Generalidades.- Para el control del tránsito de vehículos en caminos será necesario disponer de un señalamiento que consistirá en la colocación de letreros, pintura de signos en la calzada, espaldones o en otros lugares de la vía cuyo objetivo será:

a. Imponer restricciones al tránsito.
b. Advertir a los conductores de ciertas condiciones del camino que implican un peligro real o potencial.
c. Informar sobre distancias, rutas, accesos, paraderos, miradores, centros poblados accesibles desde el camino.

1.8.3. Clasificación de las Señales

Las señales para el control del tránsito de acuerdo a su aspecto funcional, se agrupan en tres clases:

a. Señales de reglamentación.- Las señales de reglamentación tienen por objeto notificar a los usuarios de la vía sobre las limitaciones, prohibiciones o restricciones que gobiernan el uso de ellas y cuya violación constituye un delito.

b. Señales de prevención.- Las señales de prevención tienen por objeto advertir al usuario del camino la existencia de peligros y la naturaleza de los mismos.
c. Señales de información.- Las señales de información tienen por objeto identificar las vías y guiar al usuario, proporcionándole la información que pueda necesitar.

1.8.4. Requisitos de las Señales

Los requisitos básicos que deberán cumplir las señales, marcas o dispositivos de control de tránsito son las siguientes:

1. Ser visibles.
2. Transmitir un mensaje claro y sencillo.
3. Atraer el respeto de los usuarios.
4. Ubicarse de tal manera que le permita al conductor tiempo necesario para su reacción.

1.8.5. Características de las Señales

Las características de las señales, marca o dispositivo de control de tránsito son:

1. *Forma*.- Tendrá la forma normalizada para cumplir su función.
2. *Tamaño*.- Tendrá el tamaño normalizado para el objetivo propuesto.
3. *Color*.- Llevará el color normalizado para propósito a conseguir.
4. *Visibilidad nocturna y diurna*.- Será legible durante las horas del día y la noche. La legibilidad nocturna se obtienen mediante el empleo de materiales reflectantes, por iluminación o por cualquier otro medio.
5. *Uso de símbolos, signos o leyendas*.- Contendrá los símbolos y signos o leyendas aceptadas y normalizadas para cumplir con el objetivo propuesto.
6. *Angulo de colocación*.- Se colocará formando un ángulo recto con el eje del camino y ligeramente inclinada hacia atrás para evitar deslumbramiento.

1.8.6. Materiales para Señales

Los materiales que se emplean en la elaboración de señales, marcas y dispositivos para control de tránsito, son por lo general los siguientes: madera, láminas de acero o aluminio, acero estructural, herrajes, hormigón de cemento Pórtland, acero de refuerzo, mampostería y

materiales plásticos como pinturas, materiales reflectantes, productos asfálticos, hormigón asfáltico y aditamentos de vidrio.

1.8.7. Clases de Señales

Las señales para el control de tránsito podrán ser:

1. Señales de placas.
2. Demarcaciones sobre el pavimento y en estructuras o en parte de ellas.
3. Dispositivos de seguridad para el tránsito.
4. Señale luminosas electromecánicas.

1.8.8. Colores para las Señales

Los colores para señales estarán de acuerdo a la Codificación Internacional y su utilización es la siguiente:

ROJO:	Pare, prohibido y reglamento.
VERDE:	Paso permitido y orientación direccional.
AZUL:	Servicios auxiliares para conductores.
AMARILLO:	Atención general.
NEGRO:	Reglamentación e información.
BLANCO:	Reglamentación e información.

Las tolerancias de tonalidad de los colores que se utilicen en todas las señales deberán cumplir con las limitaciones fijadas en las especificaciones vigentes de acuerdo con las tablas de tolerancias.

1.8.9. Colocación de Señales

Las señales se colocarán en los lugares necesarios y en la posición adecuada para que cumpla a cabalidad el objeto propuesto.

Todas las señales formarán parte de un plan y sistema de señalamiento para el control de tránsito.

1.8.10. Señales de Placas

Las placas se utilizan para poner señales de reglamentación, prevención e información que estarán compuesta por signos, letras, símbolos y cifras empleando pintura o material reflectante.

Las señales en placas por regla general se colocarán en el punto donde se requiere su empleo, para asegurar su eficiencia y lograr el objetivo propuesto.

Las señales deberán colocarse aproximadamente en ángulo recto a la dirección y de frente al tránsito al cual sirven.

A.- FORMAS, DIMENSIONES Y CARACTERÍSTICAS.

FORMAS:

1. Las placas para señales de reglamentación tendrán la forma circular o rectangular con los signos, símbolos y números inscritos en un anillo rojo.
2. Las placas para señales de prevención tendrán la forma cuadrada y se colocarán verticalmente según la diagonal correspondiente.
3. Las placas para señales de información tendrán la forma rectangular con mayor dimensión en sentido horizontal y en vertical para ciertas señales de servicios.
4. Las placas para señales especiales podrán tener una forma diferente de las indicadas anteriormente.

DIMENSIONES Y CARACTERÍSTICAS:

Las dimensiones y características de las placas y las señales en estas estarán de acuerdo con las especificaciones correspondientes.

B.- COLORES.

Las placas y señales en estas llevarán los colores que se indican:

1. Los colores que se utilizarán en las señales de reglamentación son: fondo blanco, circulo rojo, diagonal roja (cuando la lleve) y los signos, símbolos, letras y leyendas serán negros.
2. Los colores que se utilizarán en las señales de información son: fondo blanco y signo, símbolo y leyenda en negro, exceptuando los de super carreteras como autopistas, etc., que serán fondo verde y signos, símbolos y leyendas blanco.
3. Los colores que se utilizarán en las señales de información son: fondo blanco y signo, símbolo y leyenda en negro, exceptuando los de super carreteras como autopistas, etc., que serán fondo verde y signos, símbolos y leyendas en blanco.

Los colores que se utilizarán en las señales de información y que corresponden para servicios auxiliares son: fondo azul, signo y símbolo negro sobre un cuadrado blanco y con la leyenda de la

distancia o flecha direccional en la parte inferior en caso de que lo haya, de color blanco.

C.- COLOCACIÓN

La colocación de las señales de reglamentación, prevención e información se hará de manera que:

Zona urbana:

1. La distancia desde el bordillo de la acera hasta la proyección vertical del borde más cercano de la señal será de 30 cm.
2. La altura desde la acera hasta la parte inferior de la señal será de 2 m.

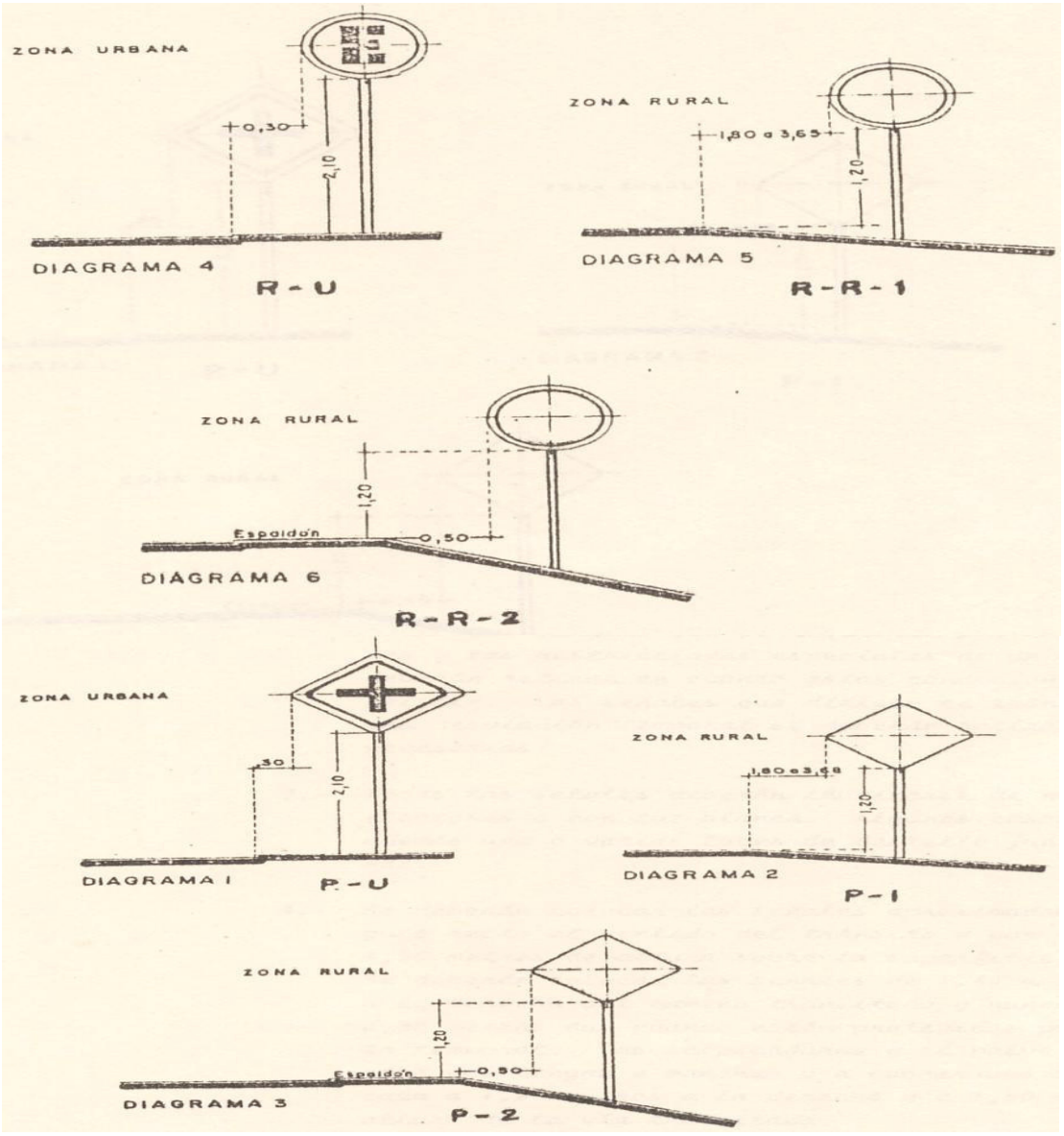
Zona rural:

1. La distancia del borde del carril de circulación hasta la proyección vertical del borde más cercano de la señal será de 1.20 m. en los casos en que no exista espaldón.
2. La distancia del borde del espaldón hasta la proyección vertical del borde más cercano de la señal será de 50 cm. en los casos

en que exista espaldón, se podrá utilizar una distancia mayor que sea razonable de acuerdo con las condiciones de la vía y de la circulación en ella.

3. La altura mínima desde el borde del carril de circulación hasta la parte inferior de las señales de 1.20 m.

1.8.10. Señales en Placas



FINALIDAD	FORMA	COLOR DEL FONDO	COLOR DEL LETRERO	TAMAÑO MINIMO EN PULG.	TAMAÑO cm. APROXIMADO
Donde se requiera hacer alto (PARE)	Octágono	Rojo	Blanco	30” 10” letras	70 25
Donde se requiera acatar un REGLAMENTO	Vertical Rectangular	Blanco	Negro	18” x 24”	45 x 60
PROHIBIDO ESTACIONARSE	Vertical Rectangular	Blanco	Rojo	12” x 18”	30 x 45
Para hacer una ADVERTENCIA	Diamante (Rombo)	Amarillo	Negro	24”	60
Cruce de FERROCARRIL	Redondo	Amarillo	Negro	24”	60
Para dar DIRECCIONES o informes	Horizontal Rectangular	Blanco o Negro	Blanco o Negro	Variable	

1.8.11. Demarcaciones o Marcas en el Pavimento

Las demarcaciones o marcas en el pavimento consistirán en la pintura de líneas, signos, símbolos, letras, cifras y leyendas sobre el pavimento y en estructuras o en parte de ellas para un adecuado control de tránsito.

Las demarcaciones tienen definidas e importantes funciones, en algunos casos son usadas para suplementar los reglamentos.

Las demarcaciones sobre los pavimentos tienen ciertas limitaciones en cuanto a visibilidad y duración, en efecto pueden no ser claramente visibles cuando están húmedas y no son muy duraderas cuando están pintadas en superficies expuestas al deterioro por el tránsito. A pesar de estas limitaciones tienen la ventaja, bajo condiciones favorables de proporcionar advertencia e información al conductor sin distraer su atención.

Las demarcaciones serán uniforme en diseño, posición y aplicación a fin de que las mismas puedan ser reconocidas y entendidas instantáneamente por los conductores.

1.8.12. Tipos de Demarcaciones

Las demarcaciones serán de un variado número de tipos de acuerdo al fin que se propone.

1.- DEMARCACIÓN DE PAVIMENTOS:

a) Líneas centrales
b) Líneas de carriles
c) Demarcación de zonas donde se prohíba adelantar
d) Líneas de borde de pavimento

e) Demarcación de espaldones pavimentados

f) Transiciones del ancho de pavimento

g) Límites de carril

h) Aproximación a obstrucciones

i) Demarcaciones direccionales

j) Líneas de “Pare”

k) Líneas de pasos peatonales

l) Aproximaciones a cruces de ferrocarriles

m) Límites de espacio de estacionamiento

n) Demarcaciones escritas

o) Demarcaciones que indican el uso del carril

2.- DEMARCACIONES DEL BORDE DE ACERA Y PARA INDICAR RESTRICCIÓN DE ESTACIONAR.

3.- DEMARCACIONES DE OBJETOS

a) Objetos dentro de la vía

b) Objetos adyacentes a la vía

4.- DEMARCADOS REFLECTIVOS

a) Demarcadores de peligro

b) Delineadores

1.8.13. Tipos y Anchos de Líneas para Demarcaciones

Tipos de líneas.- Las líneas para demarcaciones son de los tipos segmentados y el sólido o continuo.

La línea segmentada es empleada para líneas centrales en carreteras de dos carriles y para las líneas de carril y donde estas puedan ser cruzadas a voluntad del conductor por ser solamente líneas de guía para el tránsito.

Una línea segmentada con segmentos y brechas bien proporcionadas es tan efectiva como una línea sólida para fines de guía. La proporción normal de segmento a brecha de 7.5 m. Sin embargo en carreteras con curvas de radio pequeño en zonas montañosas o de muchas curvas los segmentos serán de 3 m. con brechas de 5 m.

Las líneas blancas continuas se emplean donde no deben normalmente ser cruzada a voluntad del conductor o donde no se deba cruzar la línea. Estas incluyen líneas centrales sobre calles de la ciudad, líneas de carril, líneas de borde de pavimento, demarcación de obstrucciones que pueden ser pasadas por ambos lados y líneas transversales de pavimentos.

Las líneas amarillas sólidas se emplean como líneas de guía o líneas reglamentarias a cuya izquierda es peligroso o ilegal conducir.

Cuando se emplea línea amarilla sólida combinada con segmentada, la línea sólida amarilla tendrá validez cuando el conductor se encuentre a la derecha de la línea y dentro del carril al cual se aplica.

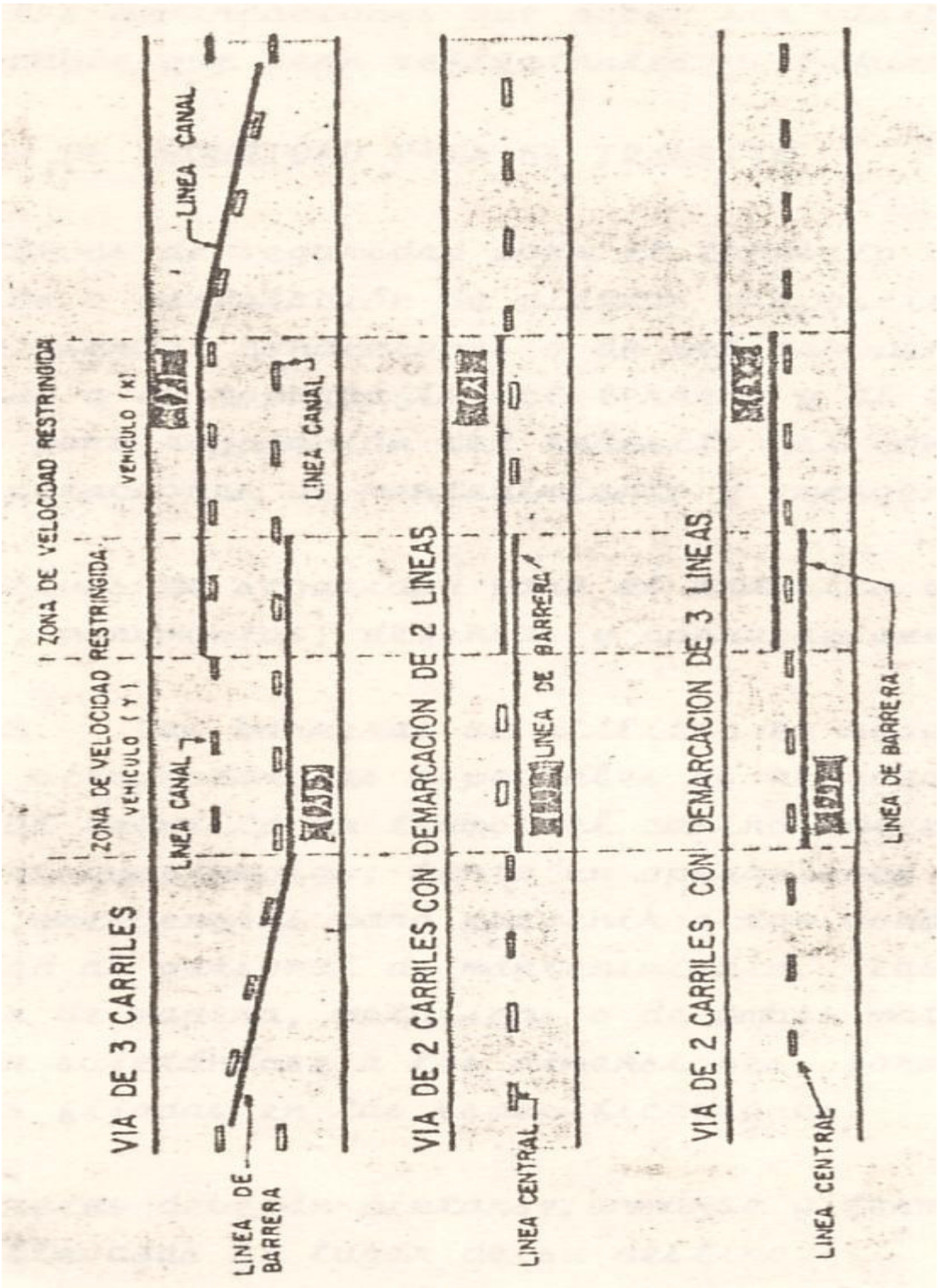
Anchos de líneas.- Las líneas centrales, las líneas de carril y las líneas de barrera tendrán un ancho de 10 a 15 cm., las líneas de carril podrán tener un ancho hasta de 30 cm. Las líneas de borde del pavimento deben tener un ancho de 5 a 10 cm.

Las líneas transversales sobre el pavimento deben ser mucho más anchas que las líneas de longitud para que sean igualmente visibles.

Las líneas de “pare” podrán tener hasta un ancho de 60 cm donde las velocidades de aproximación son altas.

Todas las demarcaciones que deben ser visibles de noche es deseable que sean reflectantes.

DEMARCACIONES EN EL PAVIMENTO



CAPITULO 2

2. MECÁNICA DE SUELOS

2.1. Introducción

Fundamentalmente, las vías terrestres están constituidas por tierra utilizada en forma selectiva, que se cimenta sobre un suelo natural, compactado, o bajo ciertos tratamientos. Siendo las vías terrestres, esto es carreteras, calles, aeropistas, ferrocarriles, los integrantes básicos de una red de transporte, se deduce la vital importancia que tiene la Mecánica de Suelos como principal herramienta en el estudio de los suelos para el diseño de estas obras.

En realidad no fue sino hasta el advenimiento de la Segunda Guerra Mundial que la Mecánica de Suelos se preocupó más seriamente de los suelos de fundaciones y la correlación con los pavimentos contraídos, debidos a que se vio enfrentadas a muchísimas innovaciones, que con fines bélicos, se hicieron en el campo del transporte aéreo y terrestre.

Ese progreso técnico, mejorado y complementado con el paso del tiempo y de muchas experiencias prácticas, dio como resultado un conocimiento más acertado de los suelos y su uso en muchas obras de Ingeniería. En la época actual, a través de un exhaustivo estudio de suelos de subrasantes y subsuelos, materiales de préstamo y el conocimiento necesario para el diseño de carreteras y otras obras públicas, es posible obtener una gran variedad de alternativas de una sección en lo que se refiere a la selección y distribución de ellos como a las condiciones en que se coloquen, o al tratamiento mecánico o químico que se les haga.

Además del conocimiento claro de la Mecánica de Suelos, es necesario conocer los métodos de exploración, la Geología Aplicada, y especialmente conocer antecedentes del comportamiento de los suelos en contacto con otras estructuras, para así estudiar alternativas o soluciones para que la obra sea estable, económica y construíble de acuerdo a los recursos disponibles en la zona.

2.2. Compresibilidad de los Suelos Granulares

Debido a la idea generalizada de que los suelos granulares no presentaban problemas de deformación, la compresibilidad de estos no

había merecido mayor atención pero reconociendo el creciente número de obras de gran envergadura que se cimientan sobre suelos granulares, ha sido necesario revisar el comportamiento de estos suelos bajo esfuerzos considerables.

En estos casos, los suelos granulares presentan problemas de compresibilidad, como resultado de la deformación de sus partículas más el movimiento relativo entre ellas. Las deformaciones considerables degeneran en distorsiones, rupturas y hasta desmenuzamiento.

En el caso de las arenas, aunque en general se consideran incompresibles, los asentamientos que puedan presentarse se producen bruscamente debido precisamente a su alta permeabilidad.

2.2.1. Compresión Isotrópica

Las arenas sometidas a compresión isotrópica, manifiestan deformaciones volumétricas de consideración debido a colapsos estructurales. Las fallas estructurales provocan deslizamientos y reacomodamiento de las partículas, ejerciéndose fuerzas tangenciales en los puntos comunes.

2.2.2. Compresión Confinada

Este tipo de compresibilidad es importante pues representa una situación común en la práctica, como ser un suelo sometido a cargas verticales que se transmiten por áreas grandes. La compresión confinada en suelos friccionantes hace presentar una deformación acompañada de la producción de finos debido a la ruptura de la partículas, siendo mayor si hay uniformidad granulométrica y menor en caso contrario. La producción de finos también crece en función de la angulosidad de las partículas y cuanto más suelto es el material que se utiliza.

2.2.3. Compresión Triaxial

Para este tipo de compresibilidad, tomamos como marco referencial el comportamiento de arena en compresión triaxial, que en lo referente a su deformación presenta dos etapas. La primera etapa al comenzar el proceso de carga, produce pequeñas deformaciones acompañadas generalmente de una disminución en el volumen del espécimen. La segunda etapa presenta una falla frágil, que disminuye conforme avanza el proceso. Cuando se presenta la ruptura en las partículas bajo cargas

importantes, se presenta un problema serio ante los cambios en la composición granulométrica.

2.2.4. Compresibilidad de Suelos Cohesivos: Consolidación

Una de las principales causas de la deficiencia de muchas estructuras cimentadas sobres arcillas blandas o limos plásticos, es precisamente la deformación de estos suelos conocidos como cohesivos. La disminución gradual del contenido de humedad a carga constante se llama consolidación. El proceso de consolidación merece un estudio minucioso no sólo por los asentamientos potenciales, sino también por la lentitud con que se desarrolla la compresión cuando se aumenta la carga que soporta. Esta lentitud se debe a un ajuste gradual en la posición de las partículas y, principalmente a la baja permeabilidad que estos suelos poseen, necesitándose mucho tiempo para que con el aumento de presiones el agua excedente sea drenada y se restablezca el equilibrio.

La velocidad de consolidación y la magnitud de asentamientos de una muestra de arcilla, puede determinarse en el laboratorio mediante el ensayo de compresión confinada o de consolidación unidimensional. Los especimenes deben ser representativos del suelo y extraídos en forma inalterada.

El comportamiento de los suelos en las relaciones esfuerzo – deformación depende de muchos factores, entre ellos la composición mineralógica, relación de vacíos, historia geológica, y la forma en que se aplican los esfuerzos. Sin embargo, en la práctica se hace uso de conceptos y formulas de la Teoría de Elasticidad en la búsqueda de soluciones a problemas de la deformación de los suelos, lo que significa asumir la relación esfuerzo - deformación como lineal cuando sabemos que no lo es debido a que la relación de Poisson no es una constante para el suelo.

La Teoría de la consolidación unidimensional asume estas y otras consideraciones, como:

a) El suelo se deforma en una sola dirección (vertical)
b) El flujo del agua es en dirección vertical
c) Se acepta la ley de Darcy (la velocidad es proporcional al gradiente hidráulico)
d) El suelo se halla totalmente saturado
e) Las partículas individuales del suelo y agua son incompresibles
f) La profundidad del punto analizado, dentro del estrato (Z), es constante en el proceso de consolidación
g) El incremento de esfuerzo en el estrato es constante
h) Durante la consolidación y dentro de un intervalo grande de presiones, el coeficiente de consolidación Cv es constante.

2.3. Clasificación de los Suelos a emplearse en Carreteras

Generalidades

A partir del instante que la Ingeniería puso gran interés en las propiedades físicas de los suelos, se ha tratado de hallar un sistema práctico y universal de clasificación de suelos en base a sus características físicas como medio de prever su comportamiento mecánico.

Las primeras clasificaciones de suelo se basaron en sus características granulométricas, que clasificaban al suelo en 3 partes principales: arena, limo y arcilla. Sin embargo las clasificaciones de suelo fundamentadas esencialmente en su granulometría no daban resultados satisfactorios.

La permeabilidad por ejemplo que es función mayormente de la forma de las partículas del suelo, puede ser indiferente a su granulometría, y otras propiedades fundamentales de los suelos como compresibilidad, resistencia, relación esfuerzo – deformación, no es muy seguro deducirlas a partir de una distribución granulométrica. Por todo esto, fue

necesario introducir nuevos criterios de clasificación atendiendo otros factores como la variada plasticidad de los finos.

Pese a haber planteado muchos sistemas de clasificación de suelos, estos no dejan de ser en cierta forma aplicaciones concretas a suelos de determinadas zonas y características. Por ejemplo, la resistencia al desgaste, la resistencia saturada y la expansibilidad, debido a su nula correlación con la granulometría, son características muy variables de los suelos que no están incluidos en la clasificación.

Sin embargo, de las clasificaciones de los suelos aplicables a carreteras, aeropuertos, cimentaciones, presas de tierra, etc., el método más efectivo es el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.), propuesto por A. Casagrande en atención a las características de plasticidad, primordialmente en los finos que son la parte activa de los suelos, y a la distribución granulométrica, aplicada a los gruesos.

2.3.1. Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.)

Este sistema, propuesto en 1948 por A. Casagrande, fue adoptado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estado Unidos, por el U.S. Bureau of Reclamation y por muchas organizaciones mundiales.

Según este sistema, los suelos se clasifican en tres grupos: gruesos, finos y altamente orgánicos (suelos-turbas). Para separar los suelos de granos gruesos de los de granos finos se adopta el tamiz 200 (0.074 mm).

Por medio de la carta de plasticidad de Casagrande (Límite Líquido vs. Índice Plástico) la relación con los límites de Alterberg da la ubicación de los suelos de acuerdo a su plasticidad y a otras características físicas.

2.3.2. Suelos Gruesos: Descripción e Identificación en el Campo

Los suelos de granos gruesos, si tienen más o menos del 50% de granos retenidos en el tamiz No. 4 (4.76 mm), se clasifican en granos gruesos símbolo G, y arenas símbolo S.

A la vez, las gravas se las subdivide en los siguientes grupos:

W: (well graded) = bien graduados, material sin finos (<5%). Podrán haber GW y SW.

P: (poorly graded) = mal graduados, material sin finos (<5%). Podrán haber GP y SP.

M: Material con finos no plásticos. Podrán haber GM y SM. Finos > 12%.

C: Material con finos plásticos. Podrán haber GC y SC. Finos > 12%.

En algunos casos, habrá que utilizar símbolos dobles para distinguir materiales cuyos rangos de clasificación estén en la frontera. Ejemplo: GP-GC = grava mal graduada con un contenido entre un 5% y 12% de finos plásticos (arcillosas).

En el terreno, la identificación de suelos gruesos es visualizando el tamaño de las partículas gruesas constituyentes. La muestra deberá estar seca, y se la ubicará sobre un superficie plana.

En esta observación de campo, se puede anotar su forma y composición mineralógica además.

2.3.3. Suelos Finos: Descripción e Identificación en el Campo

El pasante del tamiz No. 200 o suelo fino, se divide en 3 grupos:

M = Limos inorgánicos

C = Arcillas inorgánicas

O = Limos y arcillas orgánicas

Cada uno de estos grupos pueden presentar un Límite Líquido menor que el 50% y será de símbolo L (low compresibility) o mayor que el 50% en cuyo caso será de símbolo H (high compresibility).

Las combinaciones pueden dar grupos ML, CL, OL, MH, CH, OH.

En el campo, el color y olor del suelo ayudan a determinar el tipo de suelo, especialmente los orgánicos. Además los suelos finos se pueden diferenciar por su resistencia seca, su reacción ante un ensayo de sacudimiento, o por su rigidez cuando la humedad está cerca del límite plástico.

Igual que en el caso de los suelos gruesos, los materiales limitantes se denominan con doble símbolo. Ej: CL – ML.

2.3.4. Sistema de Clasificación AASHO Modificado

El presente sistema, establece un índice de grupo para cada suelo. El índice de grupo es un valor que representa las características de plasticidad y el porcentaje de finos pasante del tamiz No. 200 de determinados tipos de suelos. Así los suelos granulares tienen un I.G. entre 0 y 4, los suelos limosos entre 8 y 12, y las arcillas entre 11 y 20.

Los I.G. pueden determinarse por medio de gráficos o mediante la siguiente fórmula empírica:

$$IG = 0.2\ a + 0.005\ ac + 0.01\ bd$$

en donde:

a = Porcentaje de suelo pasante del tamiz No. 200 menos (-) 35 comprendido entre 35 como mínimo y 75 como máximo. Si es mayor que 75%, se anotará 40. Menor que 35% se anotará 0 (cero).

b = Porcentaje de suelo pasante del tamiz No. 200 (-) 15. Si es mayor que 55%, se anotará 40. Menor que 15%, se anotará 0 (cero).
c = Valor del límite líquido menos 40 (L.L. – 40). Si el valor de L.L. es mayor que el 60% se anotará 20. Menor que el 40% se anotará 0 (cero).
d = Valor del Índice de Plasticidad menos 10 (I.P. -10). Si el valor de I.P. es mayor que 30, se anotará 20. Menor de 10, se anotará 0 (cero).

Estos valores deben indicarse siempre en número enteros.

Generalmente cuando se tienen buenas condiciones de drenaje y compactación, la fuerza del material de cimentación varía en proporción inversa al valor del índice de grupo. El sistema de clasificación de los suelos AASMO ha sido adoptado por la U.S. Burean of Public Roads (BPR), por la Highway Research Borrad (HRB), organismos viales norteamericanos y consecuentemente por otras instituciones de este tipo en el mundo, y es él sistema que acogeremos para el presente estudio.

Muestras inalteradas por el contrario, son muestras que prácticamente conservan igual la estructura natural propia del sitio donde se extrajeron. Estas muestras se toman para conocer las condiciones de estabilidad del terreno como en el estudio de taludes, su capacidad soporte, y otros.

2.4. Investigación de Yacimientos de Materiales para Préstamos

La búsqueda de los bancos de préstamo debe ser minuciosa a fin de hallar un yacimiento que presente óptimas condiciones estructurales y se encuentre en lo posible dentro de la distancia de libre acarreo.

Ya ubicado el yacimiento, debemos conocer la clase de material existente y el volumen aproximado que se puede disponer. Para investigar estos materiales, deben hacerse muestreos a una profundidad mínima de 0.50 metros bajo su cota inferior. Para el efecto, pueden hacerse cortes o e4xcavaciones en terrenos ondulados y zanjas pequeñas en terrenos llanos, pudiendo inclusive hacerse uso de taladros o máquinas perforadoras en terrenos donde no es posible abrir zanjas o resulta antieconómico el hacerlo.

2.5. Análisis de Suelos en Laboratorio

Las pruebas de laboratorio tienen estrecha relación con el muestreo que se realice. El programa de pruebas de laboratorio impone ciertos requerimientos al muestreo, y éste a su vez según como se presente el suelo ya su naturaleza, define el programa de pruebas a realizarse.

Principalmente, los ensayos que se practican son para determinar el contenido de humedad, porcentaje de gruesos y finos, límites, límites de consistencia, densidad. Los equipos de laboratorio deben reunir los requisitos que aconsejan las especificaciones técnicas, y si se practican estos ensayos en el propio sitio de la obra, se podrá ejercer un rápido y efectivo control de la misma. Al obtener muestras inalteradas, se realizarán ensayos de resistencia al corte, compresión triaxial y consolidación, según se requiera.

Los ensayos de laboratorio son análisis químicos, físicos y mecánicos. Con el análisis químico se conocerá la composición del suelo, con el físico su contenido de humedad, granulometría, permeabilidad, y el comportamiento del suelo frente a la acción de cargas externas lo da el análisis mecánico.

2.5.1. Determinación del Contenido de Humedad

El contenido de humedad o de agua de un suelo lo da la relación entre el peso de agua contenido en la muestra y el peso de la muestra luego de ser secada al horno. Expresado en una ecuación es:

$$W\% = \frac{Wh - Ws}{Ws} \times 100 = \frac{Ww}{Ws} \times 100$$

en donde:

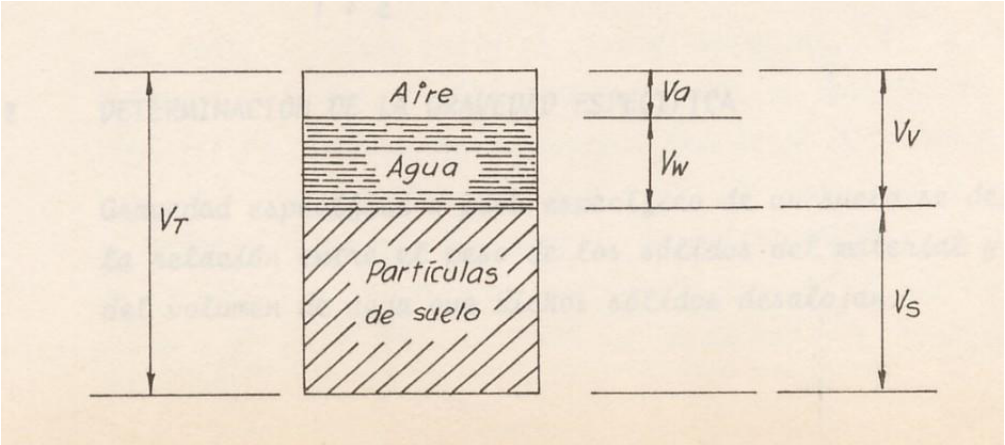
W% = Porcentaje del contenido de humedad

Wh = Peso húmedo

Ws = Peso seco

Ww = Peso del agua que contiene el suelo

La muestra debe secarse durante 24 horas en el horno a la temperatura de ± 105 ºC. La composición típica de una masa de suelo se muestra en el siguiente esquema:



Esta composición del suelo, nos lleva a definir algunos conceptos sobre sus interrelaciones:

POROSIDAD.- Es la relación entre el volumen de vacíos (Vv) y el volumen total de la masa en consideración (VT). Su símbolo es n.

$$n = \frac{Vv}{V_T} \times 100$$

SATURACIÓN.- De una masa de suelo, se llama cuando todos los vacíos están llenos de agua. El grado de saturación (S) se define como:

$$S\% = \frac{Vw}{Vv} \times 100$$

Cuando Va = 0, Vw = Vv y consecuentemente la masa estará saturada.

RELACIÓN DE VACIOS.- Es la relación entre el volumen de vacíos (Vv) y el volumen de sólidos (Vs). Se designa con la letra e.

$$e = \frac{Vv}{Vs}$$

La porosidad (n) y la relación de vacíos (e) se relacionan en las siguientes ecuaciones:

$$e = \frac{n}{100 - n}$$

$$n = \frac{e}{1 + e} \times 100$$

2.5.2. Determinación de la Gravedad Específica

Gravedad específica o peso específico de un suelo se define como la relación entre el peso de los sólidos del material y el peso del volumen de agua que dichos sólidos desalojan,

En el caso de los suelos, se da en relación al agua destilada a 4 ºC. Por ejemplo si el peso especifico de un suelo es 2.5 significa que 1 cm3 de partículas de ese suelo pesa 2.5 veces 1 cm^3 de agua destilada a 4 ºC.

El peso específico no tiene unidades, por lo que difiere de la densidad que se expresa en gr/cm^3, T/m^3, lb/pie^3, etc. o sea el peso por unidad de volumen.

Este valor permite clasificar los suelos, pero además es indispensable en muchas pruebas y cálculos de mecánica de suelos.

En laboratorio, se lo determina usando recipientes aforados, llamados picnómetros, calibradas a distintas temperaturas.

La siguiente fórmula permite hallar el peso específico de un suelo:

$$G = \frac{Ws \times K}{Ws + Wbw - Wbws}$$

en donde:

Ws = Peso del suelo secado al horno, a 100 · C,

Wbw = Peso del frasco calibrado, con agua hasta el cuello.

Wbws = Peso del frasco calibrado con agua al suelo

K = Valor para la temperatura t, obtenido de la curva de calibración del frasco.

2.5.3. Análisis Granulométrico

El análisis granulométrico de un suelo se basa en separar y clasificar por tamaños los granos que lo componen.

Este análisis varía según el tipo de material. Si se trata de material granular, con el empleo de tamices obtendremos los porcentajes de piedra, grava, arena. Cuando el material analizado contiene finos pasantes del tamiz No. 200 como limo y arcilla, se aplican otros métodos como el de sedimentación. Esto consiste en analizar al suelo en suspensión durante el proceso de sedimentación y el más utilizado es el método hidrométrico o AASHO Standard.

La distribución granulométrica obtenida, dibujada con porcentajes acumulado en escala aritmética en el eje de las ordenadas y tamaño de las partículas en escala logarítmica en el eje de las abscisas, nos da la llamada CURVA GRANULOMÉTRICA.

La forma de la CURVA GRANULOMÉTRICA nos da una clara idea de la distribución granulométrica del suelo. Una línea vertical representará un suelo compuesto por partículas de un solo tamaño, mientras que una curva muy tendida nos indicará que hay una gran variedad de tamaños en el suelo.

Allen Hazen en el estudio de arenas, llamó D10 al que corresponde al 10% en la curva acumulativa, asignándole gran importancia en la permeabilidad del suelo.

El mismo Hazen propuso una medida sencilla de la uniformidad del suelo: el coeficiente de uniformidad, que se expresa:

$$Cu = \frac{D60}{D10}$$

D60 es el tamaño de partículas que corresponde al 60% en peso, del suelo. Además, para complementar el estudio de la uniformidad de un suelo, definió el coeficiente de curvatura.

$$Cc = \frac{D30^2}{D60 \times D10}$$

Donde D30 tiene una definición análoga a las ya expuestas D60 y D10. Los suelos son Cu < 3 se consideran muy uniformes. El Cc oscila entre valores de 1 a 3 en suelos bien graduados.

2.5.4. Análisis de Límites de Consistencia

La consistencia se define como el grado de cohesión de las partículas de un suelo, y su resistencia a las fuerzas externas que tienden a deformar o destruir su estructura.

La consistencia de las arcillas y de otros suelos cohesivos, comúnmente se describe con términos blando, compacto, resistente y duro según el contenido de agua.

La transición de un estado al otro no es abrupta si se alcanza la humedad crítica sino en forma gradual.

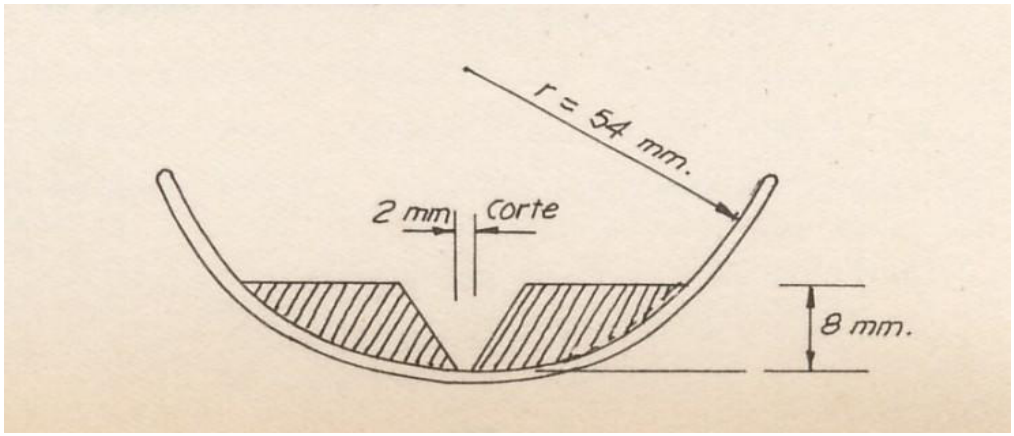
Entre los ensayos para establecer un criterio con respecto a los límites que separan estados de consistencia, el más apropiado se tomó de la Agronomía y se conoce como límites de Atterberg. Los estados de consistencia según su contenido decreciente de agua, los estableció así:

a) Estado líquido, con la apariencia y propiedades de una suspensión
b) Estado semilíquido, con propiedades de un fluido viscoso
c) Estado plástico, cuando el suelo se comporta plásticamente puede deformarse sin romperse
d) Estado semi-sólido, cuando el suelo presenta apariencia sólida, pero aún pierde volumen al continuarlo secando
e) Estado sólido, cuando el volumen del suelo no varía con el secado

Los límites de consistencia de Atterberg son: líquido, plástico y de contracción.

LIMITE LIQUIDO, W.-, es el límite entre los estados líquido y plástico de un suelo. Es el contenido de humedad, en porcentaje del peso del suelo seco, para el cual 2 partes de 1 pasta de suelo llegan a tocarse sin unirse cuando el recipiente que las contiene se somete a un determinado número de golpes verticales secos.

Para determinar el límite líquido, A. Casagrande estableció las dimensiones que se detallan gráficamente, y que es un aparato estandarizado llamado Copa de Casagrande.



LIMITE PLASTICO, Wp.- es el límite inferior del estado plástico, cuando éste pasa al semi-sólido. Expresa el contenido de humedad para el cual el suelo empieza a agrietarse al hacer rodar un cilindro de suelo entre la mano y una superficie lisa.

Cuando se construye terraplenes o sub-bases, debe evitarse compactar el suelo cuando su contenido de humedad sea igual o mayor a su límite plástico.

LIMITE DE CONTRACCIÓN, Wc.- es el límite entre los estados sólido y semisólido. Es el contenido de humedad por debajo del cual una pérdida de humedad por evaporación no provoca una reducción de volumen. En este caso, el suelo cambia de color y se torna más claro.

Los contenidos de humedad entre los límites líquido y plástico se llama zona plástica del suelo. Un parámetro importante es el INDICE DE PLASTICIDAD (IP), que es el valor numérico de la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico.

$$IP = Wl - Wp$$

Este valor es directamente proporcional a la plasticidad del suelo.

Hay otra relación importante y se llama INDICE DE LIQUIDEZ (I.L)

$$I.L. = \frac{W - Wp}{Wl - Wp} = \frac{W - Wp}{IP}$$

W es el contenido de humedad del suelo.

Si W > Wl, I.L. > 1 y al amasar el suelo este se convierte en una pasta viscosa. En cambio se W < Wp, I.L. es negativo y el suelo no puede ser amasado.

2.5.5. Teoría de la Compactación

Después de iniciado el ciclo veinte apareció el automóvil, el mismo que logró un rápido desarrollo y demandó la construcción de caminos pavimentados. Hasta entonces, los terraplenes viales no ameritan compactación alguna, puesto que las calzadas eran suficientemente flexibles y soportaban sin dañarse un asentamiento. Al poco tiempo, se evidenció la fácil ruptura de los caminos de hormigón construidos sobre terraplenes, y que los pavimentos flexibles tendían a desnivelarse excesivamente. La necesidad de superar estos problemas fomentó el desarrollo de métodos eficientes y económicos de compactación. Se entiende por compactación de suelos o rocas, al proceso mecánico por el cual se reduce el volumen del material para lograr un aumento de la resistencia la corte y una disminución de su capacidad de deformación. Fundamentalmente consiste en la reducción formada de la relación de vacíos del suelo al expulsar agua y aire de sus poros. La compactación máxima se obtiene para un cierto contenido de humedad, llamado contenido óptimo de humedad, la que logra una densidad máxima.

La humedad óptima brinda una lubricación adecuada que disminuye la resistencia a la fricción entre las partículas, y para obtenerla debe calcularse la cantidad de agua que necesita el suelo. Si es excesiva, las

fuerzas hidrostáticas tenderán a separar las partículas, absorbiendo además una parte de las fuerzas de compactación por su condición de incompresibilidad lo que dará como resultado una deficiente compactación:

Un suelo compactado presenta mejores condiciones, como son:

a) Un contacto más firme entre las partículas
b) Las partículas de menor tamaño ocupan los vacíos dejados por las de mayor dimensión
c) Aumenta su valor soporte, haciéndose más estable
d) La masa de suelo es más densa, y es mínima la relación de los vacíos
e) Como consecuencia, su capacidad absorbente de agua es reducida considerablemente.

2.5.6. Prueba Proctor – Determinación de la Humedad Óptima y Densidad Máxima

Junto al desarrollo de modernas técnicas de compactación, hubo necesidad de crear mecanismos de control de calidad que permitan al Ingeniero evaluar si la compactación especificada se está consiguiendo adecuadamente. Esto llevó al desarrollo de ensayos de compactación de laboratorio.

En 1933 Proctor, en la investigación de sistemas para carreteras, pudo establecer un método de laboratorio que determinaba una curva humedad-densidad comparable a la que le corresponde al mismo material cuando se compacta en el terreno por medio de determinado equipo y procedimiento. El método Proctor consiste en la aplicación de un número determinado de golpes con un pequeño pisón normalizado que se deja caer desde una altura de 30 cm, al suelo contenido en un cilindro metálico en tres capas iguales. A la muestra se va agregando agua, indicando en cada paso el peso del material húmedo y su contenido de humedad.

La relación de la humedad con los pesos volumétricos del material compactado nos da una curva llamada de compactación. Esta curva se expresa generalmente en términos de peso volumétrico seco, o

$$\gamma d = \frac{\gamma}{1 + \frac{w}{100}}$$

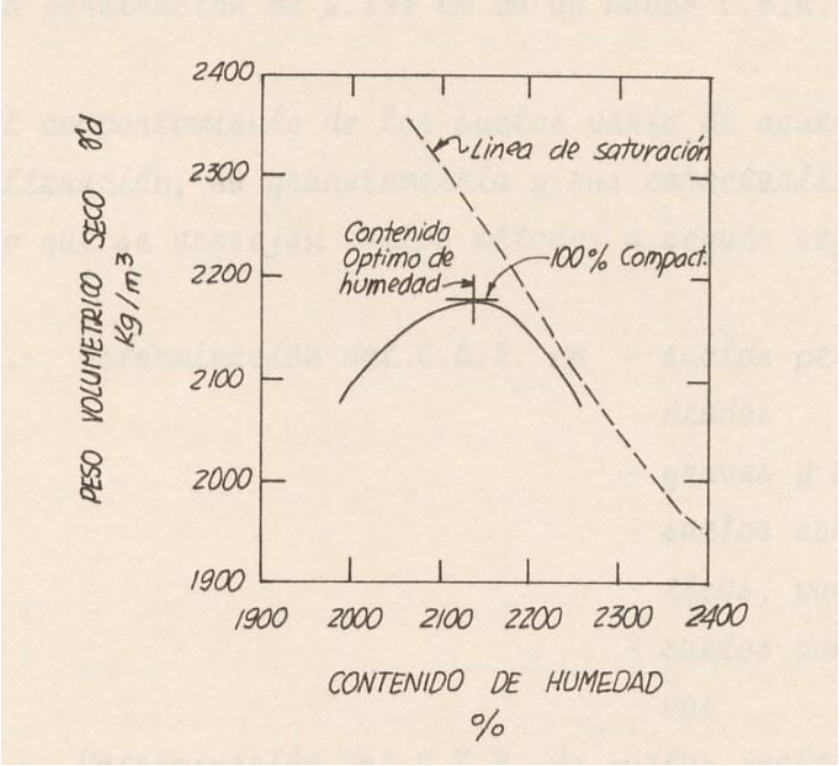
en donde:

γd = peso volumétrico seco

γ = peso volumétrico húmedo

w = humedad en porcentaje

En la figura se indica una curva típica de compactación de acuerdo con el método Proctor:



2.5.7. Determinación del C.B.R.

Para determinar el índice de la resistencia al esfuerzo cortante del terreno se utiliza el Método del California Bearing Ratio, más conocido como ÍNDICE C.B.R.

Mediante el C.B.R. se puede establecer una relación entre la resistencia a la penetración de un suelo y su capacidad de soporte como base de sustentación para pavimentos flexibles.

Aunque el método de C.B.R. es empírico, puede ser considerado como uno de los más importantes procedimientos prácticos que se hayan sugerido, gracias a que se sustenta en una serie de trabajos de investigación efectuados en los laboratorios de ensayo de materiales y en el terreno mismo.

El Índice C.B.R. se obtiene como un porcentaje de esfuerzo requerido para hacer penetrar el mismo pistón hasta la misma profundidad, una muestra patrón de piedra triturada. El índice se determina como:

$$C.B.R. = \frac{\text{Esfuerzo en el suelo ensayado}}{\text{Esfuerzo en la muestra patrón}} \times 100$$

En el diseño de pavimentos flexibles el C.B.R. que se utiliza es el valor que se obtiene para penetración de 0.254 cm (0.1”) ó 0.508 cm (0.2”). En la mayoría de los suelos el valor para la penetración de 0.254 cm da un mayor C.B.R.

El comportamiento de los suelos varía de acuerdo a su grado de alteración, su granulometría y sus características físicas, por lo que se aconsejan varios métodos a seguir según cada caso:

- Determinación del C.B.R. en
    - Suelos perturbados y remoldeados
    - Gravas y arenas
    - Suelos cohesivos, poco plásticos, poco expansivos
    - Suelos cohesivos y expansivos
- Determinación del C.B.R. de suelos inalterados
- Determinación del C.B.R. en sitio

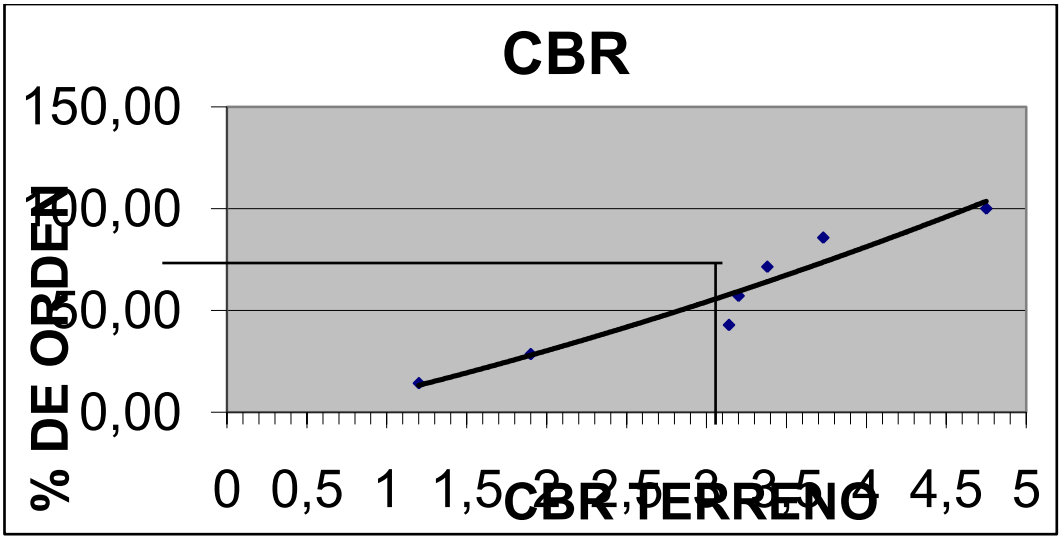
CBR DE SUBRASANTE:

0+440	1,20%
0+760	4,75%
1+610	3,20%
2+400	3,73%
2+410	1,90%
2+500	3,38%
2+755	3,14%
TOTAL:	7

CALCULO DE CBR DE DISEÑO:

CBR TERRENO	% DE ORDEN	
4,75	100,00	
3,73	85,71	**CBR DISEÑO. 3,20 %**
3,38	71,43	
3,2	57,14	
3,14	42,86	
1,9	28,57	
1,2	14,29	

Nivel de tráfico	CBR % de diseño
< EE 10^4	60 %
EE entre 10^4 y 10^6	75 %
> EE 10^6	87.5 %



2.6. Estudio del Suelo de la Av. Teodoro Alvarado Olea

Se efectuaron calicatas a c/200 m. aproximadamente a lo largo de la ruta y se obtuvieron muestras de los estratos de suelos con el propósito de definir la composición estratigráfica del sub-suelo hasta 1.80 m. bajo el nivel de sub-rasante. Se presenta un cuadro de resumen donde constan las estaciones donde se efectuaron las calicatas, la profundidad y descripción de ellas, los ensayos de clasificación y la clasificación SUCS y AASHTO de los estratos diferentes en cada calicata. En este mismo cuadro constan los resultados de ensayos Proctor modificado y CBR efectuados en muestras consideradas representativas de los diferentes tipos de sub-suelo encontrados a lo largo del trazado.

Análisis de Resultados

Terreno natural para cimentación de Terraplenes.-

Los suelos naturales se extienden desde el inicio del proyecto hasta la estación 0+620 son generalmente arcillas verdosas superficialmente negruzcas y amarillentas, plásticas, medias duras (poca compresibilidad).

Los suelos negros en el área 1+085 tiene alrededor de 1.10 m de espesor y están bien húmedos, razón por lo cual su potencial de

expansión no es muy alto como demostrado por los resultados de los ensayos de expansión libre y controlada que se efectuaron en muestras inalterados y su nivel freático se lo ubicó a 1.50 m de profundidad.

Los resultados de los ensayos de expansión acusan presiones de expansión de alrededor 3.0t/m^2 en ensayos de expansión controlada y de 2.34% deformación unitaria en ensayos de expansión libre. Los resultados de los ensayos de razón soporte de California (CBR) indican valores de entre 3% y 4% y valores de hinchamiento de entre 5% y 7%.

En esta época de verano no se registró la presencia de agua subterránea hasta los 1.50 m. que se excavaron las calicatas. Los contenidos de humedad natural de los suelos en la parte inicial están cercanos al límite plástico, indicando así que pueden absorber bastante agua y que el potencial de expansión que tienen son capaces de desarrollarlo durante las estaciones lluviosas.

En base a todos los resultados de los ensayos de laboratorio y el análisis efectuado, se recomienda lo siguiente:

Se debe desbrozar y excavar en aproximadamente 0.20 m a 0.30 m todo suelo con raíces y materia orgánica o escombros de suelo negro o de edificaciones.

Excavar en la parte inicial (Km. 0+000 a Km. 0+620 donde no exista relleno) hasta 0.60 m. bajo la superficie del terreno natural y cubrir de inmediato con una capa de 0.20 m. de préstamo importado de tamaño

máximo 15 cms., IP <= 20%, compactado al 95% de la densidad máxima Proctor Standard. Luego se debe levantar el terraplén con el préstamo local o importado calificado (tamaño máx. de agregado 15 cms. e IP<=20%) en capas de 0.20 m. de espesor compactadas al 95% de la densidad máxima Proctor Standard hasta que el nivel del terraplén llegue a 0.80 m. por debajo del nivel de la sub-rasante. De ahí hacia arriba y hasta el nivel de la sub-rasante se deberá usar préstamo importado o local de IP<= 15% de tamaño máximo 10 cms, compactado a un mínimo del 95% de la densidad máxima Proctor modificado del material.

Con esta combinación de tamaño máximo de material, e índices plásticos anotados, se consigue suprimir el peligro de levantamientos indeseables de expansión y el empleo económico y eficaz de los materiales de cerro a excavarse en el proceso de construcción y/o de canteras cercanas que pueden emplearse.

En los cortes de cerro (zonas onduladas) se deberá excavar hasta 0.40 m. por debajo del nivel de sub-rasante, todo material que tenga IP>= 15% pudiendo emplearse estos materiales gravosos que se obtengan de esta sobre-excavación, en la construcción la parte baja de los terraplenes a levantarse en las zonas de planada. El fondo de cajera a exponerse se lo debe escarificar, humedecer y compactar a un mínimo del 95% de la densidad máxima Proctor Standard que se establezca

para el material de fondo de cajera. Los 0.40 m. de excavación en estas zonas onduladas se los deberá reemplazar con préstamo importado (local o de las canteras que califiquen) que tenga tamaño máximo 10 cms, e IP<= 15% compactado en dos capas de 0.20 m. de espesor c/u a un mínimo del 95% de la densidad máxima Proctor modificado.

En las zonas onduladas donde el IP del terreno gravo arenoso natural debajo de la sub-rasante sea inferior al 15%, no es necesario reemplazar suelos, pero se deberá excavar la cajera de la excavación hasta 0.40 m por debajo de la sub-rasante, escarificar, humedecer y compactar el fondo de la cajera hasta un mínimo del 95% de la densidad máxima Proctor Standard y volver a tender y humedecer el material excavado, compactándolo hasta que alcance un mínimo del 95% de la densidad máxima Proctor Modificado.

Talud de Terraplenes

Las alturas de terraplén con material gravo areno arcilloso que requerirá el proyecto en estos tramos, efectuamos análisis de estabilidad de taludes y determinamos que taludes 1.5H: 1.0V tendrían un factor de seguridad mínimo de 1.5. Sin embargo, para que se tenga mayor

facilidad para dar mantenimiento a los taludes recomendamos se empleen taludes 2H: 1V.

Taludes de Corte

En todas las zonas donde se requiera corte se encontrarán las rocas blandas y fracturadas de la formación Cayo descrita, las mismas que como ya se mencionó pueden mantenerse estables para cortes verticales de hasta ± 5 m de altura en la calle. En base a esta observación recomiendo que los cortes tengan taludes 1H: 4V.

Canteras para Préstamo Importado y Sub-Base.-

La fuente potencial de materia de préstamo importado para este proyecto puede ser la Cantera San Luis (ubicada en el Km. 10 ½ de la vía a la Costa); mientras que, fuentes potenciales de sub-base pueden anotarse la misma Cantera San Luis o de COLISA (ex-cantera Chivería) localizada en Km. 28 de la vía a Daule. Las distancias desde ambas canteras hasta el área del proyecto son aproximadamente las mismas: 17 Kms a 18 Kms.

CAPITULO 3

3. PAVIMENTOS

3.1. Generalidades

Terminada de construir la obra básica del camino a nivel de subrasante, es necesario construir la superestructura suficiente, a fin de que los vehículos puedan circular por él durante el tiempo de diseño proyectado, en condiciones de comodidad, economía, y seguridad. La superestructura que se construya deberá ser la precisa para que, teniendo en cuenta la naturaleza y resistencia del suelo que constituye la subrasante, lleguen a ésta cargas que pueda resistir sin que la deformación exceda de la admisible.

Cada tipo de suelo y cada tipo de tráfico exigirá características y dimensiones mínimas para la superestructura o pavimento. El pavimento más económico será aquel en que la carga anual (interés y amortización del capital más gastos de conservación) sea un mínimo.

La técnica moderna dispone de muchos tipos de pavimentos de variadas condiciones de resistencia y costo. Es posible contar, en cada caso, según las condiciones del suelo natural, con el más adecuado para el tráfico que el camino ha de soportar, durante el período para el que se diseña. El diseño de un pavimento comprende el estudio del suelo y de los materiales que se usarán para sus diferentes capas, su comportamiento bajo la carga, y el diseño de sus espesores para soportar dichas cargas bajo todas las condiciones de clima.

Teniendo en cuenta que los pavimentos originan su soporte a partir de la subrasante, es necesario tener buenos conocimientos de mecánica de suelos para hacer un buen diseño de pavimento.

3.2. Concepto y Tipos de Pavimento

El pavimento es una estructura formada por varias capas de materiales de características diferentes, cuyo propósito es el de soportar el tráfico público de una manera segura, conveniente y económico por un determinado tiempo.

Los tipos de pavimento pueden clasificarse, de una manera general en dos grandes grupos, pavimentos flexibles y pavimentos rígidos, existiendo además los semiflexibles.

3.3. Secciones Típicas de Carreteras y Aeropuertos

Para carreteras el M.O.P. tiene hecha una clasificación de caminos, basada en el tráfico que deberá servir cada una de ellas, para un período de diseño, basado en un pronóstico de tráfico entre 15 y 20 años.

Tabla 3.1

SECCIONES TÍPICAS (ANCHO DE CARRILES) EN CARRETERAS

CARRILES					
CLASE DE CARRETERA	**TERRENO**		**ESPALDONES**		**TALUDES**
	LL - O	**O - M**	**LL - O**	**O - M**	
R-I o R-II más 8000 TPDA	4 (mediana 4m)		3.0		4:1 ó 2:1
I 3000 a 8000 TPDA	2 (3.65m c/u)	2 (3.65m c/u)	2.50	2.0	4:1 ó 2:1
II 1000 a 3000 TPDA	2 (3.65m c/u)	2 (3.65m c/u)	2.50	1.50	4:1 ó 2:1
III 300 a 1000 TPDA	2 (3.35m c/u)	2 (3.65m c/u)	2.0	1.50	4:1 ó 2:1
IV 100 a 300 TPDA	2 (3.0m c/u)	2 (3.0m c/u)	0.75	0.75	1 ½:1
V menos de 100 TPDA	2 (3.25m c/u)	2 (3.25m c/u)	----	----	1 ½:1

Para cada una de las clases de carreteras el M.O.P. tiene especificaciones de diseño geométrico que contemplan los valores de velocidad de diseño, radios mínimos de curvas horizontales y verticales, pendientes máximas y mínimas, etc.

Las secciones típicas de pistas de aeropuertos varían entre 20 y 200 metros de ancho, dependiendo del tipo de aeropuerto.

Los taxiways varían entre 7 y 30 m de ancho, las fajas de aterrizaje que tienen alrededor de 150 mts de ancho, no son áreas pavimentadas, sino zonas de material compactado que sirven para casos de emergencia.

3.4. Cargas por Rueda y Ejes Equivalentes

Para el diseño de pavimentos es necesario definir las cargas por rueda y las cargas por ejes.

Las cargas por rueda pueden dividirse en:

a) Ruedas simples
b) Ruedas dobles

Las cargas por ejes pueden dividirse en:

a) Ejes simples
b) Ejes con ruedas dobles
c) Ejes tandem con ruedas dobles

En la mayoría de los países se ha establecido como carga legal de diseño, por eje con llanta en 18000 libras, sin embargo en otros países han establecido como cargas estándar por eje en 20000 libras o 24000 libras.

Para los ejes en tandem en la mayoría de los países la carga de diseño es 32000 libras y algunos llegan hasta 36000 libras. En nuestro país para la variedad de cargas que se produzcan para el período de diseño serán transformadas en cada caso a ejes de 18000 libras.

3.5. Presión de Llanta y Presión de Contacto

En carreteras la presión de llanta para vehículos normales, tiene una variación entre 25 y 90 lbs/pg2.

En aeropuertos la presión es mayor pudiendo llegar hasta 200 lbs/pg2, los valores más bajos están alrededor de las 40 lbs/pg2.

Generalmente la carga de una llanta se considera distribuida en un área circular, a pesar de que en realidad el área de contacto se asemeja más a una elipse. La presión de contacto es el efecto que produce el contacto de la llanta con el pavimento, dependiendo de la magnitud de la presión de llanta.

Para llantas de alta presión, las paredes de llanta están en tensión, por lo tanto la presión de contacto es menor que la presión de llanta; para llantas de baja presión la presión de contacto es mayor que la presión de la llanta.

3.6. Factores de Diseño

El diseño de pavimentos se lo realiza con métodos empíricos o semiempíricos, es decir se basa en correlaciones matemáticas, con ciertas condiciones de comportamiento en el campo.

El comportamiento de un pavimento está sujeto a variables estructurales, variables de carga y variables de clima.

a) *VARIABLES ESTRUCTURALES.-* Resistencia del suelo y de las capas del pavimento, que se llama resistencia conjunta, espesor del pavimento, clasificación de materiales, índice estructural, etc.
b) *VARIABLES DE CARGA.-* Ruedas simples o dobles, ejes simples o dobles, frecuencia de aplicación de las cargas, distribución de las cargas, a través de la sección transversal del camino.
c) *VARIABLES DE CLIMA.-* Dentro de esto podemos citar, lluvias, nieve, variaciones de temperatura.

3.6.1. Índice Estructural y de Servicio

ÍNDICE ESTRUCTURAL.- Se llama índice estructural de un pavimento una relación que resulta de comparar el comportamiento del mismo, luego de sometido a ciertas pruebas con otro que se toma como ideal.

ÍNDICE DE SERVICIO.- Es aquel que indica las características físicas de un pavimento tales como: la cantidad de huellas o surcos que tiene en su superficie, las grietas, las características de rugosidad, etc.

La AASHO clasifica los pavimentos de acuerdo al índice de servicio de la siguiente manera:

Tabla 3.2

ÍNDICE DE SERVICIO	CONDICIÓN DEL PAVIMENTO
5	Muy Bueno
4	Bueno
3	Regular
2	Malo
1	Pésimo

3.6.2. Fallas en Pavimentos

En los pavimentos pueden ocasionarse fallas de orden estructural y funcional. Las fallas estructurales son cuando sufre un colapso la estructura del pavimento, o falla uno o más de sus partes componentes de tal magnitud de hacer el pavimento incapaz de sostener las cargas impuestas sobre su superficie. Las fallas funcionales son debidas a la rugosidad del pavimento y causan problemas a los vehículos que circulan sobre él, produciendo incomodidad a los pasajeros que van en los mismos.

Las fallas más comunes en pavimentos flexibles son:

a) Rajaduras en forma de mapa
b) Consolidación de una o más capas del pavimento
c) Fallas de corte, debido a la cohesión y fricción interna
d) Rajaduras longitudinales por falta de fricción interna
e) Fallas por cambio de humedad
f) Fallas por falta de adherencia de la base

En los pavimentos rígidos las fallas más comunes son:

a) *DURABILIDAD DEL CONCRETO.-* se despega la capa de concreto debido a los malos materiales
b) *FISURAS POR CONTRACCIÓN.-* generalmente durante el fraguado del concreto.
c) *USO INAPROPIADO DE BARRAS.-* mal alineadas o impropiamente colocadas
d) *RAJADURAS POR COMBEO DE LAS LOSAS.-* cuando se construyen juntas longitudinales
e) *FALLAS POR BOMBEO.-* cuando la subrasante está saturada de agua
f) *RAJADURAS ESTRUCTURALES.-* debido a las sobrecargas producidas por el tráfico o fatiga en el concreto

3.6.3. Tiempo de Servicio de los Pavimentos

Los promedios de duración hallados para los diferentes tipos de pavimentos en base a estadísticas de aproximadamente 50 años son los siguientes:

a) *SUELO ESTABILIZADO.-* promedio de duración 5 años. Son vías cuyo pavimento formado por el terreno natural ha sido mejorado por la estabilización con cemento, asfalto, calcio o agregados

b) *GRAVA COMPACTA.-* promedio de duración 5.3 años. Son vías cuyo pavimento está formado por grava natural compacta con un espesor determinado

c) *TRATAMIENTOS BITUMINOSOS.-* promedio de duración 12.6 años. Son aquellos pavimentos cuyas superficies tienen como mínimo una pulgada de penetración bituminosa, en capas de agregado que van generalmente desde abajo hacia la superficie

d) *MEZCLAS BITUMINOSAS.-* promedio de duración 13.1 años. Son aquellos pavimentos que tienen una pulgada o más de materiales bituminosos con mezclas que tienen un estricto control de granulometría

e) *CONCRETO ASFÁLTICO.-* promedio de duración 16.8 años. Son aquellos pavimentos que tienen carpeta asfáltica con especificaciones bastante precisas

f) *LOSA DE CONCRETO.-* promedio de duración 25.5 años. Son aquellos pavimentos que tienen losas de concreto hidráulico.

3.7. Pavimentos Flexibles

Los pavimentos flexibles consisten generalmente en una serie de capas de rigidez nula o relativamente débil, constituidas por materiales de calidad decreciente con la profundidad. En ellos la transmisión de las cargas del tráfico a la subrasante o al suelo de cimentación se realiza por un mecanismo de disipación gradual de tensiones, éstas van disminuyendo en forma paulatina con la profundidad por una razón de reparto y no por efecto de una resistencia elevada a flexión de las capas del pavimento que produzca un efecto semejante a una losa.

Las capas que normalmente forman o pueden formar un pavimento flexible, citadas desde la superficie hacia abajo son: superficie o capa de rodadura, base y sub-base. Este conjunto se asienta sobre la subrasante compactada o en algunos casos estabilizada.

Idealmente el pavimento está construido hasta profundidades donde los esfuerzos sobre una determinada, no causará desplazamientos, surcos u otros movimientos diferenciales que resultan en una mala superficie de rodadura, dado que la función de esta es precisamente la de proveer una suave superficie que resista los efectos del tráfico.

Si se considera únicamente la distribución de esfuerzos a través de un pavimento, no hay indicaciones de las fallas que resulten por desplazamientos del pavimento circundante, por otro lado si se considera solamente las fuerzas que causan el corte no hay indicaciones de fallas debidas a la consolidación.

Debido a esto es necesario realizar los dos tipos de análisis para determinar los esfuerzos producidos en los pavimentos.

3.8. Pavimentos Rígidos

Un pavimento rígido está constituido por losas de hormigón hidráulico que se apoyan directamente sobre la subrasante o por intermedio de una capa de base, dependiendo de la calidad del suelo de cimentación y subrasante. Las losas de hormigón trabajan a flexión y a causa de su alto grado de rigidez y elevado módulo de elasticidad, distribuyen las cargas del tráfico sobre un área amplia de cimiento.

El mecanismo de transmisión de esfuerzos es muy diferente a los pavimentos flexibles.

Debido al aumento de la magnitud y frecuencia de las cargas ha generalizado el empleo de bases granulares y en muchas ocasiones de suelos estabilizados.

Los pavimentos de hormigón hidráulico cuando son diseñados y construidos de una manera correcta presentan entre otros las siguientes ventajas:

a) Bien construidas, cuando no queda exceso de lechada en la superficie, son excelentes desde el punto de vista del deslizamiento; el coeficiente de rozamiento longitudinal tiene un valor aproximado a 0.70 y transversal de 0.65. Cuando están húmedos ambos coeficientes disminuyen.
b) Para el tráfico automotriz es una condición de seguridad, debido a su grado de rozamiento, además presenta una capa de rodadura uniforme.
c) No tiene ondulaciones como a veces sucede con los pavimentos flexibles.
d) Absorbe menos luz que el pavimento bituminoso y la difunde mejor, por ello es más luminoso de noche, y cuando está húmedo no produce los peligrosos efectos de espejo.

Las desventajas que podría tener son pocas y se refieren especialmente a procesos de construcción que es la causa principal para su destrucción. El diseño de hormigón hidráulico se hace teniendo en cuenta su resistencia y la calidad de los agregados a utilizar así como las proporciones necesarias de los componentes, tales como: cemento,

agua y agregados pétreos, siguiendo las normas y especificaciones existentes para el efecto.

3.8.1. Esfuerzos en Pavimentos Rígidos

Los esfuerzos resultan de varias causas tales como: las cargas de las ruedas, variaciones de temperatura, cambios en la humedad, cambios volumétricos en la subrasante o en la capa de base.

Los factores que producen esfuerzos en los pavimentos rígidos pueden clasificarse en cuatro grandes categorías.

a) Temperatura y deformaciones debidas a la humedad
b) Aplicación de cargas exteriores
c) Variaciones volumétricas del material soportante
d) Soporte continuo de la subrasante

ESFUERZOS CAUSADOS POR FLEXIÓN.- Se asume que la presión de reacción es proporcional a la deflexión

$$P = K \times Y$$

en donde:

K = Módulo de la reacción de la subrasante, que depende de la textura del suelo, densidad, humedad, resistencia del suelo y en pequeña escala varía con la dimensión del área cargada, usualmente se determina en el campo por intermedio de una placa de prueba, aplicando una carga unitaria sobre el plato de 10 lbs/pg2.

RIGIDEZ RELATIVA DE LAS LOSAS.- Un pavimento de concreto sometido a cargas se deforma, dependiendo de la posición, magnitud y área de contacto de la carga sobre la superficie del pavimento. La resistencia a la deformación depende de la rigidez del medio soportante como también de la rigidez de la losa.

Según WESTERGAARD utilizando el radio de rigidez relativo expresa lo dicho anteriormente con la siguiente ecuación:

$$I = \sqrt{\frac{Eh^3}{12(1-\mu^2)K}}$$

en donde:

I = Radio de rigidez relativo

E = Modelo de elasticidad del pavimento

h = Espesor del pavimento

μ = Relación de poisson (para pavimento μ = 0.15)

k = Módulo de relación de la subrasante

Tabla 3.3

RADIOS DE RIGIDEZ RELATIVA EN FUNCIÓN DEL ESPESOR DEL PAVIMENTO Y EL MÓDULO DE REACCIÓN DE LA SUBRASANTE.

RADIOS DE RIGIDEZ RELATIVA						
l = en pulgadas						
(μ = 0.15 E = 4.000.000 psi)						
h (in.)	**k = 50**	**k = 100**	**k = 200**	**k = 300**	**k = 400**	**k = 500**
9.0	47.22	39.71	33.39	30.17	28.08	26.55
9.5	49.17	41.35	34.77	31.42	29.24	27.65
10.0	51.10	42.97	36.14	32.65	30.39	28.74
10.5	53.01	44.57	37.48	33.87	31.52	29.81
11.0	54.89	46.16	38.81	35.07	32.64	30.87
11.5	56.75	47.72	40.13	36.26	33.74	31.91
12.0	58.59	49.27	41.13	37.44	34.84	32.95
12.5	60.41	50.80	42.72	38.60	35.92	33.97
13.0	62.22	52.32	43.99	39.75	36.99	34.99
14.0	65.77	55.31	46.51	42.02	39.11	36.99
15.0	69.27	58.25	48.98	44.26	41.19	38.95
16.0	72.70	61.13	51.41	46.45	43.23	40.88
17.0	76.08	63.98	53.80	48.61	45.24	42.78
18.0	79.41	66.78	56.16	50.74	47.22	44.66
19.0	82.70	69.54	58.48	52.84	49.17	46.51
20.0	85.95	72.27	60.77	54.92	51.10	48.33
21.0	89.15	74.97	63.04	56.96	53.01	50.13
22.0	92.31	77.63	65.28	58.98	54.89	51.91
23.0	95.44	80.26	67.49	60.98	56.75	53.67
24.0	98.54	82.86	69.68	62.96	58.59	55.41

3.8.2. Determinación del Espesor de Losa

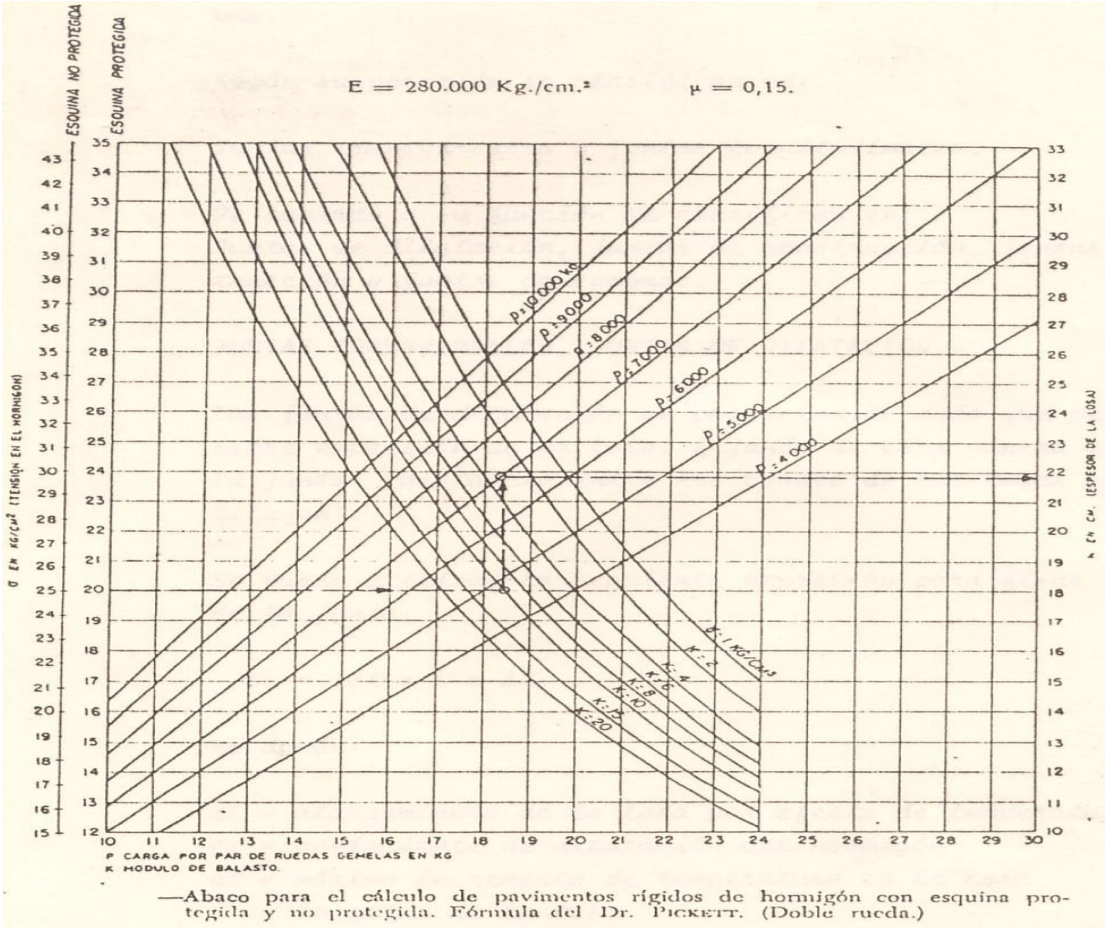
El espesor teórico se fija de modo que la tensión crítica a tracción por flexión en el hormigón sea admisible. La tensión crítica corresponde a carga de esquina durante el combado borde arriba. Se considera en la losa 3 bordes, a través de los cuales se realiza una cierta transmisión de carga de las losas contiguas. La esquina crítica es la formada por un borde libre y una junta transversal y, dentro de ellos, la experiencia ha demostrado ser la formada por el borde libre y junta de dilatación.

De la mayor a menor perfección en el sistema de transmisión de cargas de cada junta, dependerá que la diferencia entre la tensión crítica de esquina y la tensión del borde o interior sea mayor o menor.

La P.C.A. recomienda se fije el espesor por la fórmula de PICKETT

$$\frac{3.36P}{h^2}\left[1-\frac{\sqrt{\frac{a}{I}}}{0.925+0.22\frac{a}{I}}\right]<\sigma\ admisible$$

Según esta fórmula se ha confeccionado un ábaco para la determinación de los espesores de losa para pavimentos



—Abaco para el cálculo de pavimentos rígidos de hormigón con esquina protegida y no protegida. Fórmula del Dr. PICKETT. (Doble rueda.)

Las diferencias de espesores que se obtienen entre el ábaco y aplicando el cálculo teórico, son muy pequeñas para cada tipo de suelo y tráfico. Debido a esto y a las ventajas que ofrece la normalización, en la mayoría de los países de Europa y América, se han fijado 2 o 3 espesores directamente relacionados con el tipo de suelo, clase e intensidad de tráfico, así como también se fija el espesor y naturaleza de la base.

En base a esto puede decirse que los espesores normales de losas son:

20 cm para tráfico ligero o medio,

22 – 25 cm para tráfico pesado,

28 cm para tráfico muy pesado.

El hormigón deberá tener una resistencia a la flexotracción de 50 kg/cm^2 a los 28 días. Las bases deben apoyarse sobre una base estabilizada de 15 ó 20 cm de espesor. A pesar de lo dicho anteriormente si es posible se debe realizar un cálculo minucioso del espesor de la losa de cemento, ya que el costo de construcción es muy elevado.

3.9. Juntas en Pavimentos Rígidos

Las juntas se prevén en los pavimentos rígidos para disminuir los efectos de temperatura y humedad y por razones constructivas.

Según su posición se clasifican en:

Juntas transversales y juntas longitudinales.

De acuerdo a su función se clasifican en:

a) Juntas de dilatación
b) Juntas de construcción
c) Juntas de contracción
d) Juntas de combado

3.9.1. Juntas Transversales, Juntas de Dilatación

Las juntas de dilatación se proyectan de modo que permita la libre expansión de la losa, fijando de esta manera el ancho de la junta (distancia entre los bordes de las losas que la constituyen)

Se puede utilizar la siguiente expresión para fijar el ancho de la junta.

$$\Delta L = et \times L \times \Delta t$$

en donde:

ΔL = alargamiento de la losa por efecto de temperatura

et = coeficiente de dilatación del hormigón

Δt = máximo incremento de temperatura en la losa

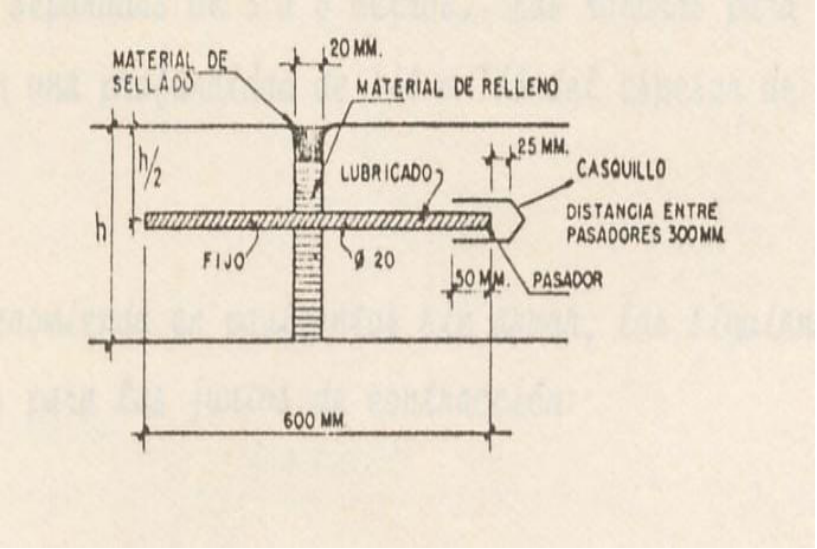
L = longitud de la losa

Este espacio se rellena con material elástico de tal manera que al ser comprimido no sea expulsado y al contraerse el hormigón, el material de la junta aumente de volumen y la junta quede llena.

En la actualidad el criterio universalmente aceptado se orienta a la mayor separación de las juntas de dilatación, debiendo ser construidas en toda la profundidad de la losa.

La P.C.A. recomienda separar las juntas de dilatación de 180 a 240 mts dándoles un ancho de 2 a 2.5 cm, recomienda también colocar juntas en las uniones del pavimento con otras estructuras.

Las juntas de dilatación deberán llevar elementos de transmisión de carga de una losa a la contigua. Esto se hace utilizando pasadores, por lo general redondos de 20 a 25 mm de diámetro con longitud de 50 a 60 cm separados entre si unos 30 a 40 cms, cuidando de engrasarlos en la mitad de su longitud, así como prever un casquillo que permita su movimiento.



El A.C.I. fija para los pasadores de juntas en losas las siguientes características.

Tabla 3.4

DIMENSIONES MÍNIMAS PARA PASADORES DE JUNTAS DE DILATACIÓN Y CONTRACCIÓN

ESPESOR DE LA LOSA	P A S A D O R E S		
	DIÁMETRO	LONGITUD	SEPARACIÓN
	mm.	cm.	cm.
15	19	46	30
18	24	46	30
20.5	25	46	30
23	32	46	30
25.5	32	46	30

3.9.2. Juntas de Contracción

Las juntas transversales de contracción lo son también normalmente las de combado. Cuando la losa se contrae uniformemente por una disminución de su temperatura media o de su contenido de humedad, aparecen por el rozamiento con la subrasante, tensiones de tracción. Colocando juntas transversales a distancias convenientes, estas tensiones quedan reducidas a límites admisibles.

En el caso del combado de la placa la junta actúa como una articulación imperfecta, reduciendo de esta forma la luz libre de flexión.

La tendencia actual es dividir el pavimento mediante juntas de contracción separadas de 3 a 6 metros. Las ranuras para la junta tienen una profundidad de ¼ a $^1/_3$ del espesor de la losa.

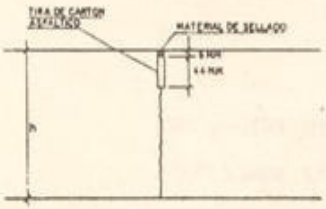
La P.C.A. recomienda en pavimentos sin armar, las siguientes separaciones para las juntas de contracción:

Tabla 3.5

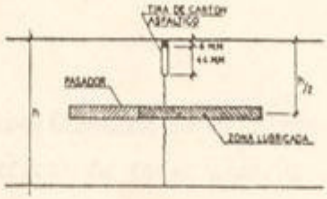
TIPO DE AGREGADO GRUESO UTILIZADO EN LA PREPARACIÓN DEL HORMIGÓN	**DISTANCIA ENTRE JUNTAS DE CONTRACCIÓN (m)**
Granito	7.5
Caliza	6
Marga	6
Grava calcárea	6
Grava silícea	4.5
Grava inferior a 20mm	4.5
Escoria	4.5

Los gráficos siguientes muestran los diferentes tipos de juntas de contracción.

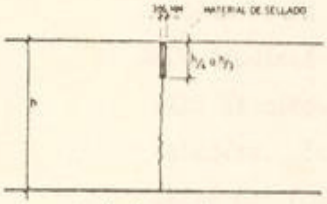
JUNTAS DE CONTRACCION



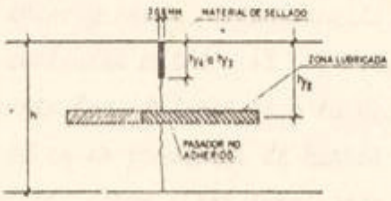
Junta simulada de tira sumergida sin pasador.



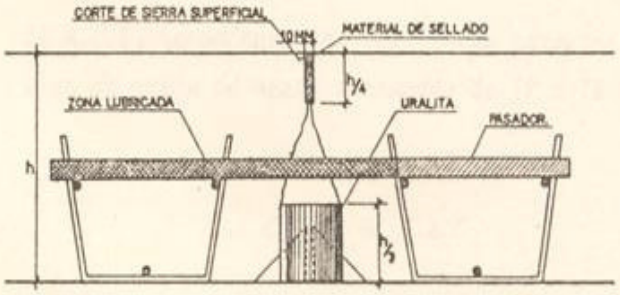
Junta simulada de tira con pasador no adherido.



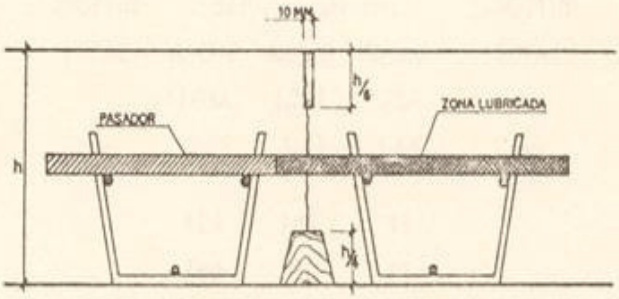
Junta simulada cortada a sierra.



Junta simulada con pasador no adherido.



Junta de tira embebida y chapa de uralita.



Junta serrada con sección debilitada por taco de madera.

3.9.3. Juntas de Construcción

Son generalmente juntas a tope y deben ir provistas de los correspondientes pasadores adheridos para la transmisión de cargas.

Las juntas transversales de construcción se utilizan cuando se interrumpe el trabajo al finalizar la tarea diaria.

Las juntas longitudinales son las que dividen longitudinalmente el pavimento, si la carretera es de 2 carriles es frecuente hormigonarla en todo lo ancho y crear posteriormente una junta longitudinal ciega, por cualquier método; si se hormigona por vías de circulación la junta longitudinal es a la vez de construcción.

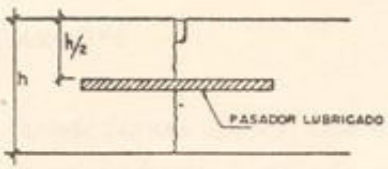
En todo caso deben ir provistas de barras de unión entre las losas; estas barras deben estar empotradas perfectamente en las dos losas, ya que el objeto de estos es evitar la separación y transmitir las cargas entre las losas. El A.C.I. recomienda las siguientes características en las barras de unión de acero corrugado de 12 a 16 mm.

Tabla 3.6

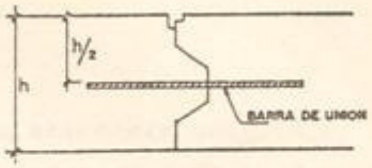
ESPESOR DE LA LOSA - cm -	LONGITUD TOTAL - cm -	12 mm			LONGITUD TOTAL - cm -	16 mm		
		SEPARACIÓN cm.				SEPARACIÓN cm.		
		ANCHO LOSA	ANCHO LOSA	ANCHO LOSA		ANCHO LOSA	ANCHO LOSA	ANCHO LOSA
		3.05	3.35	3.65		3.05	3.35	3.65
15	50	120	105	95	60	120	120	120
18		100	90	85		120	120	110
20.5		85	80	70		120	110	110
23		75	70	60		120	110	100
25.5		70	65	65		120	110	90

En los gráficos siguientes se muestran los diferentes tipos de juntas de construcción tanto transversales como longitudinales

JUNTAS DE CONSTRUCCION TRANSVERSALES

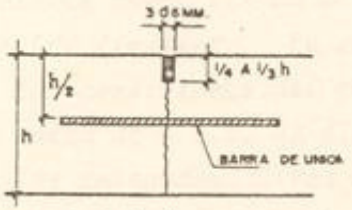


Junta de construcción transversal a tope.

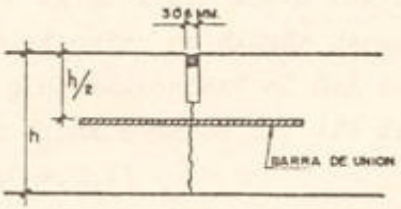


Junta de construcción machiembrada.

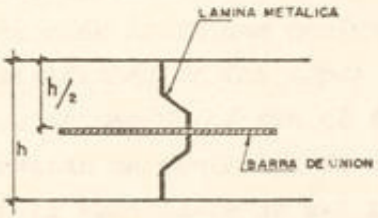
JUNTAS LONGITUDINALES DE CONSTRUCCION



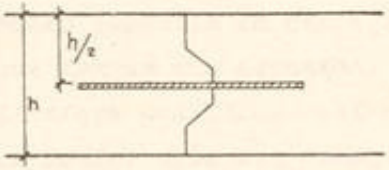
Junta simulada de tira sumergida.



Junta simulada serrada.



Junta de combado con lámina metálica.



Junta de construcción machiembrada.

3.10. Subrasantes – Subbases – Bases y Superficie de Rodadura para Pavimentos

Subrasantes

Las condiciones de la subrasante son raramente son raramente uniformes, que pueda considerarse exista en ella un solo tipo de suelo. Cuando se presentan varios tipos de suelo, los valores CBR de diseño de cada uno de ellos deben ser seleccionados cuidadosamente. Si se presentan varias clases de suelos en diferentes secciones del camino y además están claramente separados ocupando longitudes considerables, es factible diseñar el pavimento para cada clase de suelo.

Si varios suelos se presentan entre mezclados, la única solución factible puede ser un solo diseño en base del suelo con el valor CBR limitante. En este caso el valor de diseño dependerá de las condiciones del proyecto y corresponderá al del suelo cuyo valor de C.B.R. de diseño sea igual o menor del 80% de los suelos ensayados.

La compactación de la subrasante debe obtenerse durante la construcción hasta una profundidad donde la densidad natural y la resistencia de las capas del subsuelo soporten la densificación que se

producirá por el tráfico que tengan que soportar. En general un mínimo de 20 a 30 cms por debajo del nivel de la subrasante de una sección en corte, debe ser compactada hasta obtenerse una densidad similar a la densidad de las secciones adyacentes en relleno.

La compactación es más eficiente y las resistencias CBR son mayores cuando el contenido de humedad de compactación está en o cerca del contenido óptimo para un esfuerzo de compactación dado.

3.10.1. Subrasante Mejorada

Con prácticas de economía por lo general se usa en el diseño de pavimentos los materiales disponibles localmente o materiales relativamente baratos en la construcción de capa o capas entre la subrasante y la base.

La capa de la subrasante mejorada puede ser una modificación de la subrasante existente, una nueva capa construida directamente sobre esta y se establece la distinción con la subbase, limitando arbitrariamente su máximo valor CBR de diseño a menos de 20, de esta manera se permite el uso de una amplia gama de materiales de bajo costo.

Los métodos empleados para mejorar subrasante son diversos, dependiendo su empleo de acuerdo a un análisis económico.

MEZCLAS DE MATERIAL GRANULAR Y ARCILLA.- constituidos por un material granular resistente, arena gruesa y fina, preferiblemente con algo de grava, mezclado con la proporción conveniente de arcilla, como material cohesivo.

MEZCLAS DEL SUELO CON CEMENTO.- este tipo es el más antiguo de todos los sistemas de estabilización, su técnica es más rigurosa que la de corrección del suelo con otro elemento.

En los suelos tratados con cemento la mezcla, una vez humedecida se la ha de extender y consolidar antes que se inicie el fraguado. Debido a que esta mezcla es más costosa hay que ajustar correctamente la proporción de cemento para que cumpliendo las condiciones de resistencia y estabilidad precisa no resulte antieconómica. Las ventajas del suelo estabilizado con cemento son grandes, su resistencia a las cargas y a los agentes atmosféricos es muy superior a la que es posible obtener simplemente por la mezcla de suelos.

Una gran variedad de suelos pueden estabilizarse con cemento, desde los típicamente granulares a los de alta plasticidad.

Para la determinación de la proporción más conveniente de cemento pueden seguirse dos técnicas.

a) Según la técnica americana con suelo A-1, A-2, deben tantearse proporciones de 6,8 y 10 por ciento de cemento; con suelos A-3, A-4, A-5 deben tantearse proporciones de 8, 10 y 12 por ciento de cemento. Todos estos porcentajes deben ser ensayados en laboratorio de acuerdo a las normas y especificaciones existentes para el efecto.
b) La técnica Inglesa proyecta la mezcla para alcanzar una resistencia determinada, a los siete exige un mínimo de 17,5 kg/cm^2 cuando el tráfico es pesado.

MEZCLAS DE SUELO CON CAL.- La acción de la cal en el suelo es doble: en primer lugar actúa sobre las bases de cambio de la arcilla y los iones metálicos ligeros son reemplazados por los cationes de calcio; por otra parte sobre la superficie de las partículas de arcilla se acumulan cationes adicionales de calcio, la carga eléctrica superficial de las partículas se altera y la plasticidad del suelo baja, puede consolidarse más rápidamente, produciendo una unión cementación de las partículas del suelo.

La reducción de plasticidad del suelo tratado es más importante para una misma dosificación de cal a medida que aquella sea más elevada: en suelos muy poco plásticos puede darse el caso de que la plasticidad aumenta ligeramente con la adición de cal, la cantidad óptima de cal a añadir depende fundamentalmente del tipo de suelo.

La cantidad de cal se recomienda sea como mínimo del 5 por ciento, hay que tener presente que la capacidad de duración en un suelo estabilizado con cal es mayor a medida que mayor es la proporción de ésta.

Las proporciones definitivas dependen de los tanteos de mezcla realizados en el laboratorio de acuerdo a las normas y especificaciones existentes para el efecto.

La construcción y puesta en obra de este tipo de mezclas y de todos los que se crea convenientes para estabilizar un suelo se lo hace siguiendo normas establecidas dadas por los organismos competentes.

SUBBASES.- Los requerimientos para los materiales a usar en las subbases, son mucho más exigentes y estrictos en cuanto a uniformidad, resistencia, plasticidad y graduación.

Los materiales no tratados para subbases deben tener valores de CBR entre 20 a 50. La compactación de las capas de subbase no debe ser menor del 100% de la máxima determinada por el método T-180 de AASHO, para materiales granulares y no menos de 95% para capas de material tratado.

Los coeficientes estructurales se han fijado en base a la calidad de los materiales no tratados y van desde 0.035 para valores CBR entre 20 y 30, a 0.043 para valores CBR entre 40 y 50. Esta última relación se concuerda con la de los materiales en el ensayo de carretera de la AASHO y a sus resultados.

En el caso de materiales estabilizados, la escala de valores sugerida es de 0.059 a 0.070 y al seleccionar el valor de diseño se debe considerar la calidad de la capa subyacente, además de las propiedades de resistencia del material.

Por ejemplo el valor máximo de 0.010 debe usarse si la capa subyacente tiene un valor CBR de diseño de 10 a 20 y en cambio se usará un valor mínimo de 0.059 cuando se construye directamente sobre una subrasante con CBR del orden de 5, suponiendo que las resistencias son similares en ambos casos.

Las subbases de agregados reclasifican en las sigui8entes clases.

a) SUBBASE CLASE 1 son subbases construidas con agregados obtenidos por trituración de piedras o gravas, graduados uniformemente de grueso a fino dentro de los límites de graduación.
b) SUBBASE CLASE 2 son subbases construidas con agregados obtenidos por cribado de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas, graduadas uniformemente de grueso a fino dentro de los límites.
c) SUBBASE CLASE 3 son subbases construidas con material tenido de la excavación para la plataforma o de fuentes préstamo, siempre que cumpla las especificaciones.
d)

Tabla 3.7

REQUERIMIENTOS ESPECIFICADOS DE GRADUACIÓN PARA SUBBASE

PORCENTAJE EN PESO QUE PASA POR LOS TAMICES DE MALLA AASHO T 11 Y T 27				
TAMIZ		**CLASE 1**	**CLASE 2**	**CLASE 3**
3”	(76.2 mm)	----	----	100
2”	(50.4 mm)	----	100	----
1 ½”	(38.1 mm)	100	90 – 100	----
Nº 4	(4.75 mm)	30 – 70	40 – 80	50 – 90
Nº 200	(0.075 mm)	0 – 15	0 – 20	0 – 25

Tabla 3.8

REQUERIMIENTOS PARA CAPAS DE SUBRASANTE MEJORADA Y SUBBASE								
	Diseño CBR o Resistencia a la compresión (1)	**Coeficiente Estructural**	**Tamaño Máximo**	**# 10**	**# 200**	**L.L.**	**I.P.**	**% de compactación. Método T180**
SUBRASANTE MEJORADA								
Arena o suelo seleccionado	15 – 19		----	----	25	25	6	95 (2)
Arena o suelo seleccionado	10 – 15		----	----	35	30	8	95 (2)
Suelo Seleccionado	7 – 10		----	----	45	35	10	95
Suelo Seleccionado	5 – 6		----	----	----	45	15	95
Suelo tratado con cal	5 – 19		----	----	----	----	15	95
SUBBASE								
Arena Grava	20 – 35	0.035	7.62 cm	100	15	25	5	100
Arena Grava	35 – 50	0.039	7.62 cm	80	15	25	5	100
Arena Grava	40 – 50	0.043	7.62 cm	50	15	25	5	100
Suelo-cemento	250 – 450 (1)	0.059	7.62 cm	----	----	----	----	95
Suelo-cal	100 (1)	0.059 – 0.071	7.62 cm	----	----	----	----	95
1) Resistencia a la compresión después de 7 días de curado húmedo								
2) 100% para capas sin cohesión								

3.11. Estudio Técnico Económico del Pavimento

El pavimento rígido por su calidad de componentes y dificultad en construcción no es posible construirlo en cualquier parte sin que demande un costo elevado, deberán diseñarse en donde exista un elevado porcentaje de tráfico y se considera estrictamente necesario mientras que un pavimento flexible es más fácil de construir y menos costoso, además puede hacérselo en cualquier parte que lo exija.

El pavimento rígido tiene mayores ventajas que el flexible, debido a que tiene más años de vida útil, presenta una superficie de rodadura de excelentes condiciones para el tráfico, son menos permeables y si el diseño es correcto se dañan menos.

Económicamente los pavimentos flexibles, con tratamientos bituminosos, son más baratos que los rígidos en cuanto a construcción, pero debido a su comportamiento el costo de mantenimiento es mayor ya que los pavimentos flexibles tienen menor vida útil que los rígidos.

En relación a la seguridad la superficie de un pavimento rígido perfectamente terminada ofrece mejores ventajas que un flexible con tratamiento bituminoso, debido a la rugosidad y da una mejor visibilidad nocturna proveniente de su color y textura.

En cuanto a comodidad, los pavimentos rígidos de concreto debido al perfeccionamiento en los sistemas de transferencias de cargas a través de las juntas y, aún en la eliminación total de estos usando técnicas avanzadas, ha permitido suprimir las vibraciones del vehículo y obtener una superficie de rodadura suave y segura.

3.12. Calculo del Pavimento para la Av. Teodoro Alvarado Olea

Cantidad, Tipo y Peso de los Vehículos del Transito Actual y Futuro Previsible

La aplicación del método propuesto por la P.C.A. Exige conocer la distribución de las cargas del tránsito, tanto para el caso de sistemas de ejes tandem. El método depende de una investigación de transito muy cuidadoso.

Se define como el número de ejes que pasan por el carril de diseño, clasificado por tipo y carga por eje. Este es el parámetro que influya más en el cálculo de espesores. Para determinarlo se toma en cuenta lo siguiente.

a) La distribución de pesos por cada 1000 vehículos
b) Las tasas de crecimiento
c) Los factores de distribución del tránsito. Se relacionan a como se distribuye el tráfico pesado ene l carril de diseño en un camino de varios carriles, tal como ocurre en el caso de las autopistas.

Calculo del Tráfico Actual

Tráfico Actual = T. Existente + T. Atraído + T. Desarrollado

Tráfico Actual = T.E. + 0.05 T.E. + 0.10 T.E.

Tráfico Actual = 1.15 T.E.

LIVIANOS	T.A.=	1343	+ 0.05 * 1343	+ 0.10 * 1343	= 1545
BUSES	T.A.=	155	+ 0.05 * 155	+ 0.10 * 155	= 179
CAMIÓN – C2	T.A.=	138	+ 0.05 * 138	+ 0.10 * 138	= 159
CAMIÓN – C3	T.A.=	92	+ 0.05 * 92	+ 0.10 * 92	= 106
TRAILER T3-S2	T.A.=	3	+ 0.05 * 3	+ 0.10 * 3	= 4
TRAILER T3-S3	T.A.=	7	+ 0.05 * 7	+0.10 * 7	= 9

RESUMEN DEL CALCULO DEL TRÁFICO ACTUAL DE LA VÍA "DR. TEODORO ALVARADO OLEA"					
TIPO DE VEHÍCULO		**TRAFICO EXISTENTE**	**TRAFICO ACTUAL**	**TOTAL**	**%**
LIVIANOS		1343	1545	1545	77
PESADOS	**BUSES**	155	179	457	23
	C-2	138	159		
	C-3	92	106		
	T3-S2	3	4		
	T3-S3	7	9		
TOTAL		**1738**	**2002**	**2002**	**100**

Datos y Cálculos del Método de la P.C.A.

Parámetros para el diseño:

n = 30 años

i = tasa de crecimiento anual 1.5%

$$\text{Factor de Proyección} = \frac{(+i)^{n} - 1}{n \times i} = \frac{(+0.015)^{30} - 1}{30 \times 0.015} = 1.25$$

Factor de Seguridad

Carretera	**Fs**
Autopista de 1º orden	1.20
Secundaria	1.10
Camino Vecinal	1.00

Para nuestro caso escogemos F.S. = 1.20

Repeticiones Esperadas (re)

REPETICIONES ESPERADAS				
EJES SIMPLES				
Tipos de vehículos	cargas por ejes ton.	Trafico Actual	Repeticiones Esperadas	Repeticiones Esperadas x 0.5
livianos	1,00	1545	21169001	10584500,4
	1,00	1545	21169001	10584500,4
buses	5,50	179	2452590	1226294,9
	10,00	179	2452590	1226294,9
camión - c2	5,50	159	2178557	1089278,7
	10,00	159	2178557	1089278,7
camión - c3	5,50	106	1452372	726185,8
trailer t3 - s2	5,50	4	54806	27403,2
trailer t3 - s3	5,50	9	123315	61657,3
			53230789	26615394,3

REPETICIONES ESPERADAS				
EJES TANDEM				
Tipos de vehículos	cargas por ejes ton.	Tráfico actual	Repeticiones Esperadas	Repeticiones Esperadas x 0.5
camión - c3	18,00	106	1452372	726185,791
trailer t3 - s2	18,00	4	54806	27403,2374
	18,00	4	54806	27403,2374
trailer t3 - s3	18,00	9	123315	61657,28414
	22,50	9	123315	61657,28414
			1808614	904306,8341

a) Con el CBR de diseño de la sub-rasante igual a 19% vamos a la fig 1 y obtenemos k de la subrasante que no da 6.90 kg/cm^3

b) Una vez encontrado k de sub-rasante y asumiendo un espesor de base vamos a la tabla fig 2 (para una base granular) y hallamos el k del sistema

K sist = 95MPA

Fig. 1

RELACION APROXIMADA ENTRE LA CLASIFICACION DEL SUELO Y LOS VALORES DE CBR Y K

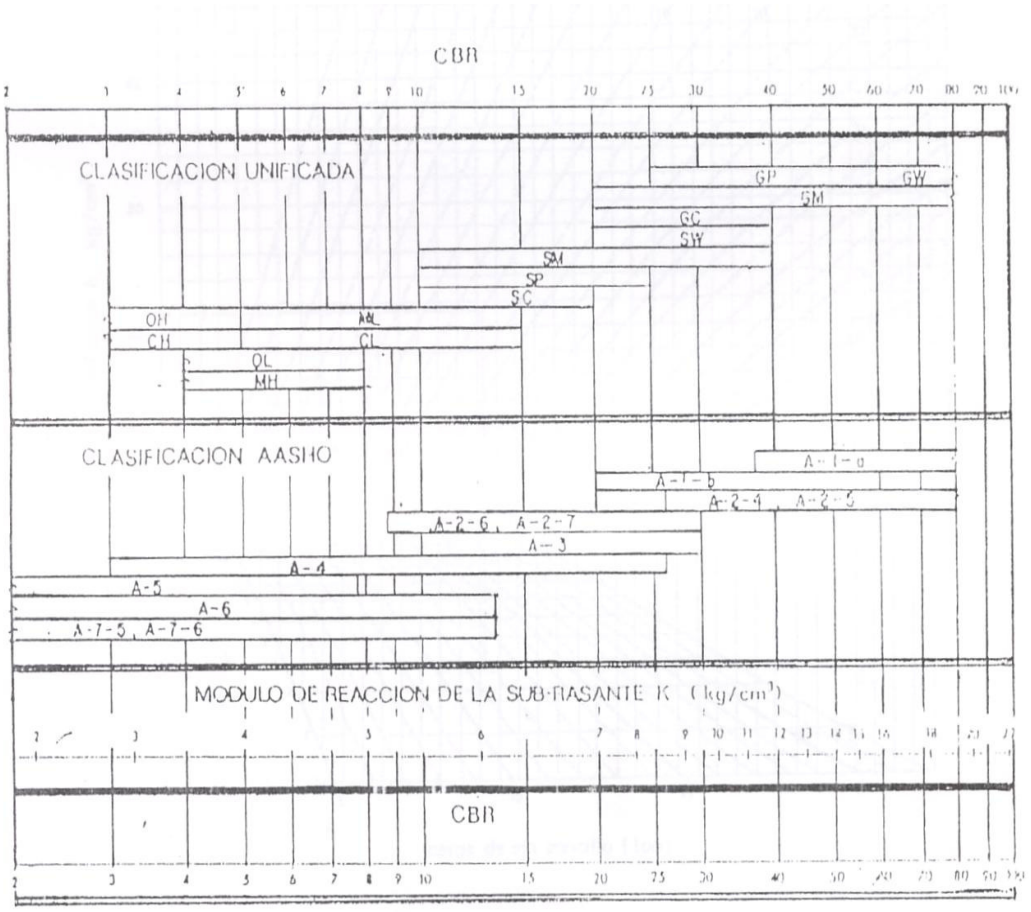
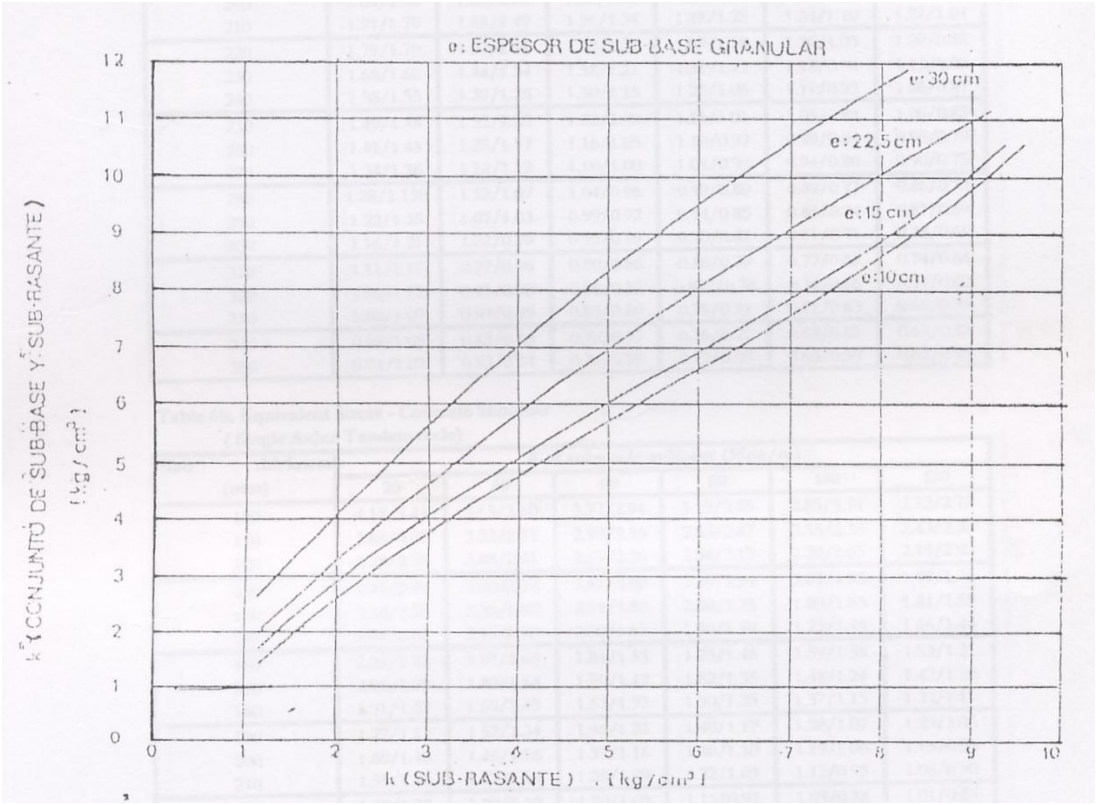


Fig. 2

INFLUENCIA DEL ESPESOR DE LA SUBBASE GRANULAR

SOBRE EL VALOR DE K



MODULO DE ROTURA.- El concreto en los pavimentos rígidos deben tener el modulo de rotura a la flexión no menor de 40 kg/cm^2 a los 28 días. Por lo tanto se deberá usar un hormigón con una resistencia entre los 200 y 400 kg/cm^2, puesto que el modulo de rotura es aproximadamente igual a:

MR = (0.12 a 0.15) x f´c f´c = 320 kg/cm^2

MR = 0.13 x 320 MR = 42 kg/cm^2

Procedimiento de Cálculo

1) Carga de ejes en toneladas
2) Carga de ejes multiplicado por un factor de seguridad
3) Con el k de sistema y el espesor de la losa asumido obtenemos en la figura V-2 y V-3, los esfuerzos de losas para ejes sencillos tandem y triples, respectivamente
4) Relación de esfuerzos que va a ser igual al esfuerzo en la losa sobre el MR
5) Con el valor de la relación de esfuerzos y la tabla V-1 obtenemos el número de repeticiones admisibles
6) Repeticiones esperadas es igual al producto del tráfico actual, los 365 días del año, el período de diseño y el factor de proyección REE = TA x 365 x n x Fp
7) Fatiga de la losa, es la relación de las repeticiones esperadas entre las repeticiones admisibles
8) Relación de esfuerzos II es igual a factor de ponderación por la relación de esfuerzos
9) Número de repeticiones admisibles II se lo obtiene de la tabla V-1 (Minor)
10) Consumo de fatiga II es la relación entre el número de repeticiones esperadas y el número de repeticiones admisibles II.

TABLA. 3.9

TABLA DE MINOR

RELACION DE ESFUERZOS (ft/MR)	Nº DE REPETICIONES ESPERADAS	RELACION DE ESFUERZOS (ft/MR)	Nº DE REPETICIONES ESPERADAS
0.5	a	0.68	3500
0.51	400000	0.69	2500
0.52	300000	0.7	2000
0.53	240000	0.71	1500
0.54	180000	0.72	1100
0.55	130000	0.73	850
0.56	100000	0.74	650
0.57	75000	0.75	490
0.58	57000	0.76	360
0.59	42000	0.77	270
0.6	32000	0.78	210
0.61	24000	0.79	160
0.62	18000	0.8	120
0.63	14000	0.81	90
0.64	11000	0.82	70
0.65	8000	0.83	50
0.66	6000	0.84	40
0.67	4500	0.85	30

Fig. 3 NOMOGRAMA PARA CÁLCULO DE ESFUERZOS DE BORDE PARA EJES SENCILLOS

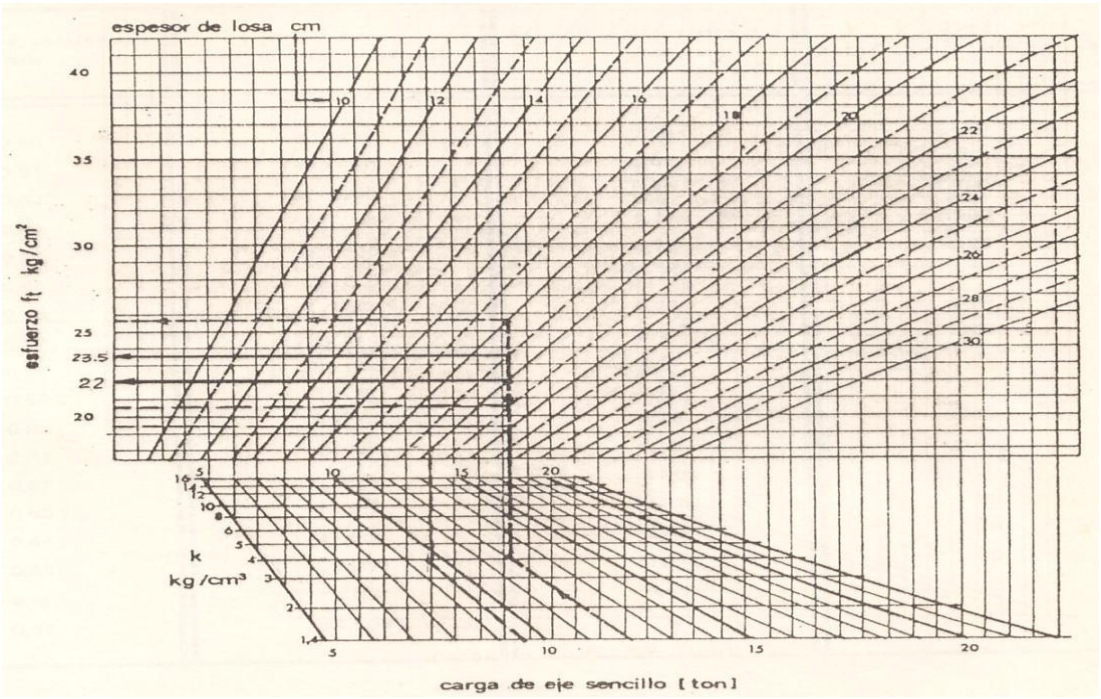
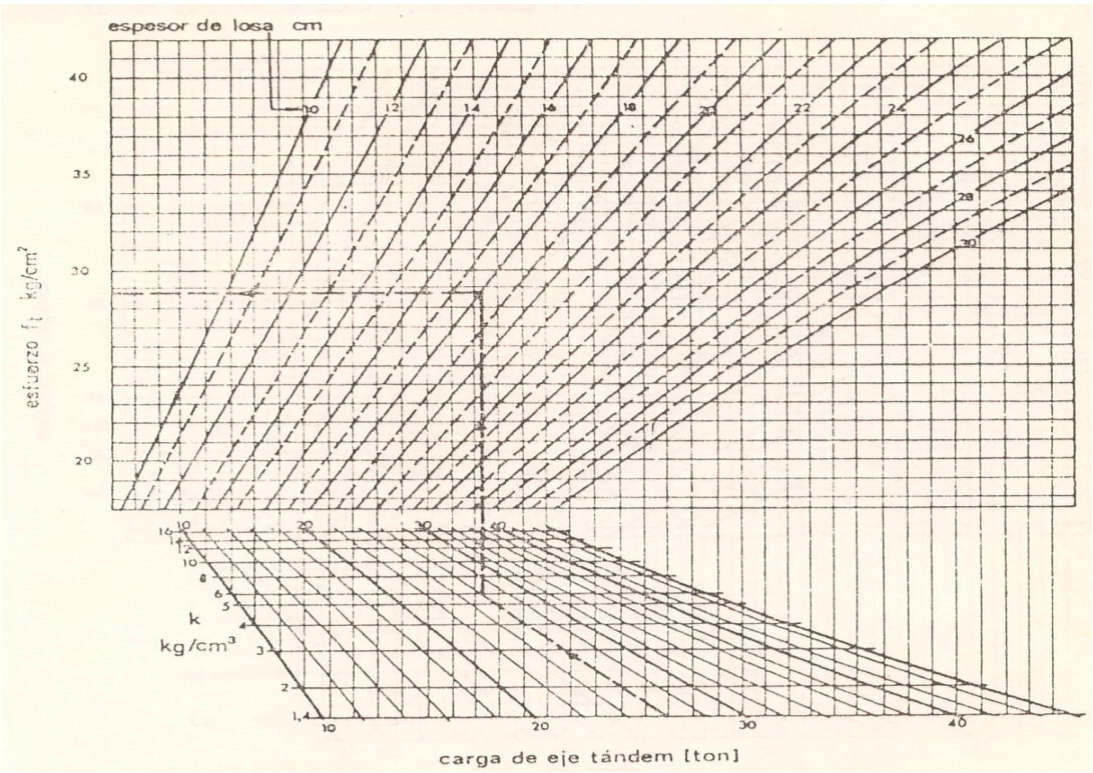


Fig. 4 NOMOGRAMA PARA CÁLCULO DE ESFUERZOS DE BORDE PARA EJE TANDEM



ESFUERZO EQUIVALENTE

EJES SIMPLES

80	1.31
140	1.18
60	0.13
15	X = 0.0325

EE = 1.28

RELACIÓN DE ESFUERZOS

REE = EE/MR

REE = 1.28/4.20

REE = 0.30

FACTOR DE EROSION

80	2.83
140	2.8
60	0.03
15	X = 0.0075

FE = 2.82

ESFUERZO EQUIVALENTE

EJES DOBLES

80	1.12
140	0.98
60	0.14
15	X = 0.035

EE = 1.09

RELACIÓN DE ESFUERZOS

REE = EE/MR

REE = 1.09/4.20

REE = 0.26

FACTOR DE EROSIÓN

80	2.98
140	2.91
60	0.07
15	X = 0.0175

FE = 2.96

Diseño de la P.C.A. Aplicando Factores de Ponderación (Carriles de 3.35 m)

h subbase granular = 25 cm
MR = 42 kg/cm^2

Datos:

E = 300000 kg/cm^2 k subrasante: 6.9 kg/cm^2
h (losa) = 23 cm k sistema : 95 MPA

Cargas por ejes	Cargas * Fs	Esfuerzo en la losa	Relación de esfuerzos	# de repeticiones admisibles	# de repeticiones esperadas	% de fatiga
Ejes simples						
1,00	1,2	0	0	a	21169000,9	0
5,50	6,6	0	0	a	3130819,9	0
10,00	12	0	0	a	2315573,6	0
Ejes tandem						
18,00	21,6	0	0	a	842649,55	0
22,50	27	19	0,45	180000	61657,28414	0
						0% < 100%

SECCION TIPICA

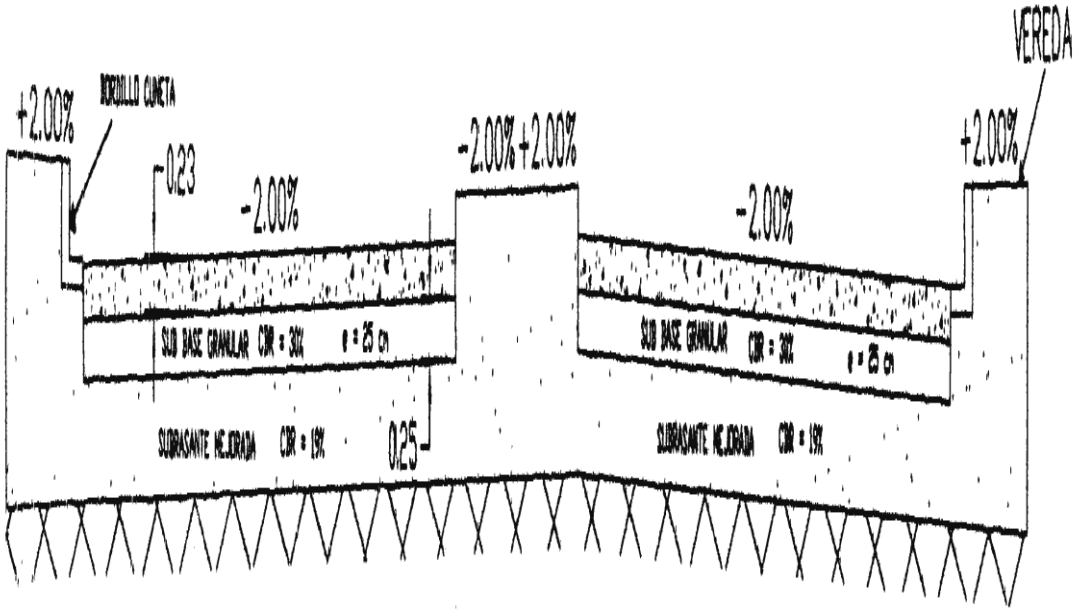


Table 6a. Equivalent Stress - No Concrete Shoulder
(Single Axle/ Tandem Axle)

Slab thickness (mm)	*K* of subgrade-subbase (Mpa/m)					
	20	40	60	80	140	180
100	5.42/4.89	4.75/3.83	4.38/3.59	4.13/3.44	3.66/3.22	3.45/3.15
110	4.74/.388	4.16/3.35	3.85/3.12	3.63/2.97	3.23/2.76	3.06/2.68
120	4.19/3.47	3.69/2.98	3.41/2.75	3.23/2.62	2.88/2.40	2.73/2.33
130	3.75/3.14	3.20/2.68	3.06/2.46	2.89/2.33	2.59/2.13	2.46/2.05
140	3.37/2.87	2.97/2.43	2.76/2.23	2.61/2.10	2.34/1.90	2.23/1.83
150	3.06/2.64	2.70/2.23	2.51/2.04	2.37/1.92	2.13/1.72	2.03/1.65
160	2.79/2.45	2.47/2.06	2.29/1.87	2.17/1.76	1.95/1.57	1.86/1.50
170	2.56/2.28	2.26/1.91	2.10/1.74	1.99/1.63	1.80/1.45	1.71/1.38
180	2.37/2.14	2.09/1.79	1.94/1.62	1.84/1.51	1.66/1.34	1.58/1.27
190	2.19/2.01	1.94/1.67	1.80/1.51	1.71/1.41	1.54/1.25	1.47/1.18
200	2.04/1.90	1.80/1.58	1.67/1.42	1.59/1.33	1.43/1.17	1.37/1.11
210	1.91/1.79	1.68/1.49	1.56/1.34	1.48/1.25	1.34/1.10	1.28/1.04
220	1.79/1.70	1.57/1.41	1.46/1.27	1.39/1.18	1.26/1.03	1.20/0.98
230	1.68/1.62	1.48/1.34	1.38/1.21	1.31/1.12	1.18/0.98	1.13/0.92
240	1.58/1.55	1.39/1.28	1.30/1.15	1.23/1.06	1.11/0.93	1.06/0.87
250	1.49/1.48	1.32/1.22	1.22/1.09	1.16/1.01	1.05/0.88	1.00/0.83
260	1.41/1.41	1.25/1.17	1.16/1.05	1.10/0.97	0.99/0.84	0.95/0.79
270	1.34/1.36	1.18/1.12	1.10/1.00	1.04/0.93	0.94/0.80	0.90/0.75
280	1.28/1.130	1.12/1.07	1.04/0.96	0.99/0.89	0.89/0.77	0.86/0.72
290	1.22/1.25	1.07/1.03	0.99/0.92	0.94/0.85	0.85/0.74	0.81/0.69
300	1.16/1.21	1.02/0.99	0.95/0.89	0.90/0.82	0.81/0.71	0.78/0.66
310	1.11/1.16	0.97/0.96	0.90/0.86	0.86/0.79	0.77/0.68	0.74/0.64
320	1.06/1.12	0.93/0.92	0.86/0.83	0.872/0.76	0.74/0.66	0.71/0.62
330	1.02/1.09	0.89/0.89	0.83/0.80	0.78/0.74	0.71/0.63	0.68/0.59
340	0.98/1.05	0.85/0.86	0.79/0.77	0.75/0.71	0.68/0.61	0.65/0.57
350	0.94/1.02	0.82/0.84	0.76/0.75	0.72/0.69	0.65/0.59	0.62/0.55

Table 6b. Equivalent Stress - Concrete Shoulder
(Single Axle/ Tandem Axle)

Slab thickness (mm)	*K* of subgrade-subbase (Mpa/m)					
	20	40	60	80	140	180
100	4.18/3.43	3.65/3.10	3.37/2.94	3.19/2.85	2.85/2.74	2.72/2.72
110	3.68/3.07	3.23/2.71	2.99/2.56	2.83/2.47	2.55/2.35	2.43/2.32
120	3.28/2.75	2.88/2.41	2.67/2.26	2.54/2.17	2.29/2.05	2.19/2.02
130	2.95/2.49	2.60/2.17	2.41/2.02	2.29/1.94	2.07/1.82	1.99/1.78
140	2.68/2.27	2.36/1.97	2.19/1.83	2.08/1.75	1.89/1.63	1.81/1.59
150	2.44/2.08	2.15/1.80	2.00/1.67	1.90/1.59	1.73/1.48	1.66/1.44
160	2.24/1.93	1.97/1.66	1.84/1.53	1.75/1.46	1.59/1.35	1.53/1.31
170	2.06/1.79	1.82/1.54	1.70/1.42	1.62/1.35	1.48/1.24	1.42/1.20
180	1.91/1.67	1.69/1.43	1.57/1.32	1.50/1.25	1.37/1.15	1.32/1.11
190	1.77/1.57	1.57/1.34	1.46/1.23	1.40/1.17	1.28/1.07	1.23/1.03
200	1.65/1.48	1.46/1.26	1.37/1.16	1.30/1.10	1.19/1.00	1.15/0.96
210	1.55/1.40	1.37/1.19	1.28/1.09	1.22/1.03	1.12/0.93	1.08/0.90
220	1.45/1.32	1.29/1.12	1.20/1.03	1.15/0.97	1.05/0.88	1.01/0.85
230	1.37/1.26	1.21/1.07	1.13/0.98	1.08/0.92	0.99/0.83	0.96/0.80
240	1.29/1.20	1.15/1.01	1.07/0.93	1.02/0.87	0.94/0.79	0.90/0.76
250	1.22/1.14	1.08/0.97	1.01/0.88	0.97/0.83	0.89/0.75	0.86/0.72
260	1.16/1.09	1.03/0.92	0.96/0.84	0.92/0.79	0.84/0.71	0.81/0.68
270	1.10/1.04	0.98/0.88	0.91/0.81	0.87/0.76	0.80/0.68	0.77/0.65
280	1.05/1.00	0.93/0.85	0.87/0.77	0.83/0.73	0.76/0.65	0.74/0.62
290	1.00/0.96	0.89/0.81	0.83/0.74	0.79/0.70	0.73/0.62	0.70/0.60
300	0.95/0.93	0.85/0.78	0.79/0.71	0.76/0.67	0.70/0.60	0.67/0.57
310	0.91/0.89	0.81/0.75	0.76/0.69	0.72/0.64	0.67/0.58	0.64/0.55
320	0.87/0.86	0.78/0.73	0.73/0.66	0.69/0.62	0.64/0.55	0.62/0.53
330	0.84/0.33	0.74/0.70	0.70/0.64	0.67/0.60	0.61/0.53	0.59/0.51
340	0.80/0.80	0.71/0.68	0.67/0.62	0.64/0.58	0.59/0.52	0.57/0.49
350	0.77/0.78	0.69/0.66	0.64/0.60	0.61/0.56	0.57/0.50	0.55/0.47

Table 7a. Erosion Factors - Doweled Joints, No Concrete Shoulder
(Single Axle/ Tandem Axle)

Slab thickness (mm)	*K* of subgrade-subbase (Mpa/m)					
	20	40	60	80	140	180
100	3.76/3.83	3.75/3.79	3.74/3.77	3.74/3.76	3.72/3.72	3.70/3.70
110	3.63/3.71	3.62/3.67	3.61/3.65	3.61/3.63	3.59/3.60	3.58/3.58
120	3.52/3.61	3.50/3.56	3.49/3.54	3.49/3.52	3.47/3.49	3.46/3.47
130	3.41/3.52	3.39/3.47	3.39/3.44	3.38/3.43	3.37/3.39	3.35/3.37
140	3.31/3.43	3.30/3.38	3.29/3.35	3.28/3.33	3.27/3.30	3.26/3.28
150	3.22/3.36	3.21/3.30	3.20/3.27	3.19/3.25	3.17/3.21	3.16/3.19
160	3.14/3.28	3.12/3.22	3.11/3.19	3.10/3.17	3.09/3.13	3.08/3.12
170	3.08/3.22	3.04/3.15	3.03/3.12	3.02/3.10	3.01/3.06	3.00/3.04
180	2.99/3.16	2.97/3.09	2.96/3.06	2.95/3.03	2.93/2.99	2.92/2.97
190	2.92/3.10	2.90/3.03	2.88/2.99	2.88/2.97	2.86/2.93	2.85/2.91
200	2.85/3.05	2.83/2.97	2.82/2.94	2.81/2.91	2.79/2.87	2.78/2.85
210	2.79/2.99	2.77/2.92	2.75/2.88	2.75/2.86	2.73/2.81	2.72/2.79
220	2.73/2.95	2.71/2.87	2.69/2.83	2.69/2.80	2.67/2.76	2.66/2.73
230	2.67/2.90	2.65/2.82	2.64/2.78	2.63/2.75	2.61/2.70	2.60/2.68
240	2.62/2.86	2.60/2.78	2.58/2.73	2.57/2.71	2.55/2.66	2.54/2.63
250	2.57/2.82	2.54/2.73	2.53/2.69	2.52/2.66	2.50/2.61	2.49/2.59
260	2.52/2.78	2.49/2.69	2.48/2.65	2.47/2.62	2.45/2.56	2.44/2.54
270	2.47/2.74	2.44/2.65	2.43/2.61	2.42/2.58	2.40/2.52	2.39/2.50
280	2.42/2.71	2.40/2.62	2.38/2.57	2.37/2.54	2.35/2.48	2.34/2.46
290	2.38/2.67	2.35/2.58	2.34/2.53	2.33/2.50	2.31/2.44	2.30/2.42
300	2.34/2.64	2.31/2.55	2.30/2.50	2.29/2.46	2.26/2.41	2.26/2.38
310	2.29/2.61	2.27/2.51	2.25/2.46	2.24/2.43	2.22/2.37	2.21/2.34
320	2.25/2.58	2.23/2.48	2.21/2.43	2.20/2.40	2.18/2.33	2.17/2.31
330	2.21/2.55	2.19/2.45	2.17/2.40	2.16/2.36	2.14/2.30	2.13/2.28
340	2.18/2.52	2.15/2.42	2.14/2.37	2.12/2.33	2.10/2.27	2.09/2.24
350	2.14/2.49	2.11/2.39	2.10/2.34	2.09/2.30	2.07/2.24	2.06/2.21

Table 7b. Erosion Factors - Aggregate - Interlock Joints, No Concrete Shoulder
(Single Axle/ Tandem Axle)

Slab thickness (mm)	*K* of subgrade-subbase (Mpa/m)					
	20	40	60	80	140	180
100	3.94/4.00	3.92/3.93	3.90/3.90	3.88/3.88	3.84/3.84	3.80/3.82
110	3.82/3.90	3.79/3.82	3.78/3.79	3.76/3.76	3.72/3.72	3.69/3.70
120	3.71/3.81	3.68/3.73	3.67/3.69	3.65/3.66	3.62/3.62	3.59/3.59
130	3.61/3.73	3.58/3.65	3.56/360	3.55/3.57	3.52/3.52	3.50/3.49
140	3.52/3.66	3.49/3.57	3.47/3.52	3.46/3.49	3.43/3.43	3.41/3.41
150	3.43/3.59	3.40/3.50	3.38/3.45	3.37/3.42	3.34/3.36	3.32/3.33
160	3.35/3.53	3.32/3.43	3.30/3.38	3.29/3.35	3.26/3.28	3.24/3.26
170	3.20/3.48	3.24/3.37	3.22/3.32	3.21/3.28	3.18/3.22	3.17/3.19
180	3.21/3.42	3.17/3.32	3.15/3.26	3.14/3.23	3.11/3.16	3.10/3.13
190	3.15/3.37	3.11/3.27	3.08/3.21	3.07/3.17	3.04/3.10	3.03/3.07
200	3.09/3.33	3.04/3.22	3.02/3.16	3.01/3.12	2.98/3.05	2.96/3.01
210	3.04/3.28	2.99/3.17	2.96/3.11	2.95/3.07	2.92/3.00	2.90/2.96
220	2.98/3.24	2.93/3.13	2.90/3.07	2.89/3.03	2.86/2.95	2.85/2.92
230	2.93/3.20	2.88/3.09	2.85/3.03	2.83/2.98	2.80/2.91	2.79/2.87
240	2.89/3.16	2.83/3.05	2.80/2.99	2.78/2.94	2.75/2.86	2.74/2.83
250	2.84/3.13	2.78/3.01	2.75/2.95	2.73/2.91	2.70/2.82	2.69/2.79
260	2.80/3.05	2.73/2.98	2.70/2.91	2.69/2.87	2.65/2.79	2.64/2.75
270	2.76/3.06	2.69/2.94	2.66/2.88	2.64/2.83	2.61/2.75	2.59/2.71
280	2.72/3.03	2.65/2.91	2.62/2.84	2.60/2.80	2.56/2.71	2.55/2.68
290	2.68/3.00	2.61/2.88	2.58/2.81	2.56/2.77	2.52/2.68	2.50/2.64
300	2.65/2.97	2.57/2.85	2.54/2.78	2.52/2.74	2.48/2.65	2.46/2.61
310	2.61/2.94	2.54/2.82	2.50/2.75	2.48/2.71	2.44/2.62	2.42/2.58
320	2.58/2.91	2.50/2.79	2.47/2.72	2.44/2.68	2.40/2.59	2.38/2.55
330	2.55/2.89	2.47/2.77	2.43/2.70	2.41/2.65	2.36/2.56	2.35/2.52
340	2.52/2.86	2.44/2.74	2.40/2.67	2.37/2.62	2.33/2.53	2.31/2.49
350	2.49/2.84	2.41/2.71	2.37/2.65	2.34/2.60	2.29/2.51	2.28/2.47

Table 8a. Erosion Factors - Doweled Joints, Concrete Shoulder
(Single Axle/ Tandem Axle)

Slab thickness (mm)	*K* of subgrade-subbase (Mpa/m)					
	20	40	60	80	140	180
100	3.27/3.25	3.24/3.17	3.22/3.14	3.21/3.12	3.17/3.11	3.15/3.11
110	3.16/3.16	3.12/3.07	3.10/3.03	3.09/3.00	3.05/2.98	3.03/2.97
120	3.05/3.08	3.01/2.98	2.99/2.93	2.98/2.90	2.94/2.86	2.92/2.84
130	2.96/3.01	2.92/2.90	2.89/2.85	2.88/2.81	2.84/2.76	2.82/2.74
140	2.87/2.94	2.82/2.83	2.80/2.77	2.78/2.74	2.75/2.67	2.73/2.65
150	2.79/2.88	2.74/2.77	2.72/2.71	2.70/2.67	2.67/2.60	2.65/2.57
160	2.71/2.82	2.66/2.71	2.64/2.65	2.62/2.60	2.59/2.53	2.57/2.50
170	2.64/2.77	2.59/2.65	2.57/2.59	2.55/2.55	2.51/2.46	2.49/2.43
180	2.57/2.72	2.52/2.60	2.50/2.54	2.48/2.49	2.44/2.41	2.42/2.37
190	2.51/2.67	2.46/2.56	2.43/2.49	2.41/2.44	2.38/2.35	2.36/2.32
200	2.45/2.63	2.40/2.51	2.37/2.44	2.35/2.40	2.31/2.31	2.30/2.27
210	2.39/2.58	2.34/2.47	2.31/2.40	2.29/2.35	2.26/2.26	2.24/2.22
220	2.34/2.54	2.29/2.43	2.26/2.36	2.24/2.31	2.20/2.22	2.18/2.18
230	2.29/2.50	2.23/2.39	2.21/2.32	2.19/2.27	2.15/2.18	2.13/2.13
240	2.24/2.46	2.18/2.35	2.16/2.28	2.13/2.23	2.10/2.14	2.08/2.10
250	2.19/2.43	2.14/2.31	2.11/2.24	2.09/2.20	2.05/2.10	2.03/2.06
260	2.15/2.39	2.09/2.28	2.06/2.21	2.04/2.16	2.00/2.07	1.98/2.02
270	2.10/2.36	2.05/2.24	2.02/2.18	2.00/2.13	1.96/2.03	1.94/1.99
280	2.06/2.32	2.01/2.21	1.98/2.14	1.95/2.10	1.91/2.00	1.89/1.96
290	2.02/2.29	1.97/2.18	1.93/2.11	1.91/2.06	1.87/1.97	1.85/1.93
300	1.98/2.26	1.93/2.15	1.90/2.08	1.87/2.03	1.83/1.94	1.81/1.90
310	1.95/2.23	1.89/2.12	1.86/2.05	1.84/2.01	1.79/1.91	1.77/1.87
320	1.91/2.20	1.85/2.09	1.82/2.03	1.80/1.98	1.76/1.88	1.74/1.84
330	1.87/2.17	1.82/2.06	1.78/2.00	1.76/1.95	1.72/1.85	1.70/1.81
340	1.84/2.15	1.78/2.04	1.75/1.97	1.73/1.92	1.69/1.83	1.67/1.79
350	1.81/2.12	1.75/2.01	1.72/1.95	1.69/1.90	1.65/1.80	1.63/1.76

Table 8b. Erosion Factors - Aggregate - Interlock Joints, Concrete Shoulder
(Single Axle/ Tandem Axle)

Slab thickness (mm)	*K* of subgrade-subbase (Mpa/m)					
	20	40	60	80	140	180
100	3.45/3.45	3.41/3.36	3.39/3.33	3.38/3.31	3.34/3.28	3.31/3.27
110	3.34/3.36	3.30/3.27	3.28/3.22	3.27/3.20	3.23/3.16	3.20/3.15
120	3.24/3.28	3.20/3.18	3.16/3.11	3.16/3.11	3.13/3.06	3.11/3.04
130	3.15/3.21	3.11/3.11	3.07/3.02	3.07/3.02	3.04/2.97	3.02/2.95
140	3.07/3.15	3.02/3.04	2.98/2.95	2.98/2.95	2.95/2.89	2.93/2.86
150	2.99/3.09	2.94/2.98	2.90/2.88	2.90/2.88	2.87/2.82	2.85/2.79
160	2.91/3.04	2.87/2.92	2.83/2.82	2.83/2.82	2.80/2.75	2.78/2.72
170	2.85/2.99	2.80/2.87	2.76/2.77	2.76/2.77	2.73/2.69	2.71/2.66
180	2.78/2.94	2.73/2.82	2.69/2.71	2.69/2.71	2.66/2.64	2.64/2.61
190	2.73/2.90	2.67/2.77	2.63/2.67	2.63/2.67	2.60/2.59	2.58/2.55
200	2.67/2.86	2.61/2.73	2.57/2.62	2.57/2.62	2.54/2.54	2.52/2.51
210	2.62/2.82	2.56/2.69	2.51/2.58	2.51/2.58	2.48/2.50	2.47/2.46
220	2.57/2.78	2.51/2.66	2.46/2.54	2.46/2.54	2.43/2.46	2.41/2.42
230	2.52/2.75	2.46/2.62	2.41/2.50	2.41/2.50	2.38/2.42	2.36/2.38
240	2.47/2.72	2.41/2.59	2.36/2.47	2.36/2.47	2.33/2.38	2.31/2.34
250	2.43/2.69	2.37/2.55	2.32/2.43	2.32/2.43	2.28/2.35	2.27/2.31
260	2.39/2.66	2.33/2.52	2.27/2.40	2.27/2.40	2.24/2.31	2.22/2.31
270	2.35/2.63	2.28/2.49	2.23/2.37	2.23/2.37	2.20/2.28	2.18/2.24
280	2.31/2.60	2.25/2.47	2.19/2.34	2.19/2.34	2.16/2.25	2.147/2.21
290	2.28/2.58	2.21/2.44	2.15/2.32	2.15/2.32	2.12/2.22	2.10/2.18
300	2.24/2.55	2.17/2.41	2.12/2.29	2.12/2.29	2.08/2.19	2.06/2.15
310	2.21/2.53	2.14/2.39	2.08/2.26	2.08/2.26	2.04/2.17	2.02/2.13
320	2.18/2.50	2.11/2.36	2.05/2.24	2.05/2.24	2.01/2.14	1.99/2.10
330	2.15/2.48	2.07/2.34	2.01/2.21	2.01/2.21	1.97/2.12	1.95/2.07
340	2.12/2.46	2.04/2.32	1.98/2.19	1.98/2.19	1.94/2.09	1.92/2.05
350	2.09/2.44	2.01/2.30	1.95/2.17	1.95/2.17	1.91/2.07	1.89/2.03

3.13. Pavimentos Bituminosos

Introducción

Los pavimentos bituminosos son combinaciones de agregados minerales con aglutinantes bituminosos.

Bajo este encabezado general se incluye una multitud de tipos de pavimentos, que varían desde los tratamientos superficiales baratos de 6.35 milímetros o menos de espesor hasta los concretos asfálticos que a veces son comparables en su costo y dimensiones con los pavimentos de concreto de cemento Pórtland.

Los constructores se refieren a todas las superficies bituminosas con el nombre de capa negra debido a su apariencia.

Se han originado muchas críticas inmerecidas por esta denominación, ya que aquellos que no están bien informados creen que las fallas de los pavimentos provisionales más baratos se presentan también en todos los pavimentos bituminosos.

Si se requiere que los Pavimentos bituminosos, den buen servicio deben retener para siempre las siguientes cualidades: ausencia de agrietamientos y ondulaciones; resistencia a la intemperie, incluyendo los efectos de agua superficial, el calor, el frío y la oxidación; resistencia a la humedad interna, particularmente al vapor de agua; superficie firme e impermeable, o superficie porosa (si cualquiera de ellas se necesita para la estabilidad continua del cimiento que se encuentra por debajo, o infraestructura); superficie lisa o no resbaladiza para proporcionar una conducción segura.

El diseño que satisfaga todas estas demandas durante un número considerable de años es un problema de exactitud.

Requiere una cuidadosa selección y control de materiales y una exacta supervisión de cada etapa de la construcción.

Materiales Asfálticos del Petróleo

Los asfaltos del petróleo se utilizaron primeramente en los Estados Unidos para el tratamiento de caminos en el año de 1894, cuando se roció petróleo crudo en los pozos de Summerland sobre los caminos de tierra en el condado de Santa Bárbara, California.

La producción de materiales de pavimentación de los petróleos crudos de California y de México fue el siguiente paso.

Los materiales asfálticos de pavimentación ahora vienen de los crudos – domésticos – que se originan en Kentucky, Ohio, Michigan, Illinois, Continente Medio, Costa del Golfo, Montañas Rocallosas y Campos de California.

Las fuentes extranjeras incluyen México, Venezuela y Colombia. La producción de asfaltos del tipo de pavimentación alcanzó un total de 10.5 millones de toneladas en el año de 1952.

Un diagrama de circulación de una refinería típica que produce combustibles, aceites lubricantes y materiales de pavimentación, se ilustra a continuación:

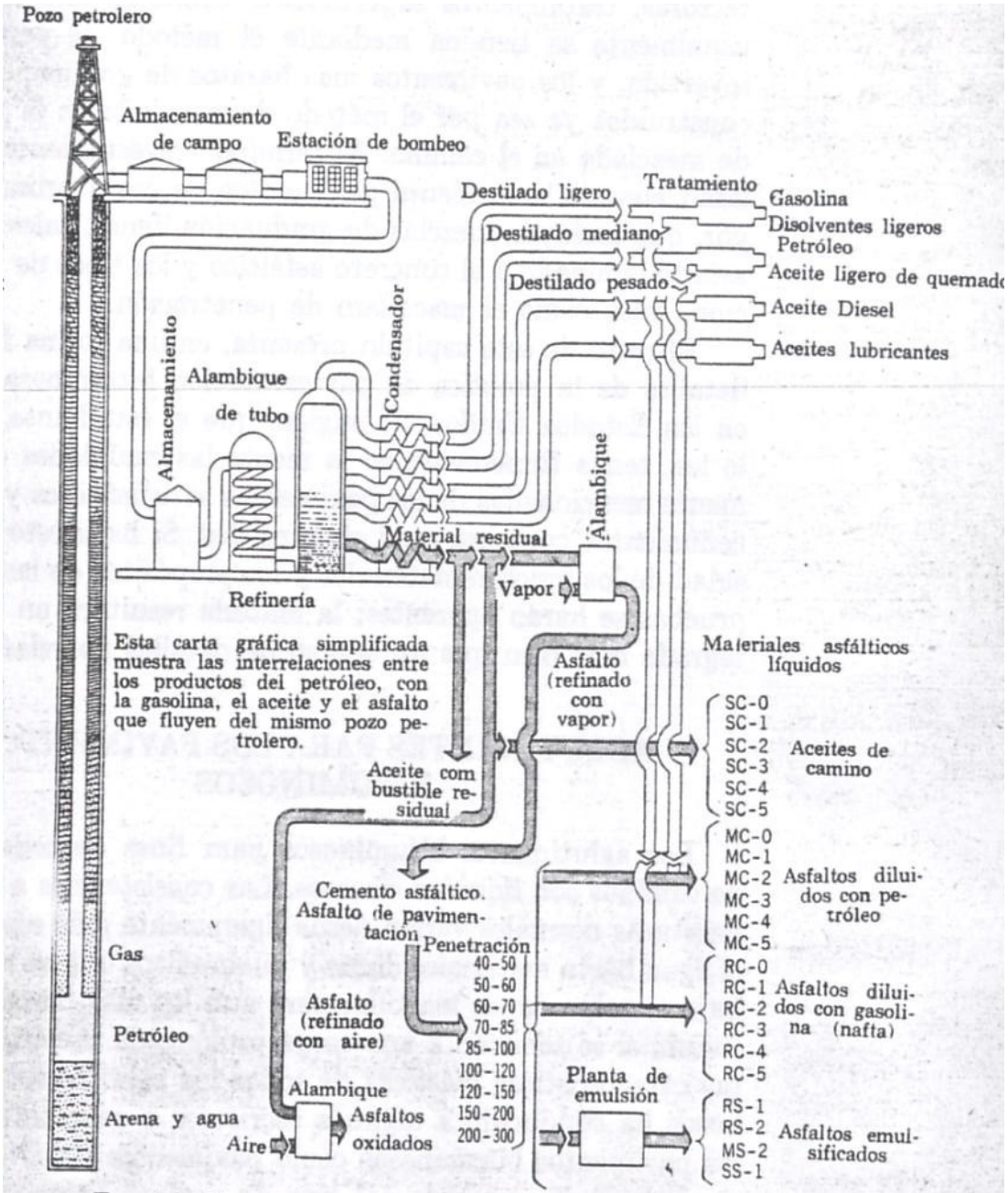


FIG. 1. Diagrama de flujo simplificado que muestra la recuperación y la refinación de materiales asfálticos de petróleo (cortesía del *Instituto de Asfalto*).

materiales de pavimentación y sus características, se discuten en los párrafos siguientes:

Las diversas clases de materiales de pavimentación y sus características, se discuten en los párrafos siguientes:

Los aceites de caminos de lenta curación (SC) son destilados de petróleo con las fracciones volátiles ligeras separadas en gran medida. Los aceites lenta curación es endurecen o fraguan muy lentamente y se emplean cuando se desea una consistencia casi igual a la del aglutinante mismo, tanto en el momento del tratamiento como después de un periodo de curación. Las consistencias de los aceites de lenta curación a las temperaturas normales varían desde líquidos ligeros (SC – 0), hasta semisólidos (SC – 6). Las temperaturas de aplicación varían desde la temperatura ambiente del aire en el día hasta la temperatura de 163 °.

Los cementos asfálticos (AC) son hidrocarburos semisólidos que quedan después de que los aceites lubricantes y, así como también los aceites combustibles, han sido separados del petróleo. Puede pensarse que sean una extensión de la serie de aceites de camino de lenta curación hacia un orden más viscoso. Las consistencias de los cementos asfálticos se dan en término de la penetración, que es la distancia que una aguja normal penetra en una muestra bajo condiciones conocidas de carga, tiempo y temperatura. La calidad

más blanda comúnmente empleada para pavimentación es la de penetración 200 – 300, la más dura es la de penetración 30 – 40. Los límites aceptables para las calidades intermedias difieren entre las agencias de carreteras. Todos los cementos asfálticos son tan viscosos que tanto el agregado como el aglutinante pueden ser calentados antes de que la mezcla y la colocación de los pavimentos pueda lograrse.

Los asfaltos diluidos de curación media (MC), son cementos asfálticos rebajados o diluidos a una mayor fluidez mezclando con destilados del tipo el petróleo o el aceite diesel ligero que se evaporan a una velocidad relativamente baja. Los productos de curación media tienen buenas propiedades humectantes que permiten el revestimiento satisfactorio de los agregados en forma de polvos de graduación fina. Se emplean cuando se desea una mayor fluidez en el momeo del tratamiento que después de que el camino terminado ha sido curado durante un tiempo.

Las consistencias de los aceites de curación media varían desde líquidos ligeros (MC – 0) hasta casi semisólidos (MC – 5) y las temperaturas de aplicación varían de 38° a 107°C. La fluidez de las diversas calidades está controlada por la cantidad de disolvente; el MC – 0 puede contener tanto diluyente como 50% en volumen y el MC –5

tanto como el 18%. La consistencia del aglutinante después de que el disolvente se evapora depende del cemento asfáltico originalmente seleccionado, que es generalmente de 85 – 100 de penetración. La penetración del residuo de la destilación, que es una medida de la dureza del asfalto en servicio, es algo superior.

Los asfaltos diluidos de curación rápida (RC) son cementos asfálticos diluidos con un destilado de petróleo tal como la gasolina o la nafta, disolventes que se evaporan rápidamente. Los productos de curación rápida se emplean cuando se desea un cambio rápido del estado líquido de aplicación al cemento asfáltico original.

Los tipos varían de RC – 0 a RC – 5, las consistencias, temperaturas de aplicación, porcentajes de disolventes y penetraciones del cemento asfáltico original son casi similares a las de las designaciones comparables de la serie MC. La penetración del residuo después de la destilación se aproxima a la del asfalto original.

Los asfaltos emulsionados son mezclas en las cuales se dispersan glóbulos diminutos de asfalto en agua o en una solución acuosa por medio de un emulsionador. Las emulsiones ofrecen el asfalto en forma líquida para su aplicación o mezcla a temperatura ambiente. Cuando se separan y el agua se evapora, el asfalto de pavimentación queda como residuo. Los productos con tiempo de separación rápida, mediana y lenta forman emulsiones adecuadas para una gran

variedad de fines, y en muchas situaciones son adecuadas tanto las emulsiones como las disoluciones. Las emulsiones son superiores con los agregados húmedos, ya que el medio acuoso pone al asfalto en contacto íntimo con las superficies de las partículas.

Las designaciones para asfaltos emulsionados no son uniformes entre las diversas agencias de carreteras, aunque las propiedades especificadas son comparables. El Asphalt Institute los clasifica como “de fraguado rápido” (RS), “fraguado medio” (MC), “fraguado lento” (SS) con una o más subdivisiones bajo cada grupo para indicar la viscosidad de la emulsión o la penetración del asfalto en suspensión.

Todas las emulsiones son de forma líquida y se aplican a temperatura ambiente o, a lo más, ligeramente elevada. El contenido de asfalto es aproximadamente de 55 a 65% en peso. El cemento asfáltico de penetración de 150 – 200 es la base para todos los asfaltos emulsionados excepto el de tipo SS – 2, en el cual se emplea una graduación más dura. Cuando se congelan, las emulsiones ordinarias se separan de modo que deben protegerse si es que se espera un frío intenso en el ambiente, pero a este respecto puede disponerse de emulsiones especiales que no son perjudicadas por la congelación.

Los asfaltos aireados u oxidados se producen cuando se hace pasar aire a través de los materiales asfálticos calentados. Tienen punto de reblandecimiento superior a los asfaltos normalmente refinados de

penetración comparable, lo que los hace adecuados para revestimientos de techos y otras aplicaciones similares. Su uso en carreteras está limitado en gran medida a la impermeabilización de estructuras y al relleno de juntas de los pavimentos de concreto.

TABLA 1. TEMPERATURAS A LAS CUALES VARIOS MATERIALES BITUMINOSOS DEBEN APLICARSE

Material		Temperatura, °F		
Descripción	Designación	Correcto para las condiciones ambiente	Mín.	Máx.
Cemento asfáltico	60-70, 70-80, 85-100	121-323	107	177
Cemento asfáltico	150-200, 200-300	121-273	107	163
Tapaporos asfáltico impermeable al agua	Tapaporos A *	10-26.76	4.4	38
Asfalto líquido de curación rápida	RC-0 y RC-1 *	23.9-52	10	66
Asfalto líquido de curación rápida	RC-2 y RC-3 *	38-66	23.9	80
Asfalto líquido de curación rápida	RC-4 y RC-5 *	80-107	66	121
Asfalto líquido de curación media	MC-0 y MC-1 *	23.9-52	10	80
Asfalto líquido de curación media	MC-2 y MC-3 *	66-93	52	107
Asfalto líquido de curación media	MC-4 y MC-5 *	92-121	80	135
Asfalto líquido de curación lenta	SC-0 y SC-1 *	23.9-52	10	80
Asfalto líquido de curación lenta	SC-2 y SC-3	80-107	66	121
Asfalto líquido de curación lenta	SC-4, SC-5, SC-6	107-163	93	191
Emulsión asfáltica	RS, MS, SS, WPE	15.6.49	10	66
Llenador de ladrillos	F-1	204-246	191	260
Llenador de ladrillos	F-2	246.260	232	274
Asfalto impermeabilizador	WPA	149-177	135	191
Asfalto pulverizado	Polvo A			
Tapaporos impermeabilizador de alquitrán	Tapaporos T	10-26.66	4.4	38
Alquitrán ligero	RT-1, RT-2 RT-3	26.66-49	15.6	60
Alquitrán mediano	RT-4, RT-5, RT-6	52-66	38	93
Alquitrán pesado	RT-7, RT-8, RT-9	85-107	80	121
Alquitrán de alto carbón	RT-10, RT-11, RT-12	85-107	80	121
Disoluciones de alquitrán	RTCB-5, RTCB-6 *	26.7-49	15.6	49
Turba impermeabilizadora	WPP	121-177	93	191

Obtenido de *Construction and Material Specifications*, Departamento de Carreteras de Ohio, enero 1º de 1949.

* Estos materiales contienen constituyentes volátiles inflamables y debe tenerse mucho cuidado para manejarlos y calentarlos.

Agregados Minerales para Pavimentos Bituminosos

Los agregados minerales constituyen del 88 al 96% del peso de un pavimento, o algo más del 75% del volumen del mismo. Los materiales más comunes son la piedra partida o la escoria, la grava triturada o no triturada, y la arena. A veces también se emplea material de relleno finamente dividido. Debido a las grandes cantidades empleadas, el costo del transporte de los agregados a largas distancias es prohibitivo, de suerte que generalmente se obtienen en lugares relativamente cercanos. En todo caso se hace imperativo el control de ciertas características de los agregados para obtener pavimentos satisfactorios y, para este propósito, se han desarrollado especificaciones y pruebas.

Especificaciones y Pruebas para los Agregados Minerales

Requerimientos generales.- Deben satisfacerse ciertos requerimientos generales para todos los agregados minerales de pavimentos. Los dados por la AASHO para la capa superficial de mezcla hecha en el camino y hecha en la planta de material bituminoso de graduación densa (*AASHO, Designación M62-49)* son representativos:

*Los agregados deben ser de calidad uniforme, triturados a tamaño según sea necesario, y deben tener compuestos de piedras sólidas, duras y duraderas o fragmentos de roca o escoria, con y sin arena u otro agregado mineral inerte y finalmente dividido.

Todo el material debe estar libre de bolas de arcilla, material vegetal y otras substancias perjudiciales, y de un exceso de piezas largas o aplanadas. La escoria debe ser escoria de alto horno enfriada al aire, de densidad y calidad razonablemente uniforme. El exceso de material fino debe separarse antes de triturar.*

Pruebas del tamaño de las partículas.- Para los pavimentos de "graduación densa", los tamaños de las partículas del agregado varían desde gruesas hasta pulverulentas; para los pavimentos "abiertos", se utilizan una o más capas de piedra gruesa de tamaño; y, para el asfalto laminado, se emplean arena y polvo mineral cuidadosamente graduados.

Aunque los tamaños de las partículas y la distribución de tamaños varían entre los tipos pavimentos es necesario un control para cada tipo y se obtiene tamizando el material por tamices normales.

Pruebas de resistencia y solidez.-

Según se menciona anteriormente en los requerimientos generales, los agregados deben ser sólidos, rígidos y duraderos. Las pruebas comunes para la resistencia son la prueba de abrasión de Los Angeles, la prueba de Deval, y en un caso la prueba de golpeo de bola húmeda. Para la solidez se encuentran las pruebas de sulfato de sodio y de congelación y descongelación.

Prueba de golpeo de Los Angeles (ASSHO, Designación T96-46; STM, Designación C131-49).- Esta prueba se conduce en un cilindro de acero cerrado por ambos extremos. El cilindro es de 71.12 centímetros de diámetro interior y de 50.8 centímetros de longitud y contiene un entrepaño de acero que sobresale radialmente hacia adentro 8.89 centímetros. Está montado con su eje horizontal sobre muñones unidos en los extremos. Una muestra seleccionada de 5000 gramos de agregado grueso se carga dentro del cilindro junto con un número y tamaño prescrito de esferas de hierro fundido, y el cilindro a continuación se hace girar durante 500 revoluciones (o 1000) a una velocidad de 30 a 33 revoluciones por minuto. Después de la prueba, la muestra se tamiza en el tamiz N° 12, y la porción que pasa a través de él se descarta. La pérdida (porcentaje de desgaste) es la diferencia

entre los pesos originales y final de la muestra de prueba expresada como porcentaje del peso original.

Prueba de Abrasión de Deval (AASHO, Designación T3-35 y T4-35).- La máquina de prueba consiste en un cilindro de hierro cerrado aproximadamente de 20.32 centímetros de diámetro y 33.02 centímetros de longitud, montado por su eje a un ángulo de 30 grados sobre su eje horizontal. En la prueba de Deval, 5 kilogramos de agregado grueso seleccionado junto con 6 esferas de hierro fundido de 4.755 centímetros de diámetro, se colocan en el cilindro y se hacen girar 10000 veces a una velocidad de 30 a 33 revoluciones por minuto. Después de la prueba, la muestra se tamiza en el tamiz N° 12, y la porción que pasa a través de él se descarta. La pérdida (porcentaje de desgaste) es la diferencia entre los pesos original y final de la muestra de prueba expresada como porcentaje del peso original.

La División de Carreteras de California utiliza una prueba de golpeo de bola húmeda que difiere de la prueba de Deval en que se añade suficiente agua al cilindro para cubrir la muestra y la carga abrasiva.

Solidez de los agregados mediante el uso de sulfato de sodio o sulfato de magnesio (AASHO, Designación T104-46; ASTM, Designación C88-46T).- Esta prueba somete muestras secas y de

tamaño clasificado de agregado, a una inmersión en una solución saturada de sulfato de sodio o de magnesio, seguida por escurrido y secado al horno. El líquido penetra en los intersticios de las partículas individuales y, al secarse, crea presiones que ocasionan divisiones, desmoronamientos, grietas, o formaciones de escamas en la superficie. Generalmente se realizan varios ciclos de secado e inmersión. Después de lavar y secar, la mezcla se examina visualmente y también se tamiza nuevamente para determinar el cambio en el tamaño de las partículas. Los resultados se registran como "porcentaje de pérdida", que se mide como el porcentaje en peso que pasa a través de un tamiz sobre el cual las partículas originalmente eran retenidas.

Solidez de los agregados mediante congelación y descongelación (ASSHO, Designación T103-42). Esta prueba tiene el mismo propósito que la prueba de sulfato de sodio y se conduce en una forma similar. Se congelan muestras durante dos horas, a continuación se descongelan durante media hora. El número de ciclos no se específica en la prueba normal pero es grande. La Comisión de Carreteras Estatales de Indiana utiliza 50 ciclos. Los resultados se registran como los descubrimientos de examen visual y como "porcentaje de pérdida" según como se definió anteriormente. En su

acierto sobre el alcance de la prueba de congelación y descongelación, el método normal de la ASSHO, establece, “debido a la cantidad limitada de información en relación de los resultados de la prueba y debido a la carencia de información con respecto a la uniformidad de las pruebas hechas en diferentes laboratorios, el método de prueba no debe utilizarse como una base arbitraria de rechazo; debe utilizarse solamente para suministrar información e indicar si los materiales requieren una investigación ulterior en cuanto a su solidez o no la requieren”.

Ensayos de Estabilidad

Los factores más comúnmente considerados de valoración de la estabilidad, son el tipo y el porcentaje de aglutinante, la cantidad y el tipo de relleno mineral, las características de fricción del agregado, y la distribución de los tamaños del grano del agregado. En muchos casos esta valoración consiste meramente en seguir la experiencia obtenida durante un periodo determinado, y en otros se utilizan procedimientos de ensayo que varían desde los sencillos hasta los complicados. Una lista parcial de los procedimientos básicos de ensayo propuestos o utilizados durante los años, incluye dispositivos de corte sencillo, corte punzonante; torsión; resistencia de cono; resistencia de viga;

resistencia a la tensión; extrusión; compresión directa; penetración por medio de una barra, bola o rodillo; el estabilómetro; y dispositivos triaxiales abiertos y cerrados. Con esta diversidad de procedimientos de prueba van los desacuerdos en relación con las propiedades que van a medirse y la eficacia de los diversos procedimientos de ensayo.

Prueba de Marshall.- Esta prueba ha sido adoptada por el Cuerpo de Ingenieros de la Armada de los Estados Unidos, para diseñar pavimentos de concreto asfáltico para aeropuertos. También ha sido adoptada por varios departamentos de carreteras estatales. Una muestra cilíndrica, de 10.16 centímetros de diámetro y de 6.35 centímetros de longitud, y con proporciones controladas, se apisona mediante métodos de impacto. La muestra, a 60°C, se coloca en el dispositivo de prueba en forma de collarín, sin cierre en los extremos, y que se carga a la velocidad de 5.08 centímetros por minuto. La estabilidad se mide como la carga máxima aplicada para deformar la muestra; el valor de escurrimiento es la deformación de la muestra en el momento de la carga máxima.

Los criterios establecidos para las muestras aceptables para las cargas de aeropuertos (6804 a 16783.2 kilogramos de cargas de ruedas) son: Estabilidad, 226.8 kilogramos mínima, flujo 0.508 centímetros máximo, porcentaje de huecos en la mezcla total, 3 a 5,

porcentaje de huecos llenados con asfalto, 75.85. El contenido de asfalto se establece en el valor que da los valores máximos de la estabilidad.

Tal como la prueba de Hubbard-Field, la prueba de Marshall mide la resistencia friccional y cohesiva en combinación.

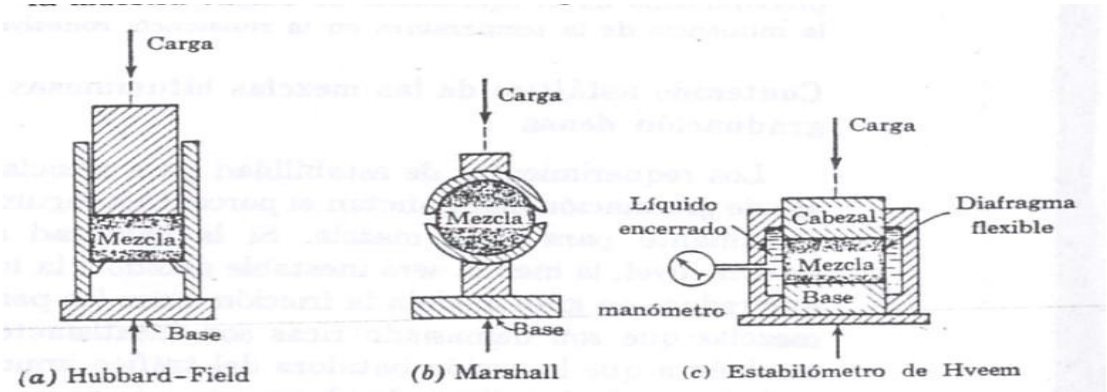


FIG. 3. Dibujos sequemáticos de dispositivos para medir la estabilidad de mezclas bituminosas de graduación densa.

Pavimentos de Concreto Asfáltico o Bituminoso

El término “concreto asfáltico” indica un tipo de superficie de camino hecha de agregados calientes, granulados, gruesos y minerales, y finos premezclados con asfalto caliente. El “concreto bituminoso” es un término más general que incluye tanto al concreto asfáltico como a otras mezclas similares hechas con alquitrán refinado. El agregado grueso e generalmente piedra triturada, o grava triturada, a las cuales

se les ha añadido arena o arena y un relleno. Por el contrario, el asfalto laminado comprende el uso de arena y relleno solamente.

El concreto bituminoso es el tipo más elevado y más costoso de pavimentos bituminosos premezclados y es adecuado para la mayoría de los caminos que tienen tráfico pesado. Se mezcla y se tiende a temperaturas elevadas, de aproximadamente 163°C., y requiere un aglutinante pesado.

Los grados de penetración del aglutinante generalmente son 50-60, 60-70, 70-80 y 85-100. Los agregados minerales son de alta calidad y se proveen con límites críticos.

Las especificaciones para la mezcla, la colocación, la densidad final y la exactitud del acabado superficial proporcionan un control exacto sobre todas las fases de la construcción.

Antiguamente, el concreto asfáltico no era favorecido para las pendientes fuertes debido a la tendencia a desarrollar una contextura superficial lisa bajo la acción del tráfico y a volverse así resbaladizo cuando se encontraba húmedo.

Los adelantos hechos para producir la mezcla y para tenderla y terminarla han mejorado mucho la calidad, de modo que esta objeción ya no se mantiene contra las mezclas apropiadamente diseñadas.

El concreto bituminoso tiene la importante ventaja de que el tráfico puede utilizarlo inmediatamente después de la construcción.

Materiales para el Concreto Bituminoso

Los cementos asfálticos, procedentes en gran medida de las fuentes derivadas del petróleo, son generalmente especificados como aglutinante para el concreto bituminoso.

En la práctica antigua, las calidades más duras, tales como la de penetración de 30-40 o 40-50, eran comúnmente utilizadas.

Algunos estudios más recientes han demostrado que existen ventajas si se utilizan las calidades más blandas, porque se hacen más lentas la degradación de intemperie y la oxidación, lo que origina una menor desintegración.

Además, las calidades más blandas de asfalto requieren menos calentamiento, creando así ciertas economías en la operación de la planta.

En la práctica común son usuales los asfaltos de penetraciones de 60-70 y 85-100. Bajo algunas circunstancias los alquitranes de las calidades más pesadas también son empleados.

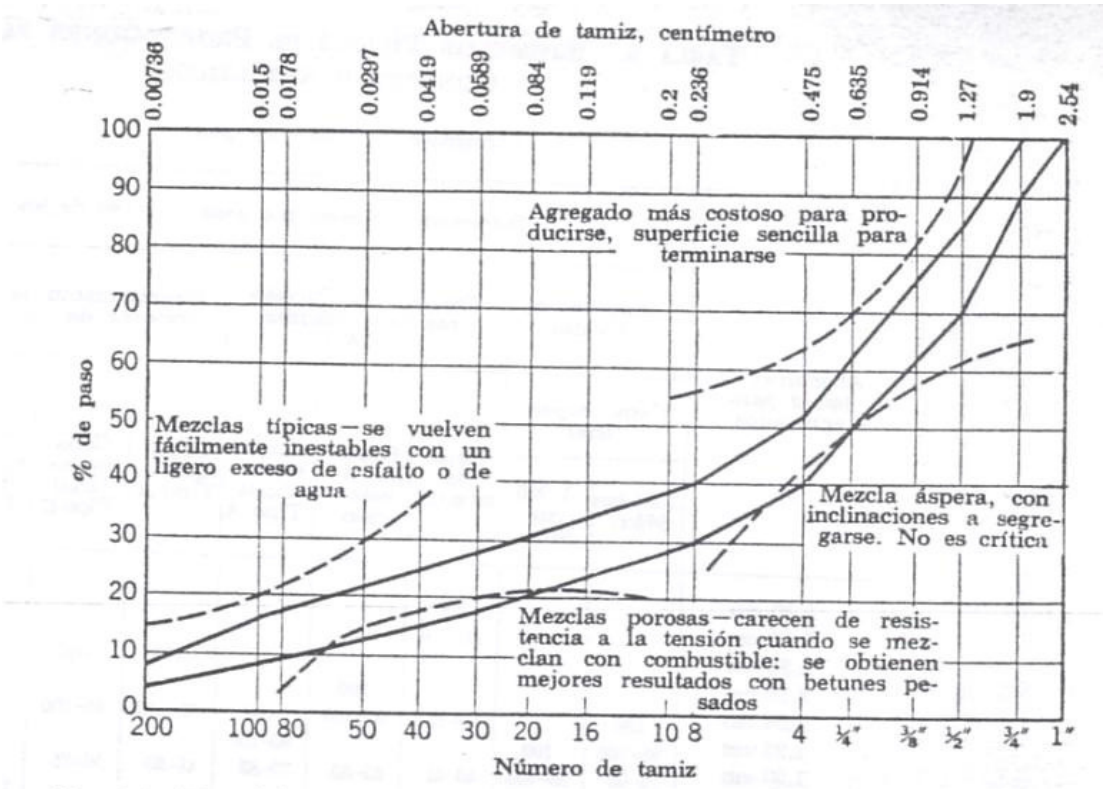


FIG. 7. Requisitos granulométricos para una capa superficial típica de concreto asfáltico. (Según *T. E. Stanton Jr.* y *F. N. Hveem*).

TABLA 9. EJEMPLOS TÍPICOS DE PROPORCIONES PARA CONCRETOS ASFÁLTICOS

Porcentaje de paso, en peso

Aberturas de tamiz para agregados	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices										
	Instituto de Asfalto		División de Carreteras de California (1949)			Departamento de Carreteras de Georgia			Departamento de Carreteras de Penn	
	Capa superficial									
	2.54 cm Máx.	1.905 cm Máx.	Capa de asiento	Capa de nivelación	Capa superficial Tipo *A*	Capa aglut. Tipo *A*	Capa superficial Tipo *C*	Capa superficial Tipo *E*	Capa aglutinante	Capa de desgaste
6.35 cm			100							
5.08 cm			90-100							
3.81 cm						100	100			
3.18 cm				100						
2.54 cm	100		70-95	90-100	100	95-100	95-100		100	
1.91 cm	95-100	100			90-100				90-100	
1.27 cm	75-90	95-100	48-62	60-80	70-85	45-80	50-75	100	55-80	100
0.95 cm								95-100		80-100
Nº 4	45-60	60-80	28-48	32-43	40-52	25-40	35-50		30-50	45-70
Nº 8			23-33	26-36	30-40			50-80	20-40	30-55
Nº 10	35-47	40-55								
Nº 16						10-25	20-35	35-50		
Nº 20									10-25	20-40
Nº 30			17-25	19-27	18-28					
Nº 40	23-33	25-35								
Nº 50							10-20	15-35	2-15	5-25
Nº 80	16-24	18-27								
Nº 100			6-14	7-15	8-16	0-10	7-10	10-15	0-10	2-12
Nº 200	6-12	8-15	1-4	1-5	4-8	0-5	3-7	5-10	0-5	2-5
Relleno, % en peso	*	*	Nada	Nada	3-5 †	Nada	*	*	Nada	*
Asfalto, % en peso	6-8	6-8.5	4.5-5	4.5-5.5	5-6.5	4.5-7	5.5-9	6-10	5-7.5 ‡	6-9 ‡
Penetración	50-60 a 85-100		60-70 a 120-150			85-100				

* Relleno especificado, pero incluido en los porcentajes mostrados.
† Este relleno está incluido en las graduaciones mostradas anteriormente.
‡ Estos porcentajes son para agregado de piedra. Aumentan a 6-9 y 7-10 para capas de aglutinante y de desgaste si se utiliza escoria.

Tabla 10. Ejemplos Típicos de Proporciones Para Capas Superficiales de Concreto Asfáltico

Porcentaje de paso y de retención

Aberturas de tamiz para agregado		Porcentajes en peso							
		Oregon 1917 (Bitulítico)	Missouri		Nueva York	Ohio		Washington	
Pasado	Retenido		Tipo *B*	Tipo *D*	Tipo 1*A*	Tipo *A*	Tipo *C*	Clase *A*	Clase *C*
3.81 cm	1.27 cm	36-50							
2.54 cm								100	
2.54 cm	1.91 cm					0-5			
2.54 cm	1.27 cm				0-5			25-50	
1.91 cm	1.27 cm		100	100					
1.91 cm	1.27 cm		0-5	0-5		5-20			
1.59 cm									100
1.59 cm									0-10
1.27 cm	0.95 cm					7-30	0-7		
1.27 cm	0.64 cm	12-20	7-17	24-40	12-30			15-30	30-50
0.95 cm	Nº 4					10-35	25-45		
0.64 cm	0.32 cm				25-45				
0.64 cm	Nº 10	8-12	8-19	28-44				5-20	20-40
Nº 4	Nº 6					0-10	0-15		
Nº 6	Nº 50					20-45	20-45		
0.32 cm	Nº 20				15-32				
Nº 10	Nº 40							25-35	20-35
Nº 10	Nº 200		9-21	10-22				20-50 †	20-50 †
Nº 10		24-32							
Nº 20	Nº 80				6-16				
Nº 40	Nº 80		11-24	3-14				20-50 †	20-50 †
Nº 50	Nº 200					3-15	3-15	15-35 †	15-35 †
Nº 80					3-10				
Nº 80	Nº 200		9-21	3-14					
Nº 200		4-7	6-15	2-7		0-5	0-5	6-18 †	6-18 †
Total retenido en el Nº 6						50-60	40-55		
Filler, % by wt.			*	*				1.0-2.0	1.0-2.0
Asfalto, % en peso		6-9.5	6-9	3.5-8	5.5-7.5	5-9.5	6-10	4.5-6	4.5-7
Penetración			60-70	60-70		85-100	85-100		

* Relleno especificado, pero incluido en el porcentaje mostrado.

† Aquella porción del agregado que pasa a través del tamiz Nº 10 se considera separadamente como 100% al determinar estos límites.

El agregado grueso generalmente es piedra triturada o grava quebrada, aunque la grava no quebrada algunas veces también puede utilizarse. Para propósitos de dar estabilidad, son esenciales las superficies ásperas en el agregado, y la forma angular es conveniente. La trituración de la grava o piedra apropiada produce ambas cosas.

Algunas especificaciones excluyen totalmente el material no triturado estableciendo que el agregado grueso se haga a partir de grandes piedras (aproximadamente de 5.08 centímetros de tamaño mínimo) retrituradas para satisfacer los requerimientos granulométricos. Otras especifican que las muestras presenten cierto número mínimo de superficies frescas producidas por la trituración.

Para ilustrar, la Comisión de Carreteras de Indiana requiere que para las capas de asiento de concreto asfáltico, el 65% de las partículas de agregado grueso muestren dos superficies trituradas; para las capas superficiales el porcentaje aumenta a 85. Algunas utilizan material parcialmente triturado; el Departamento de Carreteras de Ohio requiere que el agregado grueso contenga por lo menos 40% de piezas fracturadas. Es conveniente una resistencia y una dureza considerables, y éstas usualmente se especifican, aunque se han empleado satisfactoriamente agregados más blandos que serían

completamente inadecuados para las mezclas abiertas o para el macadam.

Los agregados finos son las partículas que varían de los tamaños de los tamices N°10 o N°4 hacia abajo, y consisten de tamizados de arena o de piedra o de una combinación de ambos.
Usualmente se específica que están libres de grandes cantidades de tierra o materia orgánica y que varíen en su tamaño desde gruesos hasta finos. Las partículas individuales deben ser limpias, no revestidas, duras y moderadamente agudas. En general no se establecen pruebas específicas (salvo la granulométrica) para asegurar estas condiciones.

Algunas agencias utilizan llenador mineral como un ingrediente diferente del concreto bituminoso, mientras que otras no lo hacen. Algunas lo requieren en las capas superficiales pero no en la capa inferior, aglutinante o capas de movimiento. Los llenadores minerales aceptables incluyen piedra caliza finamente molida, cemento Pórtland, u otro polvo mineral artificial o naturalmente pulverizado. Es común asegurar su finura mediante especificación. Es típica la del Departamento de Carreteras de Georgia, que establece que el 100% pase a través del tamiz N°50, un mínimo de 90% a través del tamiz

N°100, y 65% a través del N°200. Algunas agencias utilizan tierra diatomácea y materiales semejantes como llenadores minerales, mientras que otras los excluyen. Si estos llenadores, que tienen densidades relativas bajas, se incluyen, las proporciones en peso deben ajustarse hacia abajo, ya que de otro modo se incluirá demasiado de los mismos.

Colocación de Mezclas de Concreto Bituminoso

Los métodos para colocar el concreto asfáltico han cambiado a medida que se ha desarrollado más equipo nuevo. Originalmente la mezcla caliente se volteaba sobre madera o sobre plataformas metálicas a partir de las cuales se movía y se colocaba manualmente por medio de palas.

La nivelación de la mezcla no apisonada se hacía mediante “rastrilladores” hábiles, muchos de los cuales exhibían una habilidad casi increíble para producir una superficie rectificada y lisa. Algunas agencias permitían voltear la mezcla sobre las capas de asiento preparadas. Más tarde era común depositar la mezcla en una tolva móvil llamada “caja repartidora” que se impulsaba a lo largo de la base por medio de un camión a medida que era descargada. En los casos en que no se había colocado guarnición o canal, los bordes del

pavimento y los niveles terminados estaban definidos por formas laterales de madera o de acero, similares a las utilizadas para el pavimento de concreto.

En 1928, después de varios años de desarrollo progresivo, la utilización de máquinas distribuidoras mecánicas que operan sobre las formas laterales fue comenzada. Estas máquinas auto impulsadas consistían en dos cerchas móviles que empujaban el exceso de material hacia delante y nivelaban y apisonaban parcialmente la mezcla.

A veces se interponían elementos rastrilladores entre las cerchas frontal y posterior. Mediante la alineación cuidadosa de los cabezales, se obtenía con toda seguridad una superficie lisa. Estas máquinas eran similares en muchos aspectos a las máquinas terminadoras todavía utilizadas para los pavimentos de concreto de cemento Pórtland.

Con estos adelantos, la necesidad de los paleadores y rastrilladores desapareció, excepto para colocar áreas ocasionales, pequeñas, irregulares u onduladas. La producción diaria aumentó y los precios por toneladas de mezcla disminuyeron.

En los años recientes se han vendido varias máquinas terminadoras auto impulsadas que operan directamente sobre la base u otras capas inferiores.

Ya que éstas hacen que las formas laterales sean innecesarias, se producen ahorros importantes. Su utilización para colocar concreto bituminoso actualmente está permitida por muchas agencias de carreteras.

Estas máquinas consisten esencialmente de una tolva dentro de la cual el camión voltea su carga y una barra expulsadora para distribuir la mezcla a espesores uniformes.

El ajuste de los dispositivos permite un rápido cambio en la altura del material colocado, de suerte que pueden tenderse rápidamente capas de altura variable, frecuentemente requeridas para nivelar las capas antiguas. Las pequeñas áreas o las superficies de mucha curvatura aún deben colocarse y rastrillarse por métodos manuales.

Apisonado y Acabado del Concreto Bituminoso

La estabilidad de las mezclas bituminosas aumenta a medida que la densidad aumenta, ya que la fricción entre los granos es mayor cuando las partículas están obligadas a ponerse en íntimo contacto. Para tener la seguridad de que se obtenga un apisonado adecuado, la

mayoría de las agencias especifican que debe disponerse de un mínimo de equipo apisonador.

El espesor de la capa que puede ser colocada en una sola operación generalmente se especifica. Raramente pueden colocarse de una sola vez los espesores mayores de 6.35 centímetros; en lugar de ello, deben colocarse dos capas y apisonarse dichas capas separadamente.

Es usual exigir que los bordes del material recién colocado sean apisonados primeramente, después de lo cual el apisonado sigue hacia el centro; esta provisión es de importancia particular cuando las mezclas se tienden sin formas laterales.

La superficie de un concreto bituminoso adecuadamente consolidada es muy resistente a la penetración del agua.

Diseños Típicos para los Pavimentos de Concreto Bituminoso

Algunos pavimentos de concreto bituminoso que tienen un espesor total de solamente 5.08 centímetros, son satisfactorios para llevar grandes volúmenes de tráfico pesado. Tales superficies están soportadas por bases adecuadas.

En los años más recientes, particularmente en el oeste de los Estados Unidos, ha existido una tendencia cada vez mayor hacia los

pavimentos delgados colocados sobre capas de asiento cuidadosamente preparadas y de resistencia adecuada.

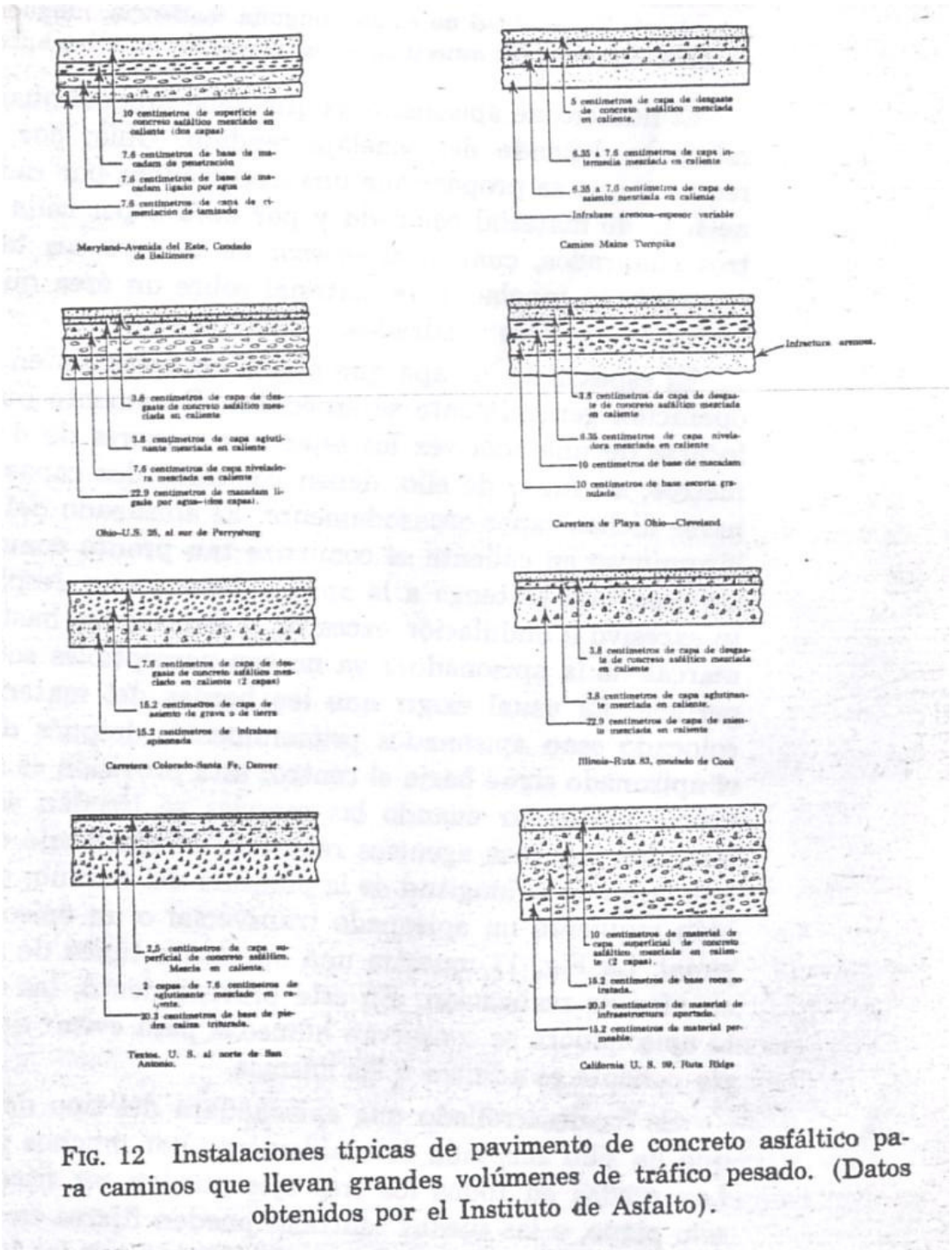


FIG. 12 Instalaciones típicas de pavimento de concreto asfáltico para caminos que llevan grandes volúmenes de tráfico pesado. (Datos obtenidos por el Instituto de Asfalto).

CAPITULO 4

4. DRENAJE

4.1. GENERALIDADES

El objetivo fundamental del drenaje es la eliminación del agua o humedad que en cualquier forma puede perjudicar al camino; esto se logra evitando que el agua llegue a él, o bien dando salida a la que inevitablemente llega.

En la vida de un camino es fundamental el funcionamiento del drenaje, pues la naturaleza del material con que se forman los terraplenes o el propio de los taludes de los cortes, cualquier exceso de agua o de humedad ocasionan deslaves y trastorna el funcionamiento del camino.

Los deslaves, asentamientos, oquedades y desprendimiento de material, encarecen el costo de la conservación y a veces interrumpe en tránsito, ocasionando por lo tanto desequilibrios económicos.

a*).- Conocimientos hidráulicos*.

Deberá conocer perfectamente las leyes de hidráulica para el estudio del escurrimiento crítico, para el cálculo de gastos, etc.

Deberá saber la forma como se investiga, registran y presuponen los datos para precipitaciones pluviales.

Deberá además, tener conocimiento sobre el comportamiento de los sueldos para poder drenarlos.

También deberá conocer los métodos de aforo.

***b).- Conocimientos estructurales*.**

Además de los conocimientos generales de estabilidad que le permitan la determinación de esfuerzos en las estructuras, es necesario que conozca la aplicación de ellos para la especialidad de puentes.

c).- Conocimientos económicos

Deberá tener experiencia en la elección de un cruce y en el estudio comparativo económico para la elección de tipo de obra.

El cuidado en el estudio no solo es aplicable a cruces de grandes ríos, sino para cualquier obre de drenaje por pequeña que sea, pues el drenaje menor es el regula la vida del camino y el que a la larga del índice de economía del. El peor enemigo de la vida de un camino es el agua. Se puede considerar varias clases de terreno plano: el terreno alto y seco en el cual las depresiones son bien definidas y las elecciones hidráulicas pueden considerarse como de control. El terreno bajo e anegadizo, pero con corrientes definidas y finalmente plano en las zonas del cono de deyección de los ríos,, en el cual los arroyos son divagantes. En cualquiera de estos tipos de terreno plano, la posición de la subrasante queda en un cien por ciento por el drenaje, ya sea por las dimensiones de las alcantarillas o la necesidad de levantar los terraplenes para evitar que el agua brinque sobre ellos o en último caso, para evitar que la humedad llegue a perjudicar la base del camino, por capilaridad.

4.2. Drenaje Superficial

Se llama drenaje superficial al que tiende a eliminara el agua que escurre encima del terreno del camino, sea que provenga directamente de lluvia, de escurrideros naturales o de aguas almacenadas.

El drenaje superficial comprende dos aspectos: uno es el que trata de evitar que el agua llegue al camino por medio de obras que lo protejan y el otro es el que trata de eliminar el agua que inevitablemente llega al camino, por medio de estructuras especiales.

Bombeo a la superficie.- se llama bombeo a la forma que se le da a la forma que se le da a la sección del camino para evitar que el agua de lluvias se estanque y por lo tanto ocasiones trastornos al transito e infiltraciones en las terrecerías, que provocan saturaciones en las mismas, reblandecimientos del terreno y finalmente destrucción del camino: sirve también para evitar que el agua corra longitudinalmente sobre la superficie y la erosione.

El bombeo depende no solamente de la precipitación pluvial, sino de la clase de superficie del camino, ya que una superficie dura y tersa requiere menos bombeo que una rugosa y falta de compactación.

4.3. Cunetas

Son las estructuras destinadas a recoger el agua que escurre de las superficies del camino debido al bombeo, así como la que escurre por los taludes de los cortes.

Las cunetas son zanjas que se localizan a la orilla del camino de los cortes, cuando el camino es a pelo de tierra; desaguan en alcantarillas o por medio de canales de salida

Resumiendo las cunetas se proyectarán con las siguientes normas:

1.- *Capacidad*.- la calculada tomando en cuenta la precipitación y la naturaleza del terreno que recorre el agua que llega a la cuneta.

2.- *Forma*.- no se usaran nunca de forma rectangular, por peligrosas y por tener conservaciones difíciles, además de que pasan humedad a las bases del camino. Tampoco deben usarse las de forma trapezoidal. Se emplearán las de forma de V, con el talud adyacente al camino lo mas tendido posible, de preferencia como prolongación del bombeo.

3.- *Dimensiones*.- se determinan de acuerdo con su forma y capacidad.

4.- *Pendiente*.- la pendiente de la cuneta se dará de acuerdo con la del camino o de acuerdo con el gasto de drenar la sección de la misma, pero teniendo como limite la velocidad que puede resistir el terreno sin erosionarse.

5.- *Conservación*.- la conservación de las cunetas consiste en mantenerlas limpias para aprovechar toda su capacidad, mediante el desyerbe y desazolve. Además de esta limpieza se cuidará que

conserve su forma y dimensiones para la cual hay necesidad de volver a formarlas, cuando han perdido la sección.

4.4. Cruces

Cuando no puede eliminarse el agua, e inevitablemente tiene que cruzar el camino, debe encauzarse en forma tal que el paso de vehículos pueda ser permanente por el camino o quede interrumpido solamente en lagunas ocasiones durante todo el año.

Los principales cruces de agua lo constituyen las alcantarillas, y los puentes.

No hay distinción precisa ni matemática entre alcantarilla y puente; nos reservamos el primer nombre para las estructuras de claro menor de 6.00 metros y para aquellas que aunque mayores de claro, tienen colchón como en el caso de las alcantarillas de bóveda y el nombre de puente para las estructuras de claro mayor de 6,00 metros sin colchón. En lo que se refiere al estudio de campo. Tiene grandes puntos comunes unas y otros, pero no así en cuanto a su proyecto detallado.

Condiciones de un buen cruce.- las condiciones de un buen cruce son las siguientes:

- Que el río en esa zona no sea divagante, es decir que el cauce sea permanente.
- Que el cruce se haga en una zona recta del río o bien en el vértice de la curva, cuando esto sea indispensable
- Que no haya trastornos locales como islas, pozas, etc.
- Que los taludes de los márgenes sean los más uniformes posibles, asemejándoselo más a un canal artificial.
- Que la anchura sea la menor posible.
- Que el tirante del agua sea grande en relación con el ancho del cauce.

Para los puentes pequeños o alcantarillas, casi siempre el cruce resulta obligatorio por el alineamiento del camino a menos que francamente este presente condiciones desventajosas.

Las alcantarillas se colocan hasta donde sea posible siguiendo el alineamiento y pendiente el cause natural, pues en esta forma se trastorna menos el régimen hidráulico.

En cambio tratándose de terreno plano en donde a veces los arroyos son meándricos, sí es conveniente rectificar o encauzar el agua en una alcantarilla que no siga el curso normal de la corriente, pero siempre localizando los puntos de entrada y salida en puntos del cauce antiguo y al mismo nivel.

4.5. Estudio de Campo para el Proyecto

La primera fase de un estudio de puente o alcantarilla consiste en un levantamiento topográfico de la zona del cruce, dibujado a la escala de 1 a 1000 o a 2000 para rectificar en él el eje trazado en el campo. En general es básico, ya que tiene los siguientes objetivos:

1. Justificar la elección del cruce.
2. Fijar la posición del eje de la obra y afirmar la localización.
3. Dar datos para proyectar el recorte de los aleros en el caso de alcantarillas con aleros, hacer cubicaciones de excavaciones, etc.

4.6. Determinación del Gasto de la Corriente

La determinación del gasto tiene como objetivo el cálculo de la longitud, en el caso de los puentes y la determinación del área hidráulica necesaria, en el caso de las alcantarillas.

a).- Aforo directo

b).- Procedimiento empíricos y

c).- Cálculo racional

a) Aforo.- Llámese aforo a la medición directa del gasto de una corriente en una sección determinada. Sólo se puede aforar corrientes de régimen tranquilo como en el caso de canales.

Los datos obtenidos por aforos sirven solamente para el caso estudiado y hay necesidad de extrapolar para otras condiciones.

El método de sección y velocidad consiste en medir separadamente cada una de ellas. La sección se determina por medio de sondeos ejecutados en barco o canastilla con sondaleza, si la cantidad de agua impide hacer directamente el trabajo con estatal. La velocidad se puede medir en el caso de cauces con aguas permanentes o accidentales, por medio de flotadores o molinetes.

El método de flotadores consiste en poner en el agua cuerpos que puedan flotar, como trozos de madera, frutos huecos, etc., o bien flotadores de tipo profundo o sumergido, consistentes en un elemento de flotación y un bastón sumergido que da la velocidad media.

En el caso de los flotadores superficiales debe tomarse en cuenta el efecto del viento sobre ellos, lo que da resultados un tanto erróneos.

El otro método del molinete, da mayor precisión si se tiene bien calibrado el aparato y la observación es correcta. Los molinetes son aparatos que registran la velocidad por medio de las revoluciones que da la hélice en un tiempo determinado. Hay molinetes mecánicos, eléctricos y acústicos.

Con las velocidades aforadas directamente en varios puntos y a varias profundidades, se construye la gráfica de velocidades del río en la sección estudiada, por medio de la cual se pueden calcular las velocidades medias en cada tramo de la sección y por lo tanto los gastos parciales y el total.

Este sistema se usa generalmente en ríos de gran importancia y con caudal permanente, pero no es de aconsejarse para ríos con gastos muy variables en las distintas épocas del año, ya que basarse en esos datos sería ilusorio. Otras de las razones por la cual no es de aconsejarse este método para ríos comunes y corrientes es por lo costoso de las instalaciones y lo dilatado de la observación, pues hay que tomar observaciones en varias épocas del año para poder deducir el gasto en crecientes máximas extraordinarias, que es el que se necesita para el estudio de los puentes.

b) Procedimientos empíricos.- Consisten en la determinación del gasto por comparación o bien usando fórmulas deducidas de la experiencia.

Fijar el gasto por comparación es arriesgado y sólo en el caso de tener amplia experiencia y encontrar condiciones análogas, se puede determinar el gasto de una corriente por comparación con otra de gasto conocido; naturalmente que esto sólo debe emplearse para

alcantarillas de tubo de pequeño diámetro, pues en cualquier otro caso debe siempre verificarse el gasto por otro procedimiento.

Las principales fórmulas empíricas para la determinación del área hidráulica necesaria son las de Talbot, Meyer y Peck.

Los resultados obtenidos en un mismo caso por las tres fórmulas son muy diferentes y algunas veces ni comparables entre sí; pero se ha encontrado que la fórmula de Talbot es la que da resultados aproximadamente más parecidos a los valores promedios de las otras fórmulas. La fórmula es la siguiente:

$$a = 0.183 \times c \times \sqrt[4]{A^3}$$

en donde:

a, es el área que debe tener la alcantarilla en m^2.

c, el coeficiente de escurrimiento, función de la naturaleza del área drenada y

A, el área drenada en hectáreas.

Cuando no existen registros de caudales y las mediciones de velocidades necesarias para efectuar un cálculo más exacto, el diseño de alcantarillas se lo hace con la fórmula de “TALBOT MODIFICADA”

$$a = 0.183c(A)^{3/4}\frac{I}{100}$$

en donde:

a = sección transversal de la alcantarilla, expresada en metros cuadrados

A = área a drenarse expresada en Hectáreas

I = intensidad de la precipitación pluvial expresada en milímetros

c = coeficiente que depende del tipo de terreno

Para terrenos con drenaje subterráneo se puede disminuir C en un 50%. Para terrenos con gradientes pronunciadas, cuando la parte alta del valle tenga un declive muy superior al del canal de la alcantarilla debe aumentarse C en un 50%.

El éxito de la fórmula de Talbot o de cualquiera otra empírica estriba en la determinación del coeficiente de escurrimiento para lo cual también es necesario tener una amplia experiencia. El coeficiente depende de la naturaleza del área por drenar. A continuación se da una tabla con los valores más usuales de “c”:

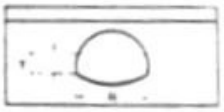
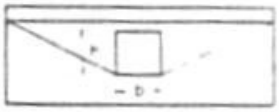
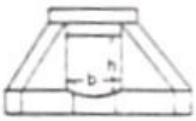
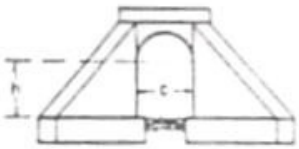
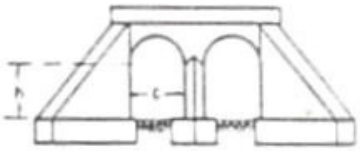
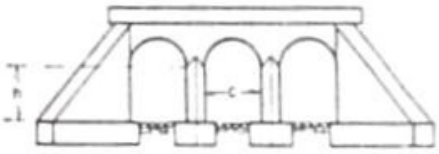
Tabla 4.1

Naturaleza del terreno	Coeficiente
Terreno plano	0.20
Terreno ligeramente ondulado	0.30
Terreno ondulado	0.50
Lomerío	0.60
Lomerío fuerte	0.80
Montañoso	0.90 – 1.00

AREA DRENADA EN HECTAREAS	AREA HIDRAULICA EN METROS CUADRADOS				
	TERRENO MONTAÑOSO	LOMERIO FUERTE	LOMERIO	TERRENO ONDULADO	TERRENO PLANO
0.5	0.11	0.09	0.07	0.06	0.03
1.0	0.18	0.14	0.11	0.09	0.05
1.5	0.25	0.20	0.15	0.12	0.07
2	0.31	0.25	0.19	0.16	0.09
3	0.42	0.34	0.25	0.21	0.13
4	0.52	0.42	0.31	0.26	0.16
5	0.61	0.49	0.37	0.30	0.18
6	0.70	0.56	0.42	0.35	0.21
7	0.79	0.63	0.47	0.40	0.24
8	0.87	0.70	0.52	0.44	0.26
9	0.95	0.76	0.57	0.48	0.28
10	1.03	0.82	0.62	0.52	0.31
12	1.18	0.94	0.71	0.59	0.35
14	1.32	1.06	0.79	0.66	0.40
16	1.46	1.17	0.88	0.73	0.44
18	1.60	1.28	0.96	0.80	0.48
20	1.73	1.38	1.03	0.86	0.52
22	1.86	1.49	1.12	0.93	0.56
24	1.99	1.59	1.19	1.00	0.60
26	2.11	1.69	1.27	1.05	0.63
28	2.23	1.78	1.34	1.12	0.67
30	2.25	1.88	1.41	1.18	0.71
40	2.91	2.33	1.75	1.45	0.87
60	3.95	3.16	2.37	1.98	1.18
70	4.43	3.54	2.66	2.22	1.33
80	4.90	3.92	2.94	2.45	1.47
90	5.35	4.28	3.21	2.67	1.61
100	5.79	4.63	3.47	2.90	1.74
120	6.45	5.16	3.87	3.22	1.94
140	7.45	5.96	4.47	3.72	2.24
160	8.24	6.59	4.94	4.12	2.47
180	9.00	7.20	5.40	4.50	2.70
200	9.74	7.79	5.84	4.87	2.92
225	10.64	8.51	6.38	5.32	3.19
250	11.51	9.21	6.90	5.75	3.45
275	12.36	9.89	7.42	6.18	3.71

AREA DRENADA EN HECTAREAS	AREA HIDRAULICA EN METROS CUADRADOS				
	TERRENO MONTAÑOSO	LOMERIO FUERTE	LOMERIO	TERRENO ONDULADO	TERRENO PLANO
300	13.20	10.56	7.92	6.60	3.96
400	16.38	13.10	9.83	8.19	4.91
500	19.36	15.49	11.62	9.68	5.81
600	22.20	17.76	13.32	11.10	6.66
700	24.92	19.94	14.95	12.46	7.48
800	27.54	22.03	16.52	13.77	8.26
900	30.81	24.64	18.48	15.40	9.24
1000	32.56	26.04	19.54	16.28	9.77
1200	37.33	29.86	22.40	18.66	11.20
1400	41.91	33.52	25.15	20.96	12.57
1600	46.32	37.05	27.79	23.16	13.90
1800	50.60	40.48	30.36	25.30	15.18
2000	54.76	43.81	32.86	27.38	16.43
2250	56.82	45.46	34.09	28.41	17.05
2500	64.74	51.79	38.84	32.37	19.42
2750	69.53	55.62	41.72	34.76	20.86
3000	74.22	59.37	44.53	37.11	22.27
3200	77.90	62.32	46.74	38.95	26.37
3400	81.53	65.22	48.91	40.76	24.46
3600	85.10	68.08	51.06	42.55	25.53
3800	88.62	70.90	53.17	44.32	26.59
4000	92.10	73.68	55.26	46.05	27.63
5000	109.00	87.05	65.30	43.50	21.75
6000	125.00	99.88	74.85	49.90	24.95
7000	140.00	112.88	84.55	56.36	28.18
8000	154.00	124.00	92.90	61.90	30.95
9000	169.00	135.00	101.00	67.65	33.80
10000	183.00	146.00	110.00	73.20	36.60
20000	306.00	246.00	186.00	123.00	61.85

TABLA DE SECCIONES TRANSVERSALES DE ALCANTARILLAS POR EL METODO DE TALBOT

TIPO DE OBRA	DIMENSIONES	AREA EN M^2
	R Y 0 375 m 0 10 m 0 45 m 0 13 m 0 55 m 0 15 m	 0 063 0 096 0 138
	b h 0 60m x 0 60m 0 75m x 0 75m 0 90m x 0 90m	 0 24 0 38 0 54
	D 0 61 m 0 76m 0 91m 1 07m	1 Tubo 2 Tubos 0 215 0 430 0 333 0 666 0 478 0 956 0 660 1.320
	b h 0 75m x 0 75m 1 25m x 0 75m 1 00m x 1 00m 1 50m x 1 00m 1 50m x 1 50m	 0 375 0 625 0 667 1 000 1 500
	h c 1 00m x 1 00m 1 50m x 1 50m 1 00m x 2 00m 1 25m x 2 50m 1 50m x 3 00m 1 75m x 3 50m 2 00m x 4 00m	 1 184 2 664 2 736 4 276 6.157 8 380 10.946
	h c 1 00m x 1 00m 1 50m x 1 50m 1 00m x 2 00m 1 25m x 2 50m 1 50m x 3 00m 1 75m x 3 50m 2 00m x 4 00m	 2.368 5 328 5 472 8 552 12 314 16 760 21 892
	h c 1 00m x 1 00m 1 50m x 1 50m 1 00m x 2 00m 1 25m x 2.50m 1 50m x 3 00m 1 75m x 3 50m 2 00m x 4 00m	 3 552 7 992 8.208 12.828 18 471 25 140 32.838

Para usar la fórmula de Talbot es necesario conocer el área drenada, que puede tomarse de cartas geográficas o bien medirse directamente sobre el terreno. En cualquiera de los casos, el ingeniero deberá primero recorrer la cuenca para la identificación de los parte aguas y los puntos de la poligonal.

En el estudio y proyecto del alcantarillado, se recomienda el uso de las cartas geográficas o bien el levantamiento topográfico por poligonales o radiaciones y cuando las cuencas son muy grandes es preferible determinar el gasto con otros procedimientos.

c) Cálculo racional.- Los métodos racionales para la determinación del gasto en los arroyos son principalmente dos:
Uno basado en la precipitación pluvial y condiciones del terreno y el otro por medio de la sección y la pendiente.

4.7. Precipitación Pluvial

Método de la precipitación.- La mayor parte de las fórmulas racionales están basadas en la precipitación según la fórmula siguiente:

$$Q = F\ C\ A\ h \sqrt[4]{\frac{s}{A}}$$

en donde:

Q: el gasto de la alcantarilla en metros cúbicos por segundo.

h: la precipitación en centímetros por hora correspondiente al aguacero más intenso durante diez minutos.

F: una constante.

C: un coeficiente de escurrimiento que depende de la naturaleza del terreno.

A; las hectáreas tributarias y

s: la pendiente del terreno en metros por kilómetro.

Muchas son las fórmulas que se han establecido, habiéndose destacado dentro de ellas la de Burkli – Ziegler, la de Talbot, la de Sherman y la de Metcalf and Eddy. De éstas la que más uso tiene es la de Burkli – Ziegler, que es la siguiente:

$$Q = 0.022\, C\, A\, h \sqrt[4]{\frac{s}{A}}$$

Para el uso correcto de esta fórmula es indispensable elegir con criterio los coeficientes y además tener datos sobre las precipitaciones. Estas se calculan de acuerdo a los datos sobre lluvias de que se dispongan.

Los datos suministrados por los observatorios meteorológicos dan alturas máximas de precipitación en 24 horas, por lo cual hay necesidad de calcular la precipitación que se usa en la fórmula.

Otro de los factores que intervienen en la fórmula es el grado de permeabilidad, que depende naturalmente de la formación del terreno. La relación se expresa por un coeficiente. A continuación se muestra una tabla con los valores de “C”:

Tabla 4.2

Naturaleza del terreno	Coeficiente
Calles pavimentadas y zonas comerciales	0.75
Calles en zonas residenciales	0.625
Calles con macadam y jardines	0.30
Terrenos de cultivo	0.25
Terrenos montañosos	0.18

Otro elemento de la fórmula, lo constituye la pendiente del terreno, difícil de determinar, pues son varias las de la cuenca y esta es generalmente de forma irregular.

El número de hectáreas tributarias, como en el caso de la formula de Talbot, se determina con los mismos procedimientos.

A continuación se dan los gastos obtenidos por la fórmula de Burkli – Ziegler para cuenca de hasta 200 hectáreas.

Tabla 4.3

AREA DRENADA HA	PRECIPITACIÓN 10 cm / h					
	PENDIENTE s					
	5 : 1000		20 : 1000		50 : 1000	
	C = 0.30	C = 0.50	C = 0.30	C = 0.50	C = 0.30	C = 0.50
1	0.09	0.08	0.14	0.12	0.18	0.15
2	0.17	0.14	0.24	0.20	0.30	0.25
3	0.23	0.19	0.32	027	0.41	0.34
4	0.28	0.24	0.40	0.33	0.50	0.42
5	0.33	0.28	0.47	0.39	0.60	0.50
6	0.38	0.32	0.54	0.45	0.68	0.57
7	0.43	0.36	0.61	0.51	0.76	0.64
8	0.47	0.40	0.67	0.56	0.85	0.71
9	0.52	0.43	0.73	0.61	0.92	0.77
10	0.56	0.47	0.79	0.66	1.00	0.84
20	0.94	0.79	1.33	1.11	1.88	1.40
30	1.31	1.07	1.81	1.51	2.28	1.90
40	1.59	1.32	2.24	1.87	2.83	2.36
50	1.88	1.56	2.65	2.21	3.34	2.79
60	2.15	1.79	3.04	2.53	3.83	3.20
70	2.42	2.01	3.42	2.85	4.31	3.59
80	2.67	2.22	3.77	3.15	4.76	3.97
90	2.92	2.43	4.12	3.44	5.27	4.33
100	3.15	2.63	4.46	3.72	5.62	4.69
200	5.29	4.41	7.48	6.24	9.45	7.89

4.8. Calculo de Secciones Hidráulicas

Método de sección y pendiente.- El método de sección y pendiente consiste en la determinación del gasto por medio de secciones hidráulicas definidas y de la pendiente del río o arroyo. Este método se usa generalmente en el estudio de los arroyos perfectamente definidos. Las secciones deben ser hidráulicas, es decir normales a la dirección general de los filamentos del agua en la época de las máximas extraordinarias, porque el gasto se calcula para éstas.

Las secciones hidráulicas deben por tanto elegirse en un tramo recto del río o al menos en un tramo en que las márgenes estén bien definidas y la velocidad sea prácticamente constante y no haya régimen hidráulico turbulento.

Medición de la sección.- Apoyándose en la poligonal en la cual se hizo el levantamiento topográfico de la zona del cruce se trazarán las secciones hidráulicas con la dirección determinada en el plano de configuración y se levantarán con nivel fijo con todo detalle, partiendo del monumento de nivel elegido para el estudio del cruce. Cuando el arroyo o río tenga agua, será necesario tomar el nivel del agua en el momento de la observación y referir a él el levantamiento de la sección debajo del agua.

Medición de la pendiente.- La pendiente hidráulica que interviene en la determinación del gasto, sea e la fórmula de Chezy o bien en la de Manning, se debe tomar directamente, procurando hacerlo en un tramo suficientemente uniforme y en el que la superficie del agua parezca un plano. En el caso de que el cauce esté seco, la nivelación se hará por el centro del cauce, tomando siempre los puntos más bajos de cada sección, es decir se determinará la pendiente del canal principal del arroyo.

Para el cálculo del gasto en crecientes máximas extraordinarias que, como ya se dijo, es el que se necesita para el estudio de la obra de drenaje, es necesario hacer una investigación minuciosa de la elevación de las aguas máximas extraordinarias, mediante un recorrido por las márgenes, buscando con criterio y cuidadosamente cualquier huella que permita indicar hasta qué nivel llegan las aguas máximas extraordinarias.

Contando con la sección y la pendiente, puede calcularse la velocidad mediante la fórmula de Manning:

$$v = \frac{1}{n} \; r^{\frac{2}{3}} s^{\frac{1}{2}}$$

en que v es la velocidad en metros por segundo; n un coeficiente que depende del material y estado del cauce del río o arroyo; r es el radio hidráulico, que se obtiene dividiendo el área de la sección, entre el

perímetro mojado; y s la pendiente, obtenida de dividir la diferencia de altura del agua de las secciones consideradas, entre la distancia que las separa. Con la velocidad se obtiene el gasto mediante la fórmula:

$$Q = a\,v$$

en que a es el área de la sección.

A continuación se muestra una tabla de valores de n para usarse en la fórmula de Manning:

Tabla 4.4

MATERIAL Y ESTADO DEL CAUCE DEL RIO O ARROYO	CONDICION			
	IDEAL	BUENA	REGULAR	MALA
1.- Limpio, márgenes rectas, tramo parejo sin grietas ni pozas profundas.	0.025	0.0275	0.030	0.033
2.- Igual que el anterior pero con algunas hierbas y piedras.	0.030	0.033	0.035	0.040
3.- Sinuoso, con algunas pozas y bancos, pero limpio.	0.033	0.035	0.040	0.045
4.- Igual que el anterior pero con inferiores tramo, sección y taludes.	0.040	0.045	0.050	0.055
5.- Igual al 3 pero con algunas hierbas y piedras.	0.035	0.040	0.045	0.050
6.- Igual al 4, con secciones pedregosas.	0.045	0.050	0.055	0.060
7.- Enyerbado o con pozas profundas.	0.050	0.060	0.070	0.080
8.- Muy enyerbado.	0.075	0.100	0.125	0.150

La fórmula de Manning se puede usar también para el cálculo del gasto de la cunetas; en esta caso s representa la pendiente de la cuneta y tanto el área a como el radio hidráulico r y el perímetro mojado p se obtienen de la sección que permite la máxima capacidad de la cuneta.

4.8.1. Determinación del Área necesaria para Alcantarillas

a) Cuando se usa la fórmula de Talbot, como ya se explicó antes, el área necesaria se determina en función del área drenada.
b) Cuando se usan fórmulas del tipo de la de Burkli – Ziegler, que permite calcular el gasto, se requiere proporcionar la alcantarilla para ese gasto. Intervienen los siguientes factores:
    - Forma geométrica de la alcantarilla.
    - Espacio libre necesario
    - Espesor del terraplén.
    - Funcionamiento hidráulico (con carga o sin ella).
    - Pendiente y velocidad.

La *forma geométrica* de la alcantarilla afecta el gasto que puede drenar, por la mayor o menor facilidad de entrada, pues a simple vista se ve por ejemplo, que no es conveniente para un cauce muy ancho y de poco tirante construir una obra de poco claro y de mucho tirante.

El *espacio libre necesario* queda determinado por las dimensiones de los cuerpos de arrastre; se aconseja que no sea menor de 50 cms. En caso de que no haya arrastre como sucede en las alcantarillas de gasto muy pequeño, no es necesario dejar espacio libre.

El *espesor del terraplén* gobierna también la forma de la alcantarilla, pues da la altura máxima de que puede disponerse para el proyecto de la obra; por lo contrario a veces el tamaño de la alcantarilla fija la altura de la subrasante, que será tal que no obligue a que las alcantarillas queden enterradas lo que es completamente inaceptable.

En su *funcionamiento hidráulico* las alcantarillas pueden ser con carga o sin carga.

a.- Las alcantarillas que tienen salida libre se les dice sin carga. Su capacidad depende del escurrimiento crítico que a su vez depende de la pendiente y tirante críticos.

Pendiente crítica es la mínima que da el gasto máximo. Para pendientes menores que la critícale gato es menor proporcionalmente.

Tirante crítico es el que produce la velocidad crítica, que se obtiene cuando la carga es igual a la mitad del tirante medio.

Para conductos rectangulares:

Tirante crítico = 0.6663 H.

Para conductos circulares:

Tirante crítico = 0.690 D.

MAXIMA CAPACIDAD DE LAS ALCANTARILLAS CON SALIDA LIBRE

Nivel de agua a la corrida igual al de la clave del tubo.

Gasto en m^3/s

	PENDIENTE %	DIAMETRO 8" 20m.	10" 25m.	12" 30m.	15" 38m.	18" 45m.	21" 53m.	24" 61m.	30" 76m.	36" 91m.	42" 1.07m.	48" 1.22m.	54" 1.37m.	60" 1.52m.	66" 1.68m.	72" 1.83m.	78" 1.98m.	84" 2.13m.	90" 2.29m.	96" 2.44m.	108" 2.74m.	120" 3.05m.	
							60m/s							1.20m/s									
	0.1	006	011	017	037	059	093	133	226	340	566	708	1.02	1.33	1.90	2.41	3.11	3.68	4.51	5.4	7.6	9.3	
	0.2	008	017	028	057	088	133	192	340	538	849	1.189	1.61	2.18	2.83	3.68	4.53	5.38	6.5	7.6	10.7	14.1	180 m/s
	0.3	011	023	037	068	110	167	235	424	708	1.047	1.500	2.04	2.74	3.40	4.24	5.38	6.51	7.9	9.3	12.7	17.0	
	0.4	014	025	042	079	125	192	269	481	792	1.189	1.755	2.35	3.11	3.96	5.09	6.23	7.64	9.1	10.7	14.4	19.0	240 m/s
	0.5	017	028	048	085	139	212	283	538	877	1.302	1.924	2.55	3.40	4.24	5.38	6.79	8.21	9.6	11.6	15.8	20.7	300 m/s
	0.6	017	031	054	093	153	229	311	594	934	1.415	2.038	2.74	3.68	4.53	5.94	7.07	8.49	10.2	12.2	16.1	21.3	
80 m/s	0.8	023	034	059	105	173	255	368	651	1.047	1.556	2.179	2.83	3.96	5.09	6.23	7.64	9.06	11.0	13.0	17.5	22.9	
	1.0	023	040	065	113	184	272	396	679	1.104	1.613	2.264	3.11	3.96	5.09	6.51	7.92	9.34	11.3	13.3	17.8	22.9	
	1.2	023	042	068	122	192	283	396	708	1.132	1.670	2.321	3.11	4.24	5.38	6.51	7.92	9.34	11.3	13.3	17.8	22.9	
	1.4	025	045	071	125	198	283	424	708	1.132	1.670	2.349	3.11	4.24	5.38	6.51	7.92	9.34	11.3	13.3	17.8	22.9	
	1.6	025	045	071	127	201	283	424	736	1.132	1.670	2.349	3.11	4.24	5.38	6.51	7.92	9.34	11.3	13.3	17.8	22.9	
	1.8	025	045	074	130	201	311	424	736	1.132	1.670	2.349	3.11	4.24	5.38	6.51	7.92	9.34	11.3	13.3	17.8	22.9	
	2.0	025	045	074	130	201	311	424	736	1.132	1.670	2.349	3.11	4.24	5.38	6.51	7.92	9.34	11.3	13.3	17.8	22.9	
120 m/s	2.2	025	045	074	130	201	311	424	736	1.132	1.670	2.349	3.11	4.24	5.38	6.51	7.92	9.34	11.3	13.3	17.8	22.9	
	2.4	025	045	074	130	201	311	424	736	1.132	1.670	2.349	3.11	4.24	5.38	6.51	7.92	9.34	11.3	13.3	17.8	22.9	
					160 m/s		240 m/s	300 m/s															
ÁREA TOTAL (m^2)		032	051	073	113	184	223	292	456	657	893	1.17	1.49	1.82	2.21	2.63	3.08	3.57	4.10	4.66	5.90	7.29	
ÁREA NETA (75% del área total)		023	037	051	085	120	160	210	335	483	658	859	1.08	1.34	1.63	1.93	2.26	2.62	3.01	3.43	4.34	5.35	
VELOCIDAD CRÍTICA (m/s)		1091	1221	1371	1571	1671	1942	202	216	235	253	273	283	317	330	337	351	356	376	388	410	429	

Los gastos se calcularon para un coeficiente de fricción n= 0.021 La tabla da para cada diámetro el gasto correspondiente a los diversos pendientes — Los valores en letra negrita indican el gasto para la "pendiente crítica" (aproximadamente). — Para pendientes más fuertes que la "crítica" el gasto no aumenta

Se marcan las líneas escalonadas para dar una idea de la velocidad — correspondiente a diferentes tubos y pendientes — A los gastos colocados encima de los escalones corresponden aproximadamente, las velocidades — anotadas en los extremos de esas líneas o sea 0.60 m/seg 1.20 m/seg — 1.80 m/seg, 2.40 m/seg y 3.00 m/seg

Los tres últimos renglones dan el área total del tubo, el área hidráulica interior para el tirante crítico y la velocidad para el mismo tirante

Ejemplo — Por medio de la fórmula de Kurkbzegler se obtiene un gasto de 0.75 metros cúbicos por segundo, teniéndose una pendiente de 1.5% — En el renglón correspondiente a 1.4% se encuentra que un tubo de 76 cm permite un gasto de 0.708, se escoge el inmediato, que es un tubo de 91 cm que permite un gasto de 1.132 metros cúbicos por segundo

b.- Se llaman alcantarillas con carga aquellas que tienen obstruida su salida. Esto sucede en los casos en que el terreno es plano, tiene poca pendiente y por lo tanto la salida queda ahogada o semiahogada por el agua estancada allí. En estas condiciones la alcantarilla empieza a funcionar cuando el agua ha rebasado el nivel de la obstrucción, haciéndolo como tubo forzado.

Gasto para Tubos Corrugados, con salida ahogada

Alcantarilla trabajando forzada

CARGA EN METROS	DIAMETROS									
	12"	15"	18"	21"	24"	30"	36"	42"	48"	
.01	.016	.027	.041	.058	.079	.132	.201	.287	.391	
.02	.022	.038	.057	.082	.111	.187	.284	.406	.553	
.03	.028	.046	.070	.100	.136	.229	.348	.497	.677	$0.5\frac{m}{s}$
.04	.032	.053	.081	.116	.158	.264	.402	.574	.782	
.05	.036	.059	.091	.129	.176	.295	.450	.642	.874	
.06	.039	.065	.099	.142	.193	.323	.492	.703	.957	
.07	.042	.070	.107	.153	.209	.349	.532	.760	1.034	
.08	.045	.075	.115	.164	.223	.373	.569	.812	1.105	
.09	.048	.080	.122	.174	.236	.396	.603	.861	1.172	$1\frac{m}{s}$
.1	.050	.084	.128	.183	.249	.417	.636	.908	1.236	
.15	.062	.103	.157	.224	.305	.511	.779	1.112	1.513	
.2	.071	.119	.181	.259	.352	.590	.899	1.284	1.747	
.25	.079	.133	.203	.289	.394	.660	1.005	1.435	1.954	$1.5\frac{m}{s}$
.3	.087	.146	.222	.317	.432	.723	1.101	1.572	2.140	
.35	.094	.157	.240	.342	.466	.781	1.189	1.698	2.312	
.4	.101	.168	.256	.366	.498	.835	1.272	1.816	2.471	$2\frac{m}{s}$
.45	.107	.178	.272	.388	.529	.885	1.349	1.925	2.621	
.5	.112	.188	.287	.409	.557	.933	1.422	2.030	2.763	
.55	.118	.197	.301	.429	.584	.978	1.491	2.129	2.898	
.6	.123	.206	.314	.448	.610	1.022	1.557	2.223	3.027	$2.5\frac{m}{s}$
.65	.128	.215	.327	.467	.635	1.064	1.621	2.314	3.150	
.7	.133	.223	.339	.484	.659	1.104	1.682	2.402	3.269	
.75	.138	.230	.351	.501	.682	1.143	1.741	2.486	3.384	
.8	.142	.238	.363	.518	.705	1.180	1.798	2.567	3.495	
.85	.147	.245	.374	.534	.727	1.216	1.854	2.647	3.603	
.9	.151	.252	.385	.549	.748	1.252	1.907	2.723	3.707	
.95	.155	.259	.395	.564	.769	1.286	1.960	2.798	3.809	
1.00	.159	.266	.405	.579	.788	1.319	2.011	2.871	3.908	

4.9. Tipos de Alcantarillas

Tubos.- Las alcantarillas construidas con tubos prefabricados en secciones, se llaman tubulares. Los tubos pueden ser metálicos o de concreto.

Las alcantarillas tubulares tienen la ventaja, sobre cualquier otro tipo, de la rapidez de su construcción, pues inmediatamente después de tendido se puede construir el terraplén; así que son de aconsejarse en cualquier caso a menos que la pendiente transversal sea mayor de 30º.

Las condiciones de una buena alcantarilla de tubo son las siguientes:

a) Buena preparación de la plantilla donde va a colocarse el tubo, evitando que haya cama rígida, o que haya diferente resistencia del terreno, o huecos, etc.
b) Colocación siguiendo las especificaciones de los fabricantes.
c) Articulaciones convenientes.
d) Colocación del colchón por capas compactadas.
e) Suficiente protección a la salida y a la entrada.
f) Tener suficiente pendiente para evitar azolve (mínimo 0.5%, conveniente 2%).
g) Disponer de un colchón mínimo de 30 cm. debajo de la subrasante.

Generalmente se colocan muros de cabeza que sirven tanto a la entrada como a la salida para anclar la obra y para impedir que la tierra del terraplén caiga en los tubos. Cuando no hay muro de cabeza a la salida, es conveniente prolongar cuando menos un metro la longitud del tubo fuera de la traza del talud del terraplén con el terreno. En terreno suave es conveniente zampear la salida.

Losas.- Se llama comúnmente losas a las alcantarillas de losa de concreto reforzado sobre muros de mampostería y se usan cuando, por la magnitud del gasto y forma del Talweg, no es posible usar una batería de tubos o no hay tubos de diámetro necesario, o resultan excesivamente costosos o difíciles de transportar e instalar.

También se recomiendan cuando se tienen a mano los materiales necesarios como arena, grava y piedra y la mano de obra para la mampostería.

Es indispensable construirlas con suficiente anticipación para que no se interrumpa el camino y no sea necesario mantener una desviación durante mucho tiempo.

Hay losas con colchón y losas sin colchón, calculándose en el primer caso con cargas uniformemente distribuidas y en el segundo con carga concentrada.

Alcantarillas celulares.- Se llama alcantarillas celulares o de cajón, a las estructuras de concreto armado que tienen varias celdas.

Este tipo se usa en caso de que el terreno tenga poca resistencia, como en el caso de pantanos y cuando la altura del colchón es moderada y la extensión del cauce muy grande. Son costosas y lentas de construir.

4.9.1. Condiciones de que depende la elección de Tipo.

a) Que la estructura satisfaga las condiciones hidráulicas del cauce.
b) La magnitud del cauce y del gasto.
c) La posibilidad de hallar el material de construcción.
d) La urgencia.
e) La situación económica: de cuánto dinero se dispone y cual es la estructura más económica.

4.10. Localización e Instalación

Una vez que se conoce el gasto de la corriente, que se ha determinado el área hidráulica necesaria y elegido el tipo de obra, se puede proceder al cálculo estructural de la obra y por lo tanto a la

elaboración de los planos constructivos y a la formulación del presupuesto.

En la generalidad de los casos se utilizarán los proyectos tipo, no siendo necesario calcular la obra; sin embargo, daremos algunas normas y reglas generales que servirán para que el ingeniero cuide especialmente su cumplimiento cuando utilice los proyectos tipos. Nos referiremos exclusivamente a las alcantarillas, aun cuando algunas de las reglas, especificaciones y recomendaciones son extensivas a los puentes.

4.11. Materiales de Alcantarillas

1. Tubos.- Generalmente no se calculan, pues tanto los metálicos como los de concretos son fabricados por casas especialistas. Queda limitado el cálculo al uso de las tablas.

a). Tubos metálicos.- Para conocer el calibre que debe emplearse, se utilizará la tabla a continuación o bien las que proporcione el fabricante de la marca que se vaya a emplear.

Para que la carga sobre la alcantarilla pueda considerarse como uniformemente repartida, el colchón de terrecería no será menor de 30

cm. no incluyendo en este espesor el de la base o revestimiento. La AASHO recomienda un espesor mayor. Este espesor mínimo será el que haya en las orillas y no en el centro del camino. Se evitarán tubos enterrados y para su armado, colocación, aperaltamiento, etc., se seguirán las instrucciones del fabricante.

b). Tubos de concreto.- Cuando sea preciso calcularlos por no encontrar en el mercado tubos fabricados y aprobados, se hará de acuerdo con los procedimientos comunes de estabilidad, tomando en consideración las cargas que obran sobre la alcantarilla, sus condiciones de trabajo, y los momentos flexionantes, para determinar las secciones.

2. Losas de concreto reforzado.- Son las losas de espesor uniforme, con guarniciones del mismo material, apoyada sobre estribos de mampostería o de concreto. Se calculan primero las losas y enseguida los estribos. La secuela para el cálculo de las losas es el siguiente:

a. Determinación de las cargas que obran sobre la losa.
b. Investigación de las condiciones de trabajo de la losa.

c. Elección de la resistencia del concreto, su fatiga y cálculo de las constantes.
d. Cálculo de los esfuerzos.
e. Proporcionamiento de la sección y determinación del acero de refuerzo.
f. Proyecto.
g. Dibujo constructivo, y
h. Cómputos métricos.

Las cargas por considerar son la muerta y la viva. La carga muerta consiste en el peso propio, supuesto de antemano y verificado después del primer tanteo, más el peso del colchón.

La carga viva consiste en los camiones o cargas uniformemente repartidas, correspondientes a las denominaciones H20 – 44, H15 – 44 ó H10 – 44.

Las losas se considerarán como libremente apoyadas, a pesar de los semi-empotramientos ocasionados por la terrecería que haya encima de los estribos.

No se construirán losas de peralte menor a 10 cm. aunque el cálculo así lo indique.

La separación del acero de refuerzo no será menor de 2.5 veces el diámetro de las varillas redondas y 3 si son cuadradas, ni mayor de 3

veces el peralte efectivo de la losa. La distancia libre entre dos varillas consecutivas no deberá ser menor de 1.5 veces el tamaño máximo del agregado grueso. El recubrimiento mínimo, medido de la superficie del concreto a la cara de cualquier varilla de refuerzo, no deberá ser menor de 2.5 cm. el acero de flexión no se empalmará en puntos de esfuerzos máximos. Por regla general deberá observarse que los empalmes serán de longitud igual a 40 diámetros de la varilla. El porcentaje de refuerzo de temperatura será de 0.2% del área efectiva del concreto. La separación del refuerzo de temperatura no deberá ser mayor de 5 veces el peralte efectivo de la losa, con límite de 45 cm., ni menor que la separación mínima fijada para el refuerzo de flexión.

Los volúmenes de concreto deberán darse al décimo de metro cúbico y los pesos de la varillas al kilogramo.

Para efecto del pago de la obra no se descontará del volumen del concreto, el volumen del acero de refuerzo.

La secuela para el cálculo de los estribos es la siguiente:

a) Proyecto considerando una sección supuesta.
b) Determinación de las cargas.
c) Verificación de las fatigas.
d) Modificación de la sección supuesta.
e) Proyecto.
f) Dibujo y cómputos métricos.

Las mamposterías de los apoyos o estribos tendrán dimensión mínima de 0.30 m. El talud delantero (hacia el cauce), podrá ser vertical, pero en ningún caso mayor de 1:20; el talud trasero (hacia la terrecería), no deberá ser mayor de 1:3. Los aleros tendrán los mismos taludes que el terraplén, tomando en cuenta para su diseño, su oblicuidad; morirán al nivel del terreno.

Las cargas que obran sobre el estribo de la alcantarilla son: la reacción por carga muerta de la losa; la reacción por carga viva de la losa el peso de la tierra sobre las zapatas; el empuje de la tierra y el peso propio.

Hay que verificar una sección intermedia y el desplante, para que satisfaga las condiciones de equilibrio que son: no fallar al volteamiento ni al deslizamiento, ni sobrepasar las fatigas admisibles en la mampostería y en el terreno de desplante.

Los estribos tendrán drenes para el desagüe interior de los terraplenes. Se colocará una capa de grava o piedra quebrada entre el paramento trasero y la terrecería.

4.12. Drenaje Subterráneo

El drenaje subterráneo está constituido por los dispositivos necesarios para eliminar el agua subterránea, o bien abatir su nivel hasta donde no sea perjudicial al camino.

Condiciones en que se encuentra el agua subterránea.- *El agua que se encuentra bajo la superficie de la tierra se presenta en corrientes o estancada.*

Cuando se encuentra estancada puede apreciarse a simple vista; si no es aparente superficialmente, entonces se encuentra como exceso de humedad de los suelos y es llamada agua capilar o higroscópica.

El nivel de agua subterránea generalmente es paralelo a la superficie del terreno por lo que en terrenos planos o de lomerío suave es muy difícil averiguar a que profundidad se encuentra el agua subterránea. Cuando en un terreno hay una depresión brota un manantial, si el manto de agua subterránea es interceptado por una depresión.

A veces el agua se encuentra formando lagunas interiores, en especie de bolsas.

Importancia del subdrenaje.- De acuerdo con la naturaleza de los suelos es muy importante el proyecto de un drenaje subterráneo, pues el exceso de agua o humedad en ellos es altamente perjudicial, ya que ocasiona reblandecimiento de los terraplenes o bases y por lo tanto baches, grietas y deslaves, así como resbalamiento del material de los taludes de los terraplenes, etc.

4.12.1. Características de los Suelos, que influyen en el Subdrenaje

Es básico para resolver los problemas del subdrenaje, conocer la naturaleza de los suelos, sus propiedades y su comportamiento. Los suelos tienen algunas propiedades físicas importantes que no los definen por completo; pero a los cuales conviene referirse en algunos casos en forma comparativa. A continuación daremos una idea de algunas de ellas:

Resistencia a las deformaciones.- Se aprecia en los suelos, bien por la oposición que presentan a ser penetrados por un objeto o bien por la oposición que presentan a ser desplazados lateralmente, cuando se les somete a cargas; depende en realidad de la resistencia que el suelo presente al esfuerzo cortante y éste depende a su vez, de dos propiedades mecánicas denominadas cohesión y fricción interna.

La cohesión es la resistencia que presentan las partículas de suelo a ser apartadas una de otras. Se consideran dos clases de cohesiones, la verdadera que resulta de la atracción molecular entre las partículas del suelo y la cohesión aparente que le da el agua que envuelve las partículas.

La fricción interna es la resistencia presentada por las partículas del suelo a deslizarse las unas sobre las otras; es debido a la presencia de partículas de arena gruesa y de partículas de piedra triturada. Es importante en tiempo seco cuando la cohesión proporcionada por la arcilla y por la humedad, decrece considerablemente. A esto se debe la importancia de la presencia de materiales angulosos en los materiales para caminos.

Compresibilidad.- Se refiere a la reducción de volumen de un suelo motivada por la ampliación de una presión exterior. La compresión de los suelos secos sin que se presente desplazamiento lateral, ocurre cuando el aire de los espacios vacíos se escapa o es comprimido. La compresión de suelos húmedos sin que se presente desplazamiento lateral, ocurre cuando el exceso de agua en los espacios vacíos puede escapar al aplicar la presión.

Elasticidad.- La elasticidad de los suelos, puede definirse como la propiedad de volver a recuperar su posición original, cuando han sido comprimidos y se ha removido la carga que causa la deformación. Los suelos no son completamente elásticos, pudiendo variar apreciablemente esta propiedad según el suelo de que se trate. Se ha comprobado que la elasticidad de los suelos es motivada por la presencia de partículas en forma de escamas (principalmente de mica), y de coloides orgánicos. Las primeras se encuentran frecuentemente en las arcillas y raramente en las arenas. Los coloides orgánicos se encuentran presentes en los suelos con turba.

Permeabilidad.- Es la propiedad de algunos suelos de permitir el paso de permitir el paso del agua libre o gravitacional a través de sus intersticios o poros. En el caso normal de escurrimiento exclusivamente laminar (y no turbulento), la filtración tiene lugar de acuerdo con la ley de Darcy que dice que la filtración es proporcional a la pendiente hidráulica, al área, al tiempo de filtración y a un coeficiente de permeabilidad del suelo que se expresa en centímetros por minutos.

Las gravas y las arenas son las más permeables, decreciendo la permeabilidad con el tamaño de las partículas hasta los limos y las arcillas, siendo éstas últimas prácticamente impermeables.

Capilaridad.- La capilaridad es la propiedad de los suelos de absorber agua por contacto con una fuente adyacente de este líquido y de transmitirla en todas direcciones sin importar la intensidad y la dirección de la fuerza de la gravedad. La fuerza que ocasiona este escurrimiento de agua, es la tensión superficial o atracción molecular de láminas delgadas de agua y es denominada tensión capilar.

La altura a la cual puede elevarse el agua en los suelos, es inversamente proporcional al diámetro de los poros y por lo tanto inversamente proporcional al diámetro de las partículas de suelo.

Se ha determinado, tanto por experiencias, como por cálculos, que la altura máxima de capilaridad en 24 horas, ocurre cuando las partículas de suelo son de 0.02 mm. de diámetro y que corresponden a la designación de limo fino.

Si un suelo presenta una gran capilaridad, es una desventaja bastante considerable, pues esto se traduce en una dificultad enorme para ser drenado y se acumula un exceso de agua, se producirán cambios volumétricos perjudiciales. En general, los suelos constituidos por material muy fino tienen una gran capilaridad y sólo se comportarán satisfactoriamente, si pueden ser protegidos convenientemente de cantidades excesivas de humedad.

Las características y propiedades físicas de los suelos que más influyen en el proyecto del subdrenaje son las siguientes:

1. Textura, porque la cantidad de agua corriente y estancada depende del tamaño de las partículas.
2. Permeabilidad.
3. Capilaridad que es una de las de mayor influencia tienen en el estudio de drenaje subterráneo.
4. Escurrimiento. Es el movimiento del agua por gravedad dentro del terreno.
5. Expansión y contracción. Es el cambio de volúmenes de acuerdo con la cantidad de humedad, que ocasiona asentamiento o levantamiento de la base.
6. Plasticidad. Depende de la mayor o menor cantidad de agua o humedad contenida en el subsuelo.

4.12.2. Subdrenaje sin Obras Auxiliares

Los métodos para subdrenar sin obras auxiliares, consisten en el aprovechamiento de las condiciones naturales del suelo para eliminar el agua subterránea o para abatir su nivel.

1. Para estabilizar la sub. – base, uno de los casos que es posible resolver sin recurrir a obras auxiliares, pueden emplearse los siguientes sistemas:
   a. Colocar una capa permeable sobre el terreno, con el objeto de que el agua que por capilaridad ponga en peligro la estabilidad de la base, no suba al terraplén sino que escurra lateralmente. Cuando el revestimiento (base) o pavimento, permiten el paso del agua superficial, muchas veces se agrava la situación, pues el agua va a aumentar la cantidad de humedad del terreno.
   b. Otro sistema consiste en la impermeabilización de la sub. - base por medio de mezclas de materiales, recurriéndose por lo general al asfalto.
   c. Cuando se prevea que estos sistemas no son eficientes será necesario acarrear material adecuado para mejorar el que se tiene, seleccionando los bancos.
   d. Un sistema que en cualquier caso ayuda notablemente es el de compactar adecuadamente y con intervención del laboratorio, el terraplén o la cama del camino en los cortes.
   e. Proyectar adecuadamente las cunetas.
2. Para estabilizar la base (o revestimiento), que es la capa que va sobre la terrecería (o sub – base) y abajo del pavimento, se aconseja observar las siguientes reglas:

a. Que la altura de la rasante sea la suficiente para que el agua capilar no llegue a perdujicarla.
b. Que hayas drenes de grava o piedra, generalmente en forma triangular.

4.12.3. Subdrenaje con Obras Auxiliares

Cuando los métodos anteriores no son efectivos, es necesario proyectar un drenaje parecido al superficial, es decir, conductos para que el agua escurra y salga o para que se abata el nivel subterráneo.

1. *TIPOS.-* El primer tipo de dren subterráneo los constituyen los tubos, con juntas abiertas y paredes perforadas o permeables. Estos tubos se alojan dentro de un relleno permeable que sirve como conducto para que el agua llegue al tubo y pueda salir.

   El segundo tipo de drenaje subterráneo consiste en abrir una zanja y poner el material permeable, suprimiendo el tubo. El ideal sería que la zanja tuviera la profundidad necesaria para captar todo el espesor del manto de agua, pero como esto no es posible, bastará darle la profundidad a la que quiera abatirse el nivel subterráneo para que este no perjudique el camino.

En terrenos planos las zanjas se localizan a ambos lados del camino, con la pendiente necesaria para que corra el agua.

Con objeto de que el agua escurra con facilidad dentro del dren, el material de relleno debe tener el más alto porcentaje de vacíos posibles, por lo que se aconseja que el material sea de tamaño uniforme.

Se recomienda que cuando las zanjas van colocadas debajo de la cuneta, como estas pueden arrastrar lodo, el material de relleno se gradúe pero en capas, es decir, la capa inmediatamente abajo del fondo de la cuneta, debe ser de material fino, la que va a continuación, de material más grueso y, finalmente la que va en el fondo de la zanja, de grava gruesa o piedra quebrada hasta de 10 o 15 cms.

El tercer tipo de dren lo constituye la zanja llena de material permeable, con un tubo alojado dentro de él. En este caso el dren lo constituye propiamente el relleno de la zanja y el tubo sólo es el conducto necesario para dar salida al agua drenada. Los tubos pueden ser de barro, de concreto o de láminas corrugadas. La manera de hacer llegar el agua a ellos puede ser no poniendo juntas, o en los de barros y concreto hacerlos porosos o finalmente haciéndoles perforaciones, siendo este último el sistema más utilizado.

2. *FALLAS.-* Estos drenes suelen fallar por las siguientes causas:
   a) Por no ser el método adecuado
   b) Por atascamiento del material de relleno de las zanjas
   c) Por atascamiento del tubo, sea en el sistema de entrada o dentro de él
   d) Por rotura de los tubos cuando sirven como ductos

3. *RECOMENDACIONES*
   - Para terrenos que no puedan drenarse por medio de obras auxiliares, sino que sea necesario cambiar el material mejorándolo con mezclas, no es aconsejable utilizar ninguno de los métodos anteriores
   - Para que el relleno de la zanja no se atasque, deben tener las partículas dimensiones adecuadas de acuerdo con las partículas del terraplén o del terreno
   - Para que el tubo no se azolve debe tener pendiente adecuada, que en ningún caso debe ser menor que el medio por ciento
   - La capacidad debe ser la suficiente para permitir el paso de toda el agua drenada
   - No debe usarse tubo de diámetro menor de 15 cms

- Es mejor que tenga muchas perforaciones muy pequeñas, que muy grande en pequeño número y que los agujeros vayan en la parte inferior del tubo y no en la superior
- Para que una ruptura del tubo no perjudique la función del dren, deben seguirse las normas aconsejadas para asentar los tubos de alcantarillas. Con objeto que una falla de este tipo pueda remediarse sin grandes contratiempos, no se debe colocar el tubo al centro del camino, sino debajo de la cuneta.

4.13 DISEÑO DEL DRENAJE PARA LA AVENIDA "TEODORO ALVARADO OLEA"

CALCULO DE ALCANTARILLAS.

Para el presente estudio se necesitan implementar tres alcantarillas, en tres puntos donde se producen las cotas mínimas y se facilita además la conducción del agua a canales de drenajes existentes en la zona.

Para efectos de cálculos se utilizará la formula de Talbot:

Alcantarilla 1:

Área a drenar: A = 71.4 Ha.

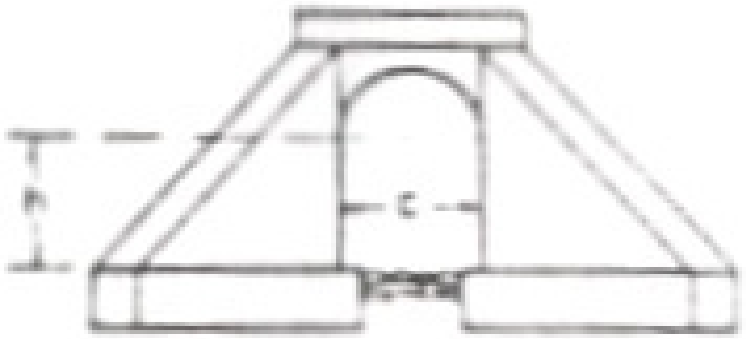
Coeficiente de escurrimiento: c = 0.5

Área de la alcantarilla: $a = 0.183 c \sqrt[4]{A^3}$

$$a = 0.183 \times 0.5 \times \sqrt[4]{71^3}$$

$$a = 2.63 m^2$$

Con a = 2.63 m^2 se ve la tabla de las secciones transversales por el método de talbot y la alcantarilla es la siguiente:



en donde :

h = 1.50 m

c= 1.50 m

Alcantarilla 2:

Área a drenar: A = 131.5 Ha.

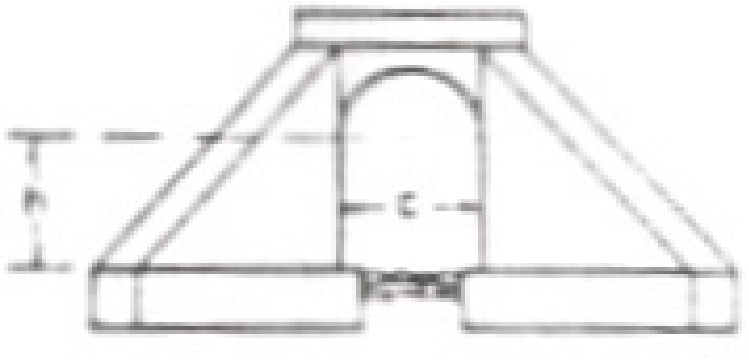
Coeficiente de escurrimiento: c = 0.5

Área de la alcantarilla: $a = 0.183 c \sqrt[4]{A^3}$

$$a = 0.183 \times 0.5 \times \sqrt[4]{131.5^3}$$

$$a = 4.17\, m^2$$

Con a = 4.17 m^2 se ve la tabla de las secciones transversales por el método de talbot y la alcantarilla es la siguiente:



en donde :

h = 1.25 m

c = 2.50 m

Alcantarilla 3:

Área a drenar: A = 104 Ha.

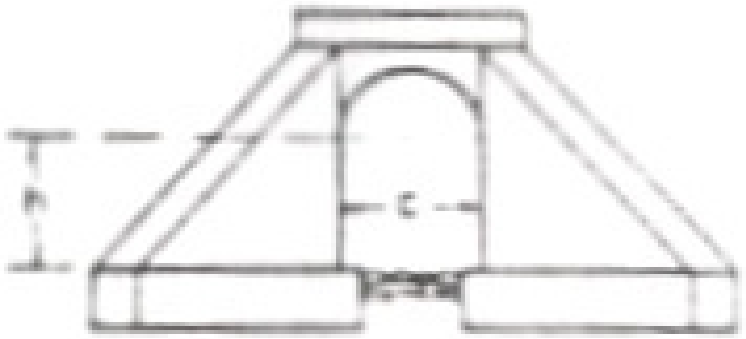
Coeficiente de escurrimiento: c = 0.5

Área de la alcantarilla: $a = 0.183 c \sqrt[4]{A^3}$

$$a = 0.183 \times 0.5 \times \sqrt[4]{104^3}$$

$$a = 3.52\, m^2$$

Con a = 3.52 m^2 se ve la tabla de las secciones transversales por el método de talbot y la alcantarilla es la siguiente:



en donde :

h = 1.25 m

c = 2.50 m

CAPITULO 5

5. ANALISIS DE COSTOS

Para el análisis de los Precios Unitarios, se ha tomado en cuenta todas las condiciones de dimensionamiento de la obra definidas en los estudios y diseños de la Vía Teodoro Alvarado Olea, las mismas que han permitido disponer de los elementos de juicio suficientes para la correcta elaboración del cálculo de los valores de los rubros principales que intervienen en la Obra.

Los presupuestos han sido realizados en función de dos aspectos fundamentales que son: los costos reales de mercado en el sitio de la obra de todos los componentes del precio unitario y las cantidades determinadas en el dimensionamiento del estudio de la obra que se va a ejecutar.

La obra se ha presupuestado considerando que el constructor tenga una utilidad razonable, para lo cual se ha propuesto una cuantificación de costos indirectos de la empresa, en un 28% de los costos directos, distribuido tal como se indica:

Dirección técnica y administración	10,0 %
Imprevistos	3,0 %
Utilidades	15,0 %
Costo Indirecto	28 % de CD

5.1. Objetivo y Alcance de los Presupuestos

La elaboración del presupuesto tiene por objetivo presentar los insumos básicos que intervienen en cada componente de la obra.

Para cumplir este objetivo se analizaron los siguientes aspectos:

a) Cálculo de costos de los insumos básicos de los precios unitarios, o sea mano de obra y materiales.
b) Estimación del rendimiento de la mano de obra, maquinaria y equipo a utilizarse.
c) Análisis de los precios unitarios para determinar los costos relativos a la construcción.

5.2. Componentes de los Precios Unitarios

El precio unitario de cada rubro está definido por la suma de costos directos desglosado en sus componentes de mano de obra, equipo, materiales, transporte; y los costos indirectos.

El costo directo se lo estudió conformado de la siguiente manera:

a) *COSTO DE MANO DE OBRA:* Corresponde a los salarios horarios devengados por los operadores de equipo mecánicos, y de los trabajadores de la construcción que intervienen en la ejecución del rubro, considerando las cargas sociales y regalías.
b) *COSTO DE LOS EQUIPOS*: Se lo obtuvo de la suma de los costos horarios de los equipos que intervienen en cada rubro.
c) *COSTO DE LAS HERRAMIENTAS:* Como es la práctica usual en nuestro medio, se lo consideró como un porcentaje de la mano de obra, generalmente 5%.
d) *COSTO DE LOS MATERIALES:* Es el valor de los distintos materiales que fueron cuantificados en la ejecución del rubro, considerando la cantidad o consumo del material que se va a utilizar y el precio unitario del mismo sin considerar el impuesto al valor agregado (IVA). Todos los costos de materiales tienen incluido el componente transporte.

COSTO DIRECTO: Corresponde a la suma de: Equipo + mano de obra + materiales + transporte.

COSTO INDIRECTO: está considerado como el 28% de los CD, en la cual se considera incluidos los campamentos e instalaciones

provisionales del contratista (excepto bodegas), así como el equipo de protección personal de los trabajadores.

Para la determinación de todos y cada uno de los costos mencionado se tomó en cuenta las condiciones de trabajo medias o normales que regirán en la obra y los métodos constructivos adecuados para el tipo de actividad a ejecutar, de modo que siempre estén en armonía la planeación del trabajo y la ejecución del mismo.

5.3. Presentación de los Presupuestos

Los precios unitarios, en ningún caso consideran el 12% por impuesto al valor agregado (IVA). Este valor ha sido adoptado al final del cálculo del presupuesto sobre su totalidad.

Los presupuestos, acatando las disposiciones de la Ley para la Transformación Económica del Ecuador, han sido realizados en dólares americanos.

Los presupuestos han sido realizados con la mayor precisión que ha sido posible alcanzar, por tanto se considera que existirá una diferencia máxima de 10% en cuanto al valor total presupuestado y el que sea efectivamente contratado.

5.4. Especificaciones de los diferentes Rubros Utilizados

DESBROCE – DESBOSQUE Y LIMPIEZA

Comprende en despejar el terreno para llevar a cabo la obra contratada, de acuerdo a los planos y especificaciones; se eliminarán todos los árboles, troncos, cercas vivas, matorrales y cualquier otra vegetación, también incluye en este rubro la remoción de la tierra vegetal hasta la profundidad indicada en los respectivos planos, estos trabajos incluirán a las zonas de préstamo, canteras y minas.

La unidad de medida para este rubro será la hectárea.

EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR

Este rubro consiste en realizar la excavación de cualquier material que sea salvo especificación adicional y comprende, la excavación, transporte (en la distancia de acarreo libre) desecho, colocación, manipuleo, humedecimiento y compactación del material necesario a remover en zonas de corte y a colocar en zonas de relleno para lograr la construcción de la obra básica.

El equipo a utilizar será un tractor, una excavadora, volquetas de 8 m3 y el quipo topográfico necesario para determinar las cotas indicadas en el diseño.

La unidad de medida para este rubro será el metro cúbico.

MATERIAL DE PRÉSTAMO LOCAL

Comprende el volumen de relleno necesario para alcanzar la cota de diseño en las partes bajas del proyecto, para el presupuesto se considera que el material obtenido en el rubro excavación sin clasificar será utilizado para este propósito, siempre y cuando éste cumpla con todas las condiciones necesarias para su aprovechamiento.

Este material se obtendrá de zonas de préstamo localizadas junto a la plataforma del camino y dentro de la zona del camino. En lo posible, el material se conseguirá efectuando una ampliación lateral de los cortes a fin de formar una plataforma adicional de protección del camino y para mejorar la distancia de visibilidad en las curvas. En esta última instancia, la ampliación se realizará en el lado interior de las curvas, donde sea practicable.

La excavación del material de préstamo local se efectuará de acuerdo a las líneas y cotas establecidas en los planos o por el Fiscalizador e incluirá el transporte de 300 mts de acarreo libre.

La unidad de medida para este rubro será el metro cúbico.

MATERIAL DE PRÉSTAMO IMPORTADO

Este material se obtendrá de aquellas zonas de préstamo localizadas fuera del derecho de vía, cuya ubicación deberá constar en los planos o disposiciones especiales como fuentes designadas para préstamo. Cuando las fuentes no sean designadas por la Municipalidad, el contratista deberá hacer todos los arreglos necesarios para obtener el material de préstamo y pagar todos los costos involucrados, inclusive el costo de construir y mantener cualquier camino de acceso que sea requerido.

El Contratista deberá notificar al Fiscalizador con anticipación la apertura de fuentes de materiales de préstamo importado asignadas por la Municipalidad, para que el seccionamiento inicial de la zona pueda llevarse a cabo oportunamente y el material a utilizarse pueda ser ensayado.

La unidad de medida para este rubro será el metro cúbico.

EXCAVACIÓN Y RELLENO PARA ESTRUCTURAS MENORES

Este rubro consiste en la excavación necesaria para la construcción de las cimentaciones para puentes, excavación de zanjas para la instalación de alcantarillas, tuberías u otras estructuras, además incluye el suministro, colocación y compactación del material para el relleno alrededor de las estructuras, de acuerdo a los límites y niveles señalados en los planos o fijados por el ingeniero fiscalizador.

SUB-BASE CLASE I

Consiste en la construcción de capas de subbase compuestas de agregados gruesos, triturados o sólo cribados, mezclados con agregados finos, humedecimiento y compactación de la misma.
La unidad de medida para este rubro será el metro cúbico.

PAVIMENTO DE HORMIGÓN DE CEMENTO PÓRTLAND

Este trabajo consistirá en la construcción de una capa de rodadura constituida por una losa de hormigón de cemento Pórtland, con o sin inclusión de aire, con o sin dispositivos de transferencia de carga, con o

sin armadura de refuerzo, de acuerdo con lo especificado en los planos y documentos contractuales.

La losa de hormigón se construirá sobre una sub-base conformada y compactada, preparada de acuerdo con los documentos contractuales y las instrucciones del Fiscalizador. Podrá ser construida empleando moldes laterales fijos o deslizantes a opción del contratista.

ACERO ESTRUCTURAL

Este trabajo consistirá en el suministro y colocación de acero de refuerzo para hormigón de la clase, tipo y dimensiones señaladas en los documentos contractuales.

Todas las barras de refuerzo, para su colocación en obra, deberán estar libres de defectos de fabricación, como fisuras, poros, etc.; además no presentarán óxido y, en general, impurezas o contaminantes que puedan afectar su perfecta adherencia al hormigón.

La unidad de medida será el Kg.

SUMIDEROS SENCILLO DE HORMIGÓN

Este trabajo consistirá en la construcción de desagües especiales que comprenderán sumideros, vertederos y tubos de bajada con sus obras conexas, para evacuar el agua de la superficie de la calzada y conducirla hacia las cunetas laterales de manera tal que se evite la erosión de la obra básica, de acuerdo con las presentes especificaciones y de conformidad con los presentes alineamientos pendientes y dimensiones.

Estas obras podrán realizarse de hormigón de cemento Pórtland u hormigón ciclópeo o con elementos prefabricados que cumplan con los requerimientos de diseño.

BORDILLO CUNETA

Es la estructura limitante de la vereda que va empotrada en el afirmado en una profundidad de 40cm y que sirve como muro de contención para el material constitutivo de la acera.

La subrasante o lecho de cimentación deberá ser terminada de acuerdo con la pendiente y la sección transversal estipuladas. Antes de colocar

el hormigón, la superficie del cimiento deberá ser humedecida y bien compactada.

Todo material blando o inestable deberá ser retirado hasta una profundidad mínima de 15 cm bajo la cota de cimentación de los bordillos cunetas, y será reemplazado con material granular de tal calidad que cuando se humedezca y compacte, forme una base de cimentación adecuada.

Se utilizara hormigón f'c = 210 Kg/cm^2. El quipo a utilizarse será una mezcladora de un saco de capacidad y encofrado metálico.

La unidad de medida será el metro lineal.

BORDILLO PARTERRE

Al construirse los bordillos se deberá dejar vacíos en los sitios de las entradas particulares, de acuerdo con los detalles indicados en los planos y las instrucciones del Fiscalizador.

Se utilizara hormigón f'c = 210 Kg/cm^2.

CANAL DE DRENAJE DE HORMIGÓN SIMPLE

Consiste en la construcción de obras de arte complementarias para la evacuación eficiente de aguas provenientes de laderas adyacentes a la vía. Para su construcción se empleará hormigón simple f´c = 210 kg/cm^2 con un acabado paleteado, deberá ser terminada de acuerdo con la pendiente y la sección transversal estipuladas en los planos correspondientes.

La unidad de medida será en metro lineal.

ACERAS

Este ítem consiste en la construcción de las veredas o aceras peatonales, en todo el desarrollo longitudinal de la vía.

En la pavimentación de aceras, el hormigón deberá ser distribuido uniformemente sobre el área pavimentada y deberá compactarse hasta que aparezca una capa de mortero en la superficie. El material constitutivo de la acera será hormigón f'c = 210 Kg/cm^2 en un espesor de 8cm.

La unidad de medida del presente rubro será el m^2.

SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

Consiste en la señalización mediante pintura en la vía de los pasos cebra, la señalización de tráfico y la pintura de bordillos.

Pintura esmalte color blanco, para la señalización del eje de vía, amarillo para la delimitación de los bordes de vía, los dos colores se utilizaran también para los pasos cebras. El equipo requerido será un compresor y soplete

Para este trabajo previamente se requerirá la señalización topográfica del eje y las laterales de la vía, la franja central deberá tener un ancho de 20 cm, las franjas laterales tendrán un ancho de 10 cm, las franjas de los pasos cebras tendrán un ancho de 40 cm y una longitud de 2.0 metros. La superficie pintada deberá presentar un acabado consistente y uniforme.

La unidad de medida será el metro lineal.

SUB-DREN

Este trabajo consistirá en la construcción de desagües subterráneos mediante el empleo de tubería perforada de hormigón, geotextil, tubería porosa de hormigón y material granular de filtro para relleno, de acuerdo con las presentes especificaciones y los detalles señalados en los planos.

La cantidad a pagarse por sub-drenes serán los metros lineales de tubería instalada, los metros cúbicos de material filtrante colocado y los metros cúbicos de excavación y relleno para estructuras menores aceptados.

HORMIGÓN PARA ALCANTARILLAS

La presente especificación tiene por objeto establecer los requisitos que debe cumplir el hormigón de cemento Pórtland para su utilización en la construcción de elementos estructurales de este material.

El hormigón estructural para alcantarillas deberá tener una resistencia mayor o igual a 280 kg/cm^2.

La unidad de medida será el m^3**.**

5.5. Equipo Pesado para la Construcción de Caminos

LISTADO DE EQUIPO NECESARIO

Excavadora 130 HP

Volqueta (9 m3)

Tractor D6 125 HP

Equipo topográfico

Retroexcavadora 85 HP

Motoniveladora 140 HP

Rodillo pata de Cabra 150 HP

Tanquero (7 m3)

Tractor 120 HP

Rodillo Liso Vibratorio 150 HP

Vibrador

Soldadora Eléctrica

Cortadora de Hierro

Compactador Manual

5.6. Costos del Proyecto

PRESUPUESTO REFERENCIAL

OBRA: CONSTRUCCION DE LA AVENIDA TEODORO ALVARADO OLEA
Desde la Av. Francisco de Orellana hasta la intersección con la vía a Daule L = 2.730,oo ml

RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
302-1E	Limpieza y desbroce	ha	4	321.78	1287.12
303-2(1)E	Excavación sin clasificar (inc. Desalojo)	m^3	54.607,22	2,75	150.169,86
307-2(1)	Excavación y desalojo para estructuras menores (inc. Desalojo)	m^3	1.064,25	0,95	1.009,87
304-1(1)E	Material de préstamo local (inc. Tendido y compactado)	m^3	630,95	4,11	2.593,01
304-1(2)1E	Material de préstamo importado (inc. Tendido y compactado)	m^3	5.000,00	12,70	63.483,38
403-1(2)E	Sub-base clase I (inc. Transporte)	m^3	13.650,00	20,09	274.277,75
405-8 1E	Pavimento de hormigón de cemento Portland F´c = 280 kg/cm^2 (inc. Relleno de juntas) e = 0.23m	m^3	9.167,34	139,06	1.274.787,35
405-8(2)	Acero de refuerzo Fy = 4200kg/cm^2 (pavimento)	Kg.	110.402,08	0,91	100.757,64
609-2E	Cámara de revisión (inc. Tapa y cerco metálico)	un	3,00	1.335,56	4.006,67
607-(3)1E	Sumidero sencillo de hormigón simple (Inc. Rejilla y excavación)	un	14,00	164,81	2.307,29
610-(1)1	Bordillo cuneta	ml	5.460,00	21,03	114.812,42
610-(1)2	Bordillo parterre	ml	5.460,00	15,11	82.503,57
609-2(05)	Aceras (e = 0.08m)	m^2	8.190,00	10,96	89.739,36
608-(6)1	Canal de drenaje de HS f´c = 210 kg/cm^2 (cuneta)	ml	60,00	21,27	1.275,96
705-3.02	Señalización horizontal	ml	2.730,00	1,86	5.085,05
605-1	Sub-dren	ml	60,00	15,67	940,01
COSTO TOTAL DE OBRA CIVIL					**2.169.036.31**

Costo del Proyecto

Siendo el costo total del proyecto $ 2.169.036,31 dólares, y la longitud total del proyecto de 2,73 kilómetros, el costo del kilómetro de proyecto es $ 794.518,79.

CONCLUSIONES:

- La vía se convierte en un importante proyecto que permite una mayor facilidad y comodidad para el conductor que desea viajar desde el norte de la Ciudad hasta el sector industrial de mayor crecimiento en la urbe.

- El terreno sobre el que se desarrolla el proyecto es de tipo ondulado, por cuanto las pendientes predominantes están entre valores de 3.5% y 12%.

- La vía es de tipo II, esta clasificación obedece al tráfico promedio diario anual (T.P.D.A.) que se cálculo entre 1000 y 3000 vehículos en cada sentido. El ancho de los carriles para este tipo de carretera es de 3,65 metros, en este proyecto se consideró necesario hacer una vía de 2 carriles en dos sentidos.

- Los espaldones para carretera de tipo II en terreno ondulado son de 1,50 metros.

- Debido a la calidad del terreno, es necesario utilizar materiales de mejoramiento en la mayoría de los tramos de la misma, para poder luego construir sobre el mismo la estructura de pavimento necesaria para soportar la carga del tráfico considerado para el proyecto.

- El espesor del pavimento rígido obedece a especificaciones urbanas para avenidas dentro de la ciudad, y es suficiente para soportar la carga de tráfico durante los 20 años de vida útil del proyecto.

- Las pendientes del terreno permitieron diseñar un sistema de drenaje que conduce la precipitación a cauces naturales existentes en el sector.

- El costo indirecto del proyecto asciende a un 28%, debido a que se considera un costo administrativo racional del 10%, una utilidad del 15% y costos de imprevistos del 3%.

RECOMENDACIONES:

- El hormigón hidráulico que se utilice para la construcción del pavimento de la vía debe tener una resistencia igual o mayor a 350 Kg / cm^2, por cuanto la cantidad de vehículos calculada para el tráfico proyectado produce un gran esfuerzo a la fatiga, lo que afecta la vida útil del pavimento.

- El hormigón que se utilice para la construcción de las alcantarillas debe tener una resistencia igual o superior a 280 Kg / cm^2.

- El material de mejoramiento del terreno que se emplee para el proyecto debe tener un CBR mínimo del 19%, con lo que se garantiza que la losa de hormigón pueda distribuir las cargas uniformemente.

- El material de préstamo local debe tener igual o mejor calidad que la del terreno natural, lo que deberá comprobarse mediante pruebas de laboratorio antes de su aceptación para la formación de la subrasante.

BIBLIOGRAFIA

1. Topografía: Álvaro Torres y Eduardo Villaje.
2. Replanteo de curvas: Sarrazín, Oberbeck.
3. Diseño Geométrico de Carreteras: Normas M.O.P.
4. Manual de Hidráulica: Azebedo Álvarez.
5. Mecánica de Suelos: Terzagui, Peck.
6. Diseño de Pavimentos Rígidos: Folleto P.C.A.
7. Apuntes de Curso de Vías de Comunicación: Ing. Eduardo Santos B.

Anexos

Anexo # 1

Libreta Topográfica

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
ESPOL
CIB-ESPOL

LIBRETA DE OFICINA

OBRA: Av. Teodoro Alvarado Olea **FECHA:** febrero-05 **LEVANTO:** Goering Alvarado & Omar Chalen

UBICACION: Av. Francisco de Orellana y Vía Daule **APARATO:** Wild T16

ESTACION	PUNTO	H. SUP.	HM	H. INF.	ANG.VERT g	ANG.VERT m	ANG.VERT s	ANG.HOR. g	ANG.HOR. m	ANG.HOR. s	DI	ANGULOS HOR.	ANGULOS VER.	AZIM.	DH	DV	PROYECCIONES N	PROYECCIONES E	COORDENADAS LAT.	COORDENADAS LONG.	COORDENADAS COTA
20	1	23,45	15,70	7,95	91	19	0	0	0	0	155,00	0,00	-1,32	0,00	154,92	-3,56	154,92	0,00	10154,92	10000,00	16,439
E1	2	23,30	15,70	8,10	91	19	40	0	1	0	152,00	0,02	-1,33	0,02	151,92	-3,52	151,92	-0,04	10151,92	9999,96	16,479
	3	23,30	15,70	8,10	91	23	40	359	3	20	152,00	359,06	-1,39	359,06	151,91	-3,70	151,89	2,50	10151,89	10002,50	16,302
	4	23,28	15,70	8,12	91	19	50	356	37	40	151,60	356,63	-1,33	356,63	151,52	-3,52	151,26	8,91	10151,26	10008,91	16,481
	5	23,20	15,70	8,20	91	21	20	354	5	0	150,00	354,08	-1,36	354,08	149,92	-3,55	149,12	15,45	10149,12	10015,45	16,452
	6	22,30	15,70	9,10	91	14	0	352	36	0	132,00	352,60	-1,23	352,60	131,94	-2,84	130,84	16,99	10130,84	10016,99	17,159
	7	22,20	15,70	9,20	91	17	0	356	48	40	130,00	356,81	-1,28	356,81	129,93	-2,91	129,73	7,23	10129,73	10007,23	17,089
	8	22,25	15,70	9,15	91	20	0	0	40	40	131,00	0,68	-1,33	0,68	130,93	-3,05	130,92	-1,55	10130,92	9998,45	16,953
	9	21,35	15,70	10,05	91	17	30	1	31	20	113,00	1,52	-1,29	1,52	112,94	-2,55	112,90	-3,00	10112,90	9997,00	17,453
	10	21,31	15,70	10,09	91	15	0	357	2	20	112,20	357,04	-1,25	357,04	112,15	-2,45	112,00	5,79	10112,00	10005,79	17,553
	11	21,30	15,70	10,10	91	31	40	354	48	10	112,00	354,80	-1,53	354,80	111,92	-2,99	111,46	10,14	10111,46	10010,14	17,015
	12	21,31	15,70	10,09	91	20	0	351	21	0	112,20	351,35	-1,33	351,35	112,14	-2,61	110,86	16,87	10110,86	10016,87	17,390
	13	20,40	15,70	11,00	91	30	0	350	25	20	94,00	350,42	-1,50	350,42	93,94	-2,46	92,63	15,63	10092,63	10015,63	17,540
	14	20,35	15,70	11,05	91	32	50	354	18	20	93,00	354,31	-1,55	354,31	92,93	-2,51	92,47	9,22	10092,47	10009,22	17,490
	15	20,35	15,70	11,05	91	13	10	357	19	40	93,00	357,33	-1,22	357,33	92,96	-1,98	92,86	4,33	10092,86	10004,33	18,021
	16	20,40	15,70	11,00	91	13	50	2	51	0	94,00	2,85	-1,23	2,85	93,96	-2,02	93,84	-4,67	10093,84	9995,33	17,982
	17	19,50	15,70	11,90	91	9	30	4	34	20	76,00	4,57	-1,16	4,57	75,97	-1,54	75,73	-6,06	10075,73	9993,94	18,464
	18	19,42	15,70	11,98	91	9	30	357	52	50	74,40	357,88	-1,16	357,88	74,37	-1,50	74,32	2,75	10074,32	10002,75	18,496
	19	19,45	15,70	11,95	91	36	20	355	8	20	75,00	355,14	-1,61	355,14	74,94	-2,10	74,67	6,35	10074,67	10006,35	17,899
	20	19,42	15,70	11,98	91	41	20	350	43	40	74,40	350,73	-1,69	350,73	74,34	-2,19	73,36	11,98	10073,36	10011,98	17,808
	21	18,45	15,70	12,95	91	45	10	352	23	40	55,00	352,39	-1,75	352,39	54,95	-1,68	54,47	7,27	10054,47	10007,27	18,319
	22	18,48	15,70	12,92	91	14	20	356	19	20	55,60	356,32	-1,24	356,32	55,57	-1,20	55,46	3,56	10055,46	10003,56	18,798
	23	18,50	15,70	12,90	91	2	40	358	44	30	56,00	358,74	-1,04	358,74	55,98	-1,02	55,97	1,23	10055,97	10001,23	18,979
	24	18,20	15,70	13,20	91	3	40	9	28	0	50,00	9,47	-1,06	9,47	49,98	-0,93	49,30	-8,22	10049,30	9991,78	19,074
	25	18,10	15,70	13,30	91	0	0	359	10	0	48,00	359,17	-1,00	359,17	47,99	-0,84	47,98	0,70	10047,98	10000,70	19,162
	26	18,05	15,70	13,35	91	39	0	355	9	40	47,00	355,16	-1,65	355,16	46,96	-1,35	46,79	3,96	10046,79	10003,96	18,647
	27	18,05	15,70	13,35	91	41	50	352	14	20	47,00	352,24	-1,70	352,24	46,96	-1,39	46,53	6,34	10046,53	10006,34	18,609
	28	17,10	15,70	14,30	91	41	20	350	29	40	28,00	350,49	-1,69	350,49	27,98	-0,82	27,59	4,62	10027,59	10004,62	19,175
	29	17,08	15,70	14,32	91	46	20	356	36	10	27,60	356,60	-1,77	356,60	27,57	-0,85	27,53	1,63	10027,53	10001,63	19,147
	30	17,10	15,70	14,30	90	56	20	1	42	20	28,00	1,71	-0,94	1,71	27,99	-0,46	27,98	-0,83	10027,98	9999,17	19,541
	31	17,30	15,70	14,10	91	2	40	17	45	20	32,00	17,76	-1,04	17,76	31,99	-0,58	30,47	-9,76	10030,47	9990,24	19,417
	32	17,25	15,70	14,15	90	10	20	13	12	10	31,00	13,20	-0,17	13,20	31,00	-0,09	30,18	-7,08	10030,18	9992,92	19,907
	33	16,25	15,70	15,15	91	31	50	35	25	20	11,00	35,42	-1,53	35,42	10,99	-0,29	8,96	-6,37	10008,96	9993,63	19,706
	34	16,25	15,70	15,15	91	16	20	11	44	0	11,00	11,73	-1,27	11,73	10,99	-0,24	10,76	-2,24	10010,76	9997,76	19,756
	35	16,22	15,70	15,18	91	25	20	357	22	20	10,40	357,37	-1,42	357,37	10,39	-0,26	10,38	0,48	10010,38	10000,48	19,742
	36	16,22	15,70	15,18	92	7	10	343	25	0	10,40	343,42	-2,12	343,42	10,39	-0,38	9,95	2,96	10009,95	10002,96	19,616
	37	16,16	15,70	15,24	89	29	30	194	38	50	9,20	194,65	0,51	194,65	9,20	0,08	-8,90	2,33	9991,10	10002,33	20,082
	38	16,15	15,70	15,25	90	0	0	156	18	50	9,00	156,31	0,00	156,31	9,00	0,00	-8,24	-3,62	9991,76	9996,38	20,000
	39	16,33	15,70	15,07	90	38	30	128	4	0	12,60	128,07	-0,64	128,07	12,60	-0,14	-7,77	-9,92	9992,23	9990,08	19,859
	40	17,19	15,70	14,21	89	50	10	157	44	20	29,80	157,74	0,16	157,74	29,80	0,09	-27,58	-11,29	9972,42	9988,71	20,085
	41	17,10	15,70	14,30	89	32	20	169	51	10	28,00	169,85	0,46	169,85	28,00	0,23	-27,56	-4,93	9972,44	9995,07	20,225

LIBRETA DE OFICINA

OBRA: Av. Teodoro Alvarado Olea **FECHA:** febrero-05 **LEVANTO:** Goering Alvarado & Omar Chalen

UBICACION: Av. Francisco de Orellana y Vía Daule **APARATO:** Wild T16

ESTACION	PUNTO		HM		ANG.VERT			ANG.HOR.			DI	ANGULOS		AZIM.	DH	DV	PROYECCIONES		COORDENADAS		
		H. SUP.		H. INF.	g	m	s	g	m	s		HOR.	VER.				N	E	LAT.	LONG.	COTA
	42	17,10	15,70	14,30	89	52	40	174	23	50	28,00	174,40	0,12	174,40	28,00	0,06	-27,87	-2,73	9972,13	9997,27	20,060
	43	17,10	15,70	14,30	90	13	0	183	38	40	28,00	183,64	-0,22	183,64	28,00	-0,11	-27,94	1,78	9972,06	10001,78	19,894
	44	18,02	15,70	13,38	89	34	40	183	58	0	46,40	183,97	0,42	183,97	46,40	0,34	-46,29	3,21	9953,71	10003,21	20,342
	45	17,98	15,70	13,42	89	52	40	175	48	20	45,60	175,81	0,12	175,81	45,60	0,10	-45,48	-3,34	9954,52	9996,66	20,097
	46	18,00	15,70	13,40	89	28	20	172	8	20	46,00	172,14	0,53	172,14	46,00	0,42	-45,56	-6,29	9954,44	9993,71	20,424
	47	18,00	15,70	13,40	89	37	20	164	19	50	46,00	164,33	0,38	164,33	46,00	0,30	-44,29	-12,42	9955,71	9987,58	20,303
	48	18,86	15,70	12,54	89	32	30	167	20	30	63,20	167,34	0,46	167,34	63,20	0,51	-61,66	-13,85	9938,34	9986,15	20,506
	49	18,85	15,70	12,55	89	24	40	173	13	10	63,00	173,22	0,59	173,22	62,99	0,65	-62,55	-7,44	9937,45	9992,56	20,647
	50	18,82	15,70	12,58	89	45	0	176	39	40	62,40	176,66	0,25	176,66	62,40	0,27	-62,29	-3,63	9937,71	9996,37	20,272
	51	18,82	15,70	12,58	89	26	20	181	6	20	62,40	181,11	0,56	181,11	62,39	0,61	-62,38	1,20	9937,62	10001,20	20,611
	52	19,80	15,70	11,60	89	38	30	178	31	50	82,00	178,53	0,36	178,53	82,00	0,51	-81,97	-2,10	9918,03	9997,90	20,513
	53	19,70	15,70	11,70	89	26	10	175	45	20	80,00	175,76	0,56	175,76	79,99	0,79	-79,77	-5,92	9920,23	9994,08	20,787
	54	19,72	15,70	11,68	89	23	50	173	49	10	80,40	173,82	0,60	173,82	80,39	0,85	-79,92	-8,66	9920,08	9991,34	20,846
	55	19,87	15,70	11,53	89	28	50	169	19	50	83,40	169,33	0,52	169,33	83,39	0,76	-81,95	-15,44	9918,05	9984,56	20,756
	56	20,60	15,70	10,80	89	26	55	170	34	20	98,00	170,57	0,55	170,57	97,99	0,94	-96,67	-16,05	9903,33	9983,95	20,943
	57	20,60	15,70	10,80	89	23	55	174	13	5	98,00	174,22	0,60	174,22	97,99	1,03	-97,49	-9,87	9902,51	9990,13	21,029
	58	20,60	15,70	10,80	89	29	10	176	8	35	98,00	176,14	0,51	176,14	97,99	0,88	-97,77	-6,59	9902,23	9993,41	20,879
	E2	23,30	15,70	8,10	89	24	30	176	35	50	152,00	176,60	0,59	176,60	151,98	1,57	-151,72	-9,02	9848,28	9990,98	21,570
E2	59	20,10	14,80	9,50	89	41	0	353	35	0	106,00	350,18	0,32	350,18	106,00	0,59	104,44	18,08	9952,73	10009,06	22,155
	60	16,90	14,80	12,70	90	33	10	18	39	10	42,00	15,25	-0,55	15,25	42,00	-0,41	40,52	-11,05	9888,80	9979,93	21,164
	61	16,85	14,80	12,75	90	42	30	14	53	40	41,00	11,49	-0,71	11,49	40,99	-0,51	40,17	-8,17	9888,46	9982,81	21,063
	62	16,76	14,80	12,84	90	32	0	6	18	0	39,20	2,90	-0,53	2,90	39,20	-0,36	39,15	-1,98	9887,43	9989,00	21,205
	63	16,72	14,80	12,88	90	43	10	354	43	0	38,40	351,31	-0,72	351,31	38,39	-0,48	37,95	5,80	9886,24	9996,78	21,087
	64	16,04	14,80	13,56	89	38	20	344	19	10	24,80	340,92	0,36	340,92	24,80	0,16	23,44	8,11	9871,72	9999,09	21,726
	65	15,95	14,80	13,65	90	14	50	3	25	20	23,00	0,02	-0,25	0,02	23,00	-0,10	23,00	-0,01	9871,28	9990,97	21,470
	66	15,95	14,80	13,65	90	42	40	11	20	30	23,00	7,94	-0,71	7,94	23,00	-0,29	22,78	-3,18	9871,06	9987,80	21,284
	67	16,05	14,80	13,55	90	22	30	33	11	40	25,00	29,79	-0,38	29,79	25,00	-0,16	21,70	-12,42	9869,98	9978,56	21,406
	68	15,51	14,80	14,09	90	43	50	76	8	0	14,20	72,73	-0,73	72,73	14,20	-0,18	4,21	-13,56	9852,50	9977,42	21,388
	69	15,07	14,80	14,53	92	2	20	64	2	0	5,40	60,63	-2,04	60,63	5,39	-0,19	2,65	-4,70	9850,93	9986,28	21,378
	70	14,93	14,80	14,67	90	30	20	15	18	40	2,60	11,91	-0,51	11,91	2,60	-0,02	2,54	-0,54	9850,83	9990,44	21,547
	71	15,28	14,80	14,32	87	55	40	276	8	30	9,60	272,74	2,07	272,74	9,59	0,35	0,46	9,58	9848,74	10000,56	21,916
	72	16,20	14,80	13,40	90	13	0	180	49	50	28,00	177,43	-0,22	177,43	28,00	-0,11	-27,97	-1,26	9820,31	9989,72	21,464
	73	16,20	14,80	13,40	90	1	20	169	24	40	28,00	166,01	-0,02	166,01	28,00	-0,01	-27,17	-6,77	9821,11	9984,21	21,559
	74	16,28	14,80	13,32	90	15	0	157	24	0	29,60	154,00	-0,25	154,00	29,60	-0,13	-26,60	-12,98	9821,68	9978,00	21,440
	75	17,10	14,80	12,50	90	4	30	165	17	20	46,00	161,89	-0,08	161,89	46,00	-0,06	-43,72	-14,30	9804,56	9976,68	21,509
	76	17,05	14,80	12,55	89	52	50	173	2	0	45,00	169,63	0,12	169,63	45,00	0,09	-44,26	-8,10	9804,02	9982,88	21,663
	77	17,05	14,80	12,55	90	4	10	179	2	20	45,00	175,64	-0,07	175,64	45,00	-0,05	-44,87	-3,42	9803,41	9987,55	21,515
	78	18,40	14,80	11,20	89	59	25	179	21	40	72,00	175,96	0,01	175,96	72,00	0,01	-71,82	-5,07	9776,46	9985,90	21,582
	79	18,43	14,80	11,17	89	49	10	175	18	5	72,60	171,90	0,18	171,90	72,60	0,23	-71,87	-10,23	9776,41	9980,75	21,798
	80	18,45	14,80	11,15	89	55	30	170	22	20	73,00	166,97	0,07	166,97	73,00	0,10	-71,12	-16,46	9777,16	9974,52	21,665
	81	19,65	14,80	9,95	89	53	0	172	23	30	97,00	168,99	0,12	168,99	97,00	0,20	-95,21	-18,53	9753,07	9972,45	21,767

LIBRETA DE OFICINA

OBRA: Av. Teodoro Alvarado Olea **FECHA:** febrero-05 **LEVANTO:** Goering Alvarado & Omar Chalen

UBICACION: Av. Francisco de Orellana y Vía Daule **APARATO:** Wild T16

ESTACION	PUNTO	H. SUP.	HM	H. INF.	ANG.VERT g	ANG.VERT m	ANG.VERT s	ANG.HOR. g	ANG.HOR. m	ANG.HOR. s	DI	ANGULOS HOR.	ANGULOS VER.	AZIM.	DH	DV	PROYECCIONES N	PROYECCIONES E	COORDENADAS LAT.	COORDENADAS LONG.	COORDENADAS COTA
	82	19,70	14,80	9,90	89	47	50	176	19	10	98,00	172,92	0,20	172,92	98,00	0,35	-97,25	-12,08	9751,03	9978,89	21,916
	83	19,70	14,80	9,90	89	51	40	178	52	30	98,00	175,47	0,14	175,47	98,00	0,24	-97,69	-7,74	9750,59	9983,24	21,807
	84	20,50	14,80	9,10	89	51	45	178	56	10	114,00	175,53	0,14	175,53	114,00	0,27	-113,65	-8,88	9734,63	9982,10	21,843
	85	20,52	14,80	9,08	89	48	40	176	42	20	114,40	173,30	0,19	173,30	114,40	0,38	-113,62	-13,34	9734,67	9977,64	21,947
	86	20,55	14,80	9,05	89	51	0	173	41	50	115,00	170,29	0,15	170,29	115,00	0,30	-113,35	-19,39	9734,93	9971,59	21,871
	E3	27,25	14,80	2,35	89	22	30	173	15	40	249,00	169,86	0,63	169,86	248,97	2,72	-245,08	-43,84	9603,20	9947,14	24,285
E3	87	21,82	15,40	8,98	91	3	10	356	38	0	128,40	346,49	-1,05	346,49	128,36	-2,36	124,81	29,98	9728,01	9977,12	21,927
	88	21,80	15,40	9,00	91	3	40	353	45	10	128,00	343,61	-1,06	343,61	127,96	-2,37	122,76	36,10	9725,96	9983,24	21,915
	89	19,80	15,40	11,00	91	33	40	352	20	30	88,00	342,20	-1,56	342,20	87,93	-2,40	83,73	26,88	9686,93	9974,02	21,889
	90	19,50	15,40	11,30	91	31	0	347	6	40	82,00	336,97	-1,52	336,97	81,94	-2,17	75,41	32,06	9678,62	9979,20	22,116
	91	17,80	15,40	13,00	93	11	40	348	14	30	48,00	338,10	-3,19	338,10	47,85	-2,67	44,40	17,85	9647,60	9964,99	21,615
	92	17,86	15,40	12,94	91	41	0	335	51	0	49,20	325,71	-1,68	325,71	49,16	-1,44	40,61	27,70	9643,82	9974,84	22,841
	93	17,65	15,40	13,15	91	54	40	329	3	30	45,00	318,92	-1,91	318,92	44,95	-1,50	33,88	29,54	9637,09	9976,68	22,786
	94	20,70	15,40	10,10	91	21	40	359	29	0	106,00	349,34	-1,36	349,34	105,94	-2,52	104,11	19,59	9707,32	9966,73	21,768
	95	19,90	15,40	10,90	91	39	40	358	20	40	90,00	348,20	-1,66	348,20	89,92	-2,61	88,02	18,38	9691,23	9965,52	21,678
	96	19,04	15,40	11,76	92	10	40	358	34	50	72,80	348,44	-2,18	348,44	72,69	-2,76	71,22	14,57	9674,42	9961,71	21,521
	97	18,08	15,40	12,72	92	54	20	358	59	0	53,60	348,84	-2,91	348,84	53,46	-2,71	52,45	10,35	9655,66	9957,49	21,572
	98	17,54	15,40	13,26	93	29	0	359	22	0	42,80	349,23	-3,48	349,23	42,64	-2,60	41,89	7,97	9645,09	9955,11	21,690
	99	17,18	15,40	13,62	93	7	40	358	0	30	35,60	347,87	-3,13	347,87	35,49	-1,94	34,70	7,46	9637,90	9954,60	22,346
	100	17,40	15,40	13,40	93	32	0	350	44	20	40,00	340,60	-3,53	340,60	39,85	-2,46	37,58	13,24	9640,79	9960,38	21,825
	101	17,10	15,40	13,70	92	31	50	0	21	20	34,00	-9,79	-2,53	-9,79	33,93	-1,50	33,44	5,77	9636,64	9952,91	22,786
	102	17,09	15,40	13,71	93	6	30	349	43	0	33,80	339,58	-3,11	339,58	33,70	-1,83	31,58	11,76	9634,79	9958,90	22,455
	103	17,10	15,40	13,70	93	1	20	344	17	30	34,00	334,15	-3,02	334,15	33,91	-1,79	30,51	14,78	9633,72	9961,92	22,495
	104	16,80	15,40	14,00	89	41	30	307	26	40	28,00	297,30	0,31	297,30	28,00	0,15	12,84	24,88	9616,05	9972,02	24,436
	105	16,45	15,40	14,35	93	35	40	307	39	40	21,00	297,52	-3,59	297,52	20,92	-1,31	9,66	18,55	9612,87	9965,69	22,971
	106	16,12	15,40	14,68	94	50	20	314	6	40	14,40	303,97	-4,84	303,97	14,30	-1,21	7,99	11,86	9611,19	9959,00	23,075
	107	15,95	15,40	14,85	94	47	10	332	7	20	11,00	321,98	-4,79	321,98	10,92	-0,91	8,61	6,73	9611,81	9953,87	23,371
	108	15,76	15,40	15,04	92	37	20	3	11	0	7,20	-6,96	-2,62	-6,96	7,18	-0,33	7,13	0,87	9610,34	9948,01	23,956
	109	15,53	15,40	15,27	87	34	20	145	21	10	2,60	135,21	2,43	135,21	2,60	0,11	-1,84	-1,83	9601,36	9945,31	24,396
	110	15,80	15,40	15,00	99	21	50	260	28	30	8,00	250,33	-9,36	250,33	7,79	-1,28	-2,62	7,33	9600,58	9954,47	23,001
	111	16,02	15,40	14,78	96	19	50	258	22	0	12,40	248,23	-6,33	248,23	12,25	-1,36	-4,54	11,38	9598,66	9958,51	22,927
	112	16,22	15,40	14,58	94	44	0	259	21	20	16,40	249,21	-4,73	249,21	16,29	-1,35	-5,78	15,23	9597,42	9962,37	22,937
	113	16,48	15,40	14,32	89	24	20	270	1	0	21,60	259,88	0,59	259,88	21,60	0,22	-3,80	21,26	9599,41	9968,40	24,510
	E4	17,12	15,40	13,68	93	29	30	201	27	40	34,40	191,32	-3,49	191,32	34,27	-2,09	-33,61	6,73	9569,60	9953,87	22,194
E4	114	15,85	14,90	13,95	84	1	30	315	8	20	19,00	326,46	5,97	326,46	18,79	1,97	15,66	10,38	9585,26	9964,25	24,161
	115	15,72	14,90	14,08	89	1	40	327	41	0	16,40	339,00	0,97	339,00	16,40	0,28	15,31	5,87	9584,90	9959,74	22,473
	116	15,72	14,90	14,08	88	52	0	343	41	20	16,40	355,01	1,13	355,01	16,39	0,32	16,33	1,43	9585,93	9955,29	22,519
	117	15,79	14,90	14,01	88	40	0	358	50	40	17,80	370,16	1,33	10,16	17,79	0,41	17,51	-3,14	9587,11	9950,73	22,608
	118	16,50	14,90	13,30	84	31	50	22	14	20	32,00	33,56	5,47	33,56	31,71	3,04	26,42	-17,53	9596,02	9936,34	25,230
	119	15,67	14,90	14,13	83	34	50	70	57	50	15,40	82,28	6,42	82,28	15,21	1,71	2,04	-15,07	9571,64	9938,80	23,905
	120	15,44	14,90	14,36	89	23	30	74	17	30	10,80	85,61	0,61	85,61	10,80	0,11	0,83	-10,77	9570,42	9943,10	22,309

LIBRETA DE OFICINA

OBRA: Av. Teodoro Alvarado Olea **FECHA:** febrero-05 **LEVANTO:** Goering Alvarado & Omar Chalen

UBICACION: Av. Francisco de Orellana y Vía Daule **APARATO:** Wild T16

ESTACION	PUNTO	H. SUP.	HM	H. INF.	ANG.VERT g	ANG.VERT m	ANG.VERT s	ANG.HOR. g	ANG.HOR. m	ANG.HOR. s	DI	ANGULOS HOR.	ANGULOS VER.	AZIM.	DH	DV	PROYECCIONES N	PROYECCIONES E	COORDENADAS LAT.	COORDENADAS LONG.	COORDENADAS COTA
	121	15,18	14,90	14,62	91	10	40	88	14	40	5,60	99,56	-1,18	99,56	5,60	-0,12	-0,93	-5,52	9568,67	9948,35	22,079
	122	15,18	14,90	14,62	87	2	20	226	25	50	5,60	237,75	2,96	237,75	5,59	0,29	-2,98	4,72	9566,62	9958,59	22,483
	123	15,90	14,90	13,90	87	31	40	111	39	40	20,00	122,98	2,47	122,98	19,96	0,86	-10,87	-16,75	9558,73	9937,12	23,056
	124	15,74	14,90	14,06	91	53	40	131	3	50	16,80	142,38	-1,89	142,38	16,78	-0,56	-13,29	-10,24	9556,31	9943,62	21,639
	125	15,68	14,90	14,12	92	32	30	144	19	30	15,60	155,64	-2,54	155,64	15,57	-0,69	-14,18	-6,42	9555,41	9947,45	21,503
	126	16,26	14,90	13,54	93	19	20	153	5	10	27,20	164,41	-3,32	164,41	27,11	-1,57	-26,11	-7,29	9543,49	9946,58	20,621
	127	16,28	14,90	13,52	93	23	20	148	1	20	27,60	159,34	-3,39	159,34	27,50	-1,63	-25,74	-9,70	9543,86	9944,16	20,566
	128	16,30	14,90	13,50	93	28	20	143	19	0	28,00	154,64	-3,47	154,64	27,90	-1,69	-25,21	-11,95	9544,39	9941,92	20,502
	E5	19,85	14,90	9,95	95	32	0	150	56	20	99,00	162,26	-5,53	162,26	98,08	-9,50	-93,41	-29,89	9476,18	9923,98	12,693
E5	129	19,10	15,40	11,70	84	53	40	2	58	10	74,00	-14,77	5,11	-14,77	73,41	6,56	70,99	18,72	9547,17	9942,70	19,252
	130	18,40	15,40	12,40	83	41	10	351	30	40	60,00	333,77	6,31	333,77	59,27	6,56	53,17	26,20	9529,35	9950,18	19,251
	131	18,40	15,40	12,40	84	57	0	356	28	40	60,00	338,74	5,05	338,74	59,54	5,26	55,48	21,59	9531,67	9945,57	17,954
	132	18,31	15,40	12,49	84	57	40	0	14	20	58,20	-17,50	5,04	-17,50	57,75	5,09	55,08	17,37	9531,26	9941,35	17,785
	133	18,30	15,40	12,50	85	2	0	4	2	0	58,00	-13,71	4,97	-13,71	57,57	5,00	55,93	13,64	9532,11	9937,62	17,695
	134	18,65	15,40	12,15	83	40	0	11	37	10	65,00	-6,12	6,33	-6,12	64,21	7,13	63,84	6,85	9540,03	9930,83	19,819
	135	17,79	15,40	13,01	83	12	40	348	5	20	47,80	330,35	6,79	330,35	47,13	5,61	40,96	23,32	9517,14	9947,30	18,304
	136	17,69	15,40	13,11	84	56	30	357	41	30	45,80	339,95	5,06	339,95	45,44	4,02	42,69	15,58	9518,87	9939,56	16,715
	137	17,69	15,40	13,11	84	48	40	2	10	20	45,80	-15,57	5,19	-15,57	45,43	4,13	43,76	12,19	9519,94	9936,17	16,818
	138	16,95	15,40	13,85	85	4	10	2	55	30	31,00	-14,82	4,93	-14,82	30,77	2,65	29,75	7,87	9505,93	9931,85	15,347
	139	16,54	15,40	14,26	82	21	40	329	5	40	22,80	311,35	7,64	311,35	22,40	3,00	14,80	16,81	9490,98	9940,79	15,697
	140	16,27	15,40	14,53	85	11	40	2	24	10	17,40	-15,34	4,81	-15,34	17,28	1,45	16,66	4,57	9492,85	9928,55	14,145
	141	16,52	15,40	14,28	84	33	0	22	46	30	22,40	5,03	5,45	5,03	22,20	2,12	22,11	-1,95	9498,30	9922,03	14,811
	142	15,72	15,40	15,08	85	38	20	351	35	20	6,40	333,85	4,36	333,85	6,36	0,49	5,71	2,80	9481,89	9926,78	13,178
	143	15,64	15,40	15,16	96	44	20	221	38	20	4,80	203,90	-6,74	203,90	4,73	-0,56	-4,33	1,92	9471,86	9925,90	12,133
	144	16,47	15,40	14,33	95	12	0	189	11	40	21,40	171,45	-5,20	171,45	21,22	-1,93	-20,99	-3,15	9455,19	9920,82	10,761
	145	16,50	15,40	14,30	93	3	50	163	17	20	22,00	145,55	-3,06	145,55	21,94	-1,17	-18,09	-12,41	9458,09	9911,57	11,519
	146	17,03	15,40	13,77	93	48	50	172	13	40	32,60	154,49	-3,81	154,49	32,46	-2,16	-29,29	-13,98	9446,89	9910,00	10,529
	147	17,15	15,40	13,65	94	14	50	190	12	40	35,00	172,47	-4,25	172,47	34,81	-2,58	-34,51	-4,56	9441,68	9919,42	10,108
	148	18,65	15,40	12,15	93	21	20	197	24	10	65,00	179,66	-3,36	179,66	64,78	-3,80	-64,78	-0,38	9411,41	9923,60	8,895
	149	18,50	15,40	12,30	92	48	50	187	22	50	62,00	169,64	-2,81	169,64	61,85	-3,04	-60,84	-11,12	9415,34	9912,86	9,653
	150	18,50	15,40	12,30	92	25	40	183	12	0	62,00	165,46	-2,43	165,46	61,89	-2,62	-59,91	-15,54	9416,28	9908,44	10,069
	151	19,65	15,40	11,15	92	29	40	187	32	40	85,00	169,80	-2,49	169,80	84,84	-3,70	-83,50	-15,02	9392,68	9908,96	8,997
	E6	23,70	15,40	7,10	91	20	20	188	22	0	166,00	170,63	-1,34	170,63	165,91	-3,88	-163,69	-27,03	9312,49	9896,95	8,815
E6	152	17,95	14,50	11,05	90	10	0	1	19	0	69,00	-8,06	-0,17	-8,06	69,00	-0,20	68,32	9,67	9380,81	9906,63	8,614
	153	16,28	14,50	12,72	90	52	20	9	11	40	35,60	-0,18	-0,87	-0,18	35,59	-0,54	35,59	0,11	9348,08	9897,07	8,273
	154	15,02	14,50	13,98	95	25	40	42	16	0	10,40	32,89	-5,43	32,89	10,31	-0,98	8,65	-5,60	9321,14	9891,36	7,836
	155	14,85	14,50	14,15	110	38	20	275	17	10	7,00	265,91	-20,64	265,91	6,13	-2,31	-0,44	6,11	9312,05	9903,07	6,506
	156	15,35	14,50	13,65	89	40	50	77	55	40	17,00	68,55	0,32	68,55	17,00	0,09	6,22	-15,82	9318,71	9881,13	8,910
	157	15,80	14,50	13,20	92	5	0	161	51	40	26,00	152,49	-2,08	152,49	25,97	-0,94	-23,03	-12,00	9289,46	9884,96	7,870
	158	17,25	14,50	11,75	90	39	10	169	10	30	55,00	159,80	-0,65	159,80	54,99	-0,63	-51,61	-18,99	9260,88	9877,96	8,188
	159	18,88	14,50	10,12	90	2	0	171	41	0	87,60	162,31	-0,03	162,31	87,60	-0,05	-83,46	-26,62	9229,03	9870,33	8,764

LIBRETA DE OFICINA

OBRA: Av. Teodoro Alvarado Olea **FECHA:** febrero-05 **LEVANTO:** Goering Alvarado & Omar Chalen

UBICACION: Av. Francisco de Orellana y Vía Daule **APARATO:** Wild T16

ESTACION	PUNTO	ANG.VERT			ANG.HOR.						DI	ANGULOS		AZIM.	DH	DV	PROYECCIONES		COORDENADAS		
		H. SUP.	HM	H. INF.	g	m	s	g	m	s		HOR.	VER.				N	E	LAT.	LONG.	COTA
	160	20,16	14,50	8,84	89	42	0	172	44	0	113,20	163,36	0,30	163,36	113,20	0,59	-108,46	-32,42	9204,03	9864,54	9,408
	E7	21,42	14,50	7,58	89	25	20	171	23	40	138,40	162,02	0,58	162,02	138,39	1,40	-131,63	-42,72	9180,86	9854,23	10,211
E7	161	16,31	14,90	13,49	91	55	10	355	24	0	28,20	337,42	-1,92	337,42	28,17	-0,94	26,01	10,82	9206,87	9865,05	9,267
	162	15,80	14,90	14,00	88	57	20	288	4	20	18,00	270,09	1,04	270,09	17,99	0,33	0,03	17,99	9180,89	9872,23	10,539
	163	15,24	14,90	14,56	92	20	40	330	0	50	6,80	312,03	-2,34	312,03	6,79	-0,28	4,55	5,04	9185,41	9859,28	9,933
	164	15,27	14,90	14,53	92	36	0	36	54	0	7,40	18,92	-2,60	18,92	7,38	-0,34	6,99	-2,39	9187,85	9851,84	9,875
	165	16,16	14,90	13,64	88	25	30	192	16	0	25,20	174,29	1,57	174,29	25,18	0,69	-25,06	-2,51	9155,81	9851,73	10,903
	166	16,96	14,90	12,84	88	7	0	180	3	20	41,20	162,08	1,88	162,08	41,16	1,35	-39,16	-12,67	9141,70	9841,57	11,564
	167	16,92	14,90	12,88	87	49	20	189	19	40	40,40	171,35	2,18	171,35	40,34	1,53	-39,88	-6,07	9140,98	9848,17	11,745
	168	17,70	14,90	12,10	88	4	20	182	49	20	56,00	164,84	1,93	164,84	55,94	1,88	-53,99	-14,63	9126,87	9839,61	12,093
	169	17,77	14,90	12,03	87	31	20	190	18	40	57,40	172,33	2,48	172,33	57,29	2,48	-56,78	-7,65	9124,08	9846,59	12,690
	170	18,01	14,90	11,79	86	33	0	203	44	30	62,20	185,76	3,45	185,76	61,97	3,74	-61,66	6,22	9119,20	9860,46	13,947
	171	19,25	14,90	10,55	87	14	30	189	41	40	87,00	171,71	2,76	171,71	86,80	4,18	-85,89	-12,51	9094,97	9841,73	14,392
	172	19,15	14,90	10,65	87	43	0	184	55	40	85,00	166,95	2,28	166,95	84,87	3,38	-82,67	-19,17	9098,19	9835,07	13,594
	173	20,33	14,90	9,47	87	7	40	189	4	40	108,60	171,10	2,87	171,10	108,33	5,43	-107,02	-16,76	9073,84	9837,47	15,646
	174	20,32	14,90	9,48	87	23	20	185	47	30	108,40	167,81	2,61	167,81	108,18	4,93	-105,74	-22,84	9075,13	9831,39	15,144
	E8	22,10	14,90	7,70	87	7	20	186	30	10	144,00	168,52	2,88	168,52	143,64	7,22	-140,76	-28,58	9040,10	9825,65	17,431
E8	175	16,70	15,10	13,50	92	54	10	351	16	50	32,00	339,80	-2,90	339,80	31,92	-1,62	29,96	11,02	9070,05	9836,67	15,813
	176	16,57	15,10	13,63	93	15	20	10	15	20	29,40	-1,22	-3,26	-1,22	29,31	-1,67	29,30	0,63	9069,40	9826,28	15,764
	177	16,70	15,10	13,50	88	45	10	324	52	0	32,00	313,39	1,25	313,39	31,98	0,70	21,97	23,24	9062,07	9848,90	18,127
	178	15,80	15,10	14,40	91	15	20	313	44	0	14,00	302,26	-1,26	302,26	13,99	-0,31	7,47	11,83	9047,57	9837,49	17,124
	179	15,68	15,10	14,52	94	2	0	20	51	20	11,60	9,38	-4,03	9,38	11,54	-0,81	11,39	-1,88	9051,49	9823,77	16,617
	180	15,57	15,10	14,63	82	40	40	213	38	40	9,40	202,17	7,32	202,17	9,25	1,19	-8,56	3,49	9031,53	9829,14	18,619
	E9	19,90	15,10	10,30	84	3	20	181	37	50	96,00	170,15	5,94	170,15	94,97	9,89	-93,57	-16,24	8946,53	9809,41	27,320
E9	181	18,60	15,80	13,00	95	45	40	356	40	0	56,00	346,82	-5,76	346,82	55,44	-5,59	53,98	12,64	9000,50	9822,05	21,727
	182	18,53	15,80	13,07	95	41	0	354	29	40	54,60	344,65	-5,68	344,65	54,06	-5,38	52,14	14,31	8998,66	9823,72	21,939
	183	28,20	25,80	23,40	92	52	20	343	33	0	48,00	333,70	-2,87	333,70	47,88	-3,40	42,92	21,21	8989,45	9830,62	23,918
	184	16,94	15,80	14,66	94	35	20	358	39	40	22,80	348,81	-4,59	348,81	22,65	-1,82	22,22	4,39	8968,75	9813,81	25,501
	185	16,12	15,80	15,48	86	52	40	322	6	10	6,40	312,26	3,12	312,26	6,38	0,35	4,29	4,72	8950,82	9814,13	27,668
	186	27,13	25,80	24,47	95	1	0	21	6	0	26,60	11,25	-5,02	11,25	26,40	-3,32	25,89	-5,15	8972,42	9804,26	24,003
	187	16,72	15,80	14,88	85	56	40	300	36	40	18,40	290,76	4,06	290,76	18,31	1,30	6,49	17,12	8953,02	9826,53	28,618
	188	17,08	15,80	14,52	94	44	40	358	29	0	25,60	348,64	-4,74	348,64	25,42	-2,11	24,93	5,01	8971,45	9814,42	25,210
	189	16,52	15,80	15,08	93	38	0	54	3	50	14,40	44,22	-3,63	44,22	14,34	-0,91	10,28	-10,00	8956,81	9799,41	26,409
	190	16,45	15,80	15,15	93	6	40	312	44	20	13,00	302,89	-3,11	302,89	12,96	-0,70	7,04	10,88	8953,57	9820,29	26,615
	191	17,17	15,80	14,43	94	30	20	75	15	0	27,40	65,40	-4,51	65,40	27,23	-2,15	11,33	-24,76	8957,86	9784,65	25,174
	192	16,27	15,80	15,33	93	44	0	7	49	10	9,40	-2,03	-3,73	-2,03	9,36	-0,61	9,35	0,33	8955,88	9809,74	26,709
	193	16,57	15,80	15,03	89	57	40	277	12	50	15,40	267,37	0,04	267,37	15,40	0,01	-0,71	15,38	8945,82	9824,79	27,330
	194	17,05	15,80	14,55	86	20	50	126	10	40	25,00	116,33	3,65	116,33	24,90	1,59	-11,04	-22,32	8935,48	9787,10	28,909
	195	16,00	15,80	15,60	93	10	20	37	35	45	4,00	27,75	-3,17	27,75	3,99	-0,22	3,53	-1,86	8950,06	9807,55	27,099
	196	16,40	15,80	15,20	91	56	20	93	17	45	12,00	83,45	-1,94	83,45	11,99	-0,41	1,37	-11,91	8947,89	9797,50	26,914
	197	16,23	15,80	15,37	86	52	0	158	1	20	8,60	148,18	3,13	148,18	8,57	0,47	-7,29	-4,52	8939,24	9804,89	27,789

CIB-ESPOL

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

LIBRETA DE OFICINA

OBRA: Av. Teodoro Alvarado Olea **FECHA:** febrero-05 **LEVANTO:** Goering Alvarado & Omar Chalen

UBICACION: Av. Francisco de Orellana y Vía Daule **APARATO:** Wild T16

ESTACION	PUNTO	H. SUP.	HM	H. INF.	ANG.VERT g	ANG.VERT m	ANG.VERT s	ANG.HOR. g	ANG.HOR. m	ANG.HOR. s	DI	ANGULOS HOR.	ANGULOS VER.	AZIM.	DH	DV	PROYECCIONES N	PROYECCIONES E	COORDENADAS LAT.	COORDENADAS LONG.	COORDENADAS COTA
	198	16,52	15,80	15,08	89	27	0	216	31	40	14,40	206,68	0,55	206,68	14,40	0,14	-12,87	6,47	8933,66	9815,88	27,458
	199	17,17	15,80	14,43	88	37	20	173	16	40	27,40	163,43	1,38	163,43	27,38	0,66	-26,25	-7,81	8920,28	9801,60	27,978
	200	17,28	15,80	14,32	89	58	20	201	32	50	29,60	191,70	0,03	191,70	29,60	0,01	-28,98	6,00	8917,54	9815,41	27,334
	201	17,20	15,80	14,40	88	29	10	161	48	0	28,00	151,95	1,51	151,95	27,98	0,74	-24,69	-13,16	8921,83	9796,25	28,059
	202	17,55	15,80	14,05	85	42	0	144	16	20	35,00	134,43	4,30	134,43	34,80	2,62	-24,36	-24,86	8922,17	9784,56	29,937
	203	17,87	15,80	13,73	90	3	0	175	31	40	41,40	165,68	-0,05	165,68	41,40	-0,04	-40,11	-10,24	8906,41	9799,17	27,284
	204	17,80	15,80	13,80	88	10	40	157	4	40	40,00	147,23	1,82	147,23	39,96	1,27	-33,60	-21,63	8912,93	9787,78	28,591
	205	18,40	15,80	13,20	88	12	40	161	35	40	52,00	151,75	1,79	151,75	51,95	1,62	-45,76	-24,59	8900,77	9784,82	28,942
	206	17,92	15,80	13,68	89	19	0	187	3	40	42,40	177,21	0,68	177,21	42,39	0,51	-42,34	-2,06	8904,18	9807,35	27,825
	207	18,55	15,80	13,05	90	42	0	176	43	40	55,00	166,88	-0,70	166,88	54,99	-0,67	-53,56	-12,48	8892,97	9796,93	26,648
	208	28,62	25,80	22,98	89	47	20	184	41	20	56,40	174,84	0,21	174,84	56,40	-0,79	-56,17	-5,07	8890,36	9804,34	26,528
	209	18,66	15,80	12,94	90	10	20	170	52	10	57,20	161,02	-0,17	161,02	57,20	-0,17	-54,09	-18,60	8892,44	9790,81	27,148
	210	19,20	15,80	12,40	90	50	40	177	49	50	68,00	167,98	-0,84	167,98	67,99	-1,00	-66,50	-14,15	8880,03	9795,26	26,318
	E10	20,11	15,80	11,49	90	52	20	176	12	20	86,20	166,36	-0,87	166,36	86,18	-1,31	-83,75	-20,33	8862,78	9789,08	26,008
E10	211	17,10	16,00	14,90	87	44	20	12	33	40	22,00	-1,08	2,26	-1,08	21,97	0,87	21,96	0,41	8884,74	9789,50	26,875
	212	16,89	16,00	15,11	89	52	10	340	8	40	17,80	326,50	0,13	326,50	17,80	0,04	14,84	9,82	8877,62	9798,91	26,048
	213	16,57	16,00	15,43	89	29	20	23	27	40	11,40	9,82	0,51	9,82	11,40	0,10	11,23	-1,94	8874,01	9787,14	26,109
	214	16,56	16,00	15,44	89	22	0	347	59	40	11,20	334,35	0,63	334,35	11,20	0,12	10,10	4,85	8872,87	9793,93	26,132
	215	16,65	16,00	15,35	90	17	50	337	7	50	13,00	323,49	-0,30	323,49	13,00	-0,07	10,45	7,73	8873,23	9796,82	25,940
	216	16,72	16,00	15,28	93	0	20	329	29	0	14,40	315,84	-3,01	315,84	14,36	-0,75	10,30	10,00	8873,08	9799,09	25,254
	217	27,00	26,00	25,00	101	48	0	264	22	50	20,00	250,74	-11,80	250,74	19,16	-5,00	-6,32	18,09	8856,46	9807,18	21,004
	218	16,75	16,00	15,25	104	44	40	249	23	50	15,00	235,76	-14,74	235,76	14,03	-3,69	-7,89	11,60	8854,88	9800,68	22,316
	219	16,74	16,00	15,26	105	11	10	252	18	40	14,80	238,67	-15,19	238,67	13,78	-3,74	-7,17	11,77	8855,61	9800,86	22,266
	220	16,75	16,00	15,25	100	50	40	247	56	40	15,00	234,30	-10,84	234,30	14,47	-2,77	-8,44	11,75	8854,34	9800,84	23,236
	221	16,77	16,00	15,23	100	12	50	241	36	30	15,40	227,97	-10,21	227,97	14,92	-2,69	-9,99	11,08	8852,79	9800,16	23,320
	222	16,64	16,00	15,36	101	58	40	244	41	30	12,80	231,05	-11,98	231,05	12,25	-2,60	-7,70	9,53	8855,08	9798,61	23,409
	223	26,60	26,00	25,40	102	57	20	251	6	30	12,00	237,47	-12,96	237,47	11,40	-3,62	-6,13	9,61	8856,65	9798,69	22,386
	224	16,24	16,00	15,76	93	8	10	216	46	30	4,80	203,13	-3,14	203,13	4,79	-0,26	-4,40	1,88	8858,38	9790,97	25,746
	225	16,34	16,00	15,66	92	53	40	237	12	0	6,80	223,56	-2,89	223,56	6,78	-0,34	-4,92	4,67	8857,86	9793,76	25,665
	226	16,25	16,00	15,75	90	46	40	180	40	20	5,00	167,03	-0,78	167,03	5,00	-0,07	-4,87	-1,12	8857,91	9787,96	25,940
	227	16,90	16,00	15,10	92	44	40	192	12	10	18,00	178,56	-2,74	178,56	17,96	-0,86	-17,95	-0,45	8844,82	9788,63	25,147
	228	16,46	16,00	15,54	76	34	30	122	13	10	9,20	108,58	13,43	108,58	8,70	2,08	-2,77	-8,25	8860,00	9780,83	28,085
	229	16,77	16,00	15,23	77	30	40	154	22	40	15,40	140,74	12,49	140,74	14,68	3,25	-11,37	-9,29	8851,41	9779,79	29,259
	230	17,12	16,00	14,88	92	32	0	203	43	40	22,40	190,09	-2,53	190,09	22,36	-0,99	-22,01	3,92	8840,77	9793,00	25,019
	231	17,05	16,00	14,95	80	16	25	171	10	20	21,00	157,53	9,73	157,53	20,40	3,50	-18,85	-7,80	8843,93	9781,29	29,505
	232	16,80	16,00	15,20	90	18	20	175	18	20	16,00	161,66	-0,31	161,66	16,00	-0,09	-15,19	-5,03	8847,59	9784,05	25,922
	233	16,97	16,00	15,03	81	25	10	162	34	0	19,40	148,93	8,58	148,93	18,97	2,86	-16,25	-9,79	8846,53	9779,29	28,870
	234	16,95	16,00	15,05	91	16	20	178	8	0	19,00	164,49	-1,27	164,49	18,99	-0,42	-18,30	-5,08	8844,48	9784,01	25,586
	235	17,50	16,00	14,50	82	56	40	172	35	0	30,00	158,94	7,06	158,94	29,55	3,66	-27,57	-10,62	8835,20	9778,47	29,665
	236	17,57	16,00	14,43	91	21	0	180	27	0	31,40	166,81	-1,35	166,81	31,38	-0,74	-30,55	-7,16	8832,22	9781,92	25,268
	237	17,57	16,00	14,43	83	49	0	175	22	20	31,40	161,73	6,18	161,73	31,04	3,36	-29,47	-9,73	8833,31	9779,36	29,370

LIBRETA DE OFICINA

OBRA: Av. Teodoro Alvarado Olea **FECHA:** febrero-05 **LEVANTO:** Goering Alvarado & Omar Chalen

UBICACION: Av. Francisco de Orellana y Vía Daule **APARATO:** Wild T16

ESTACION	PUNTO	ANG.VERT						ANG.HOR.			DI	ANGULOS		AZIM.	DH	DV	PROYECCIONES		COORDENADAS		
		H. SUP.	HM	H. INF.	g	m	s	g	m	s		HOR.	VER.				N	E	LAT.	LONG.	COTA
	238	17,60	16,00	14,40	93	3	0	188	38	30	32,00	175,00	-3,05	175,00	31,91	-1,70	-31,79	-2,78	8830,99	9786,30	24,308
	239	37,70	36,00	34,30	89	54	0	195	36	40	34,00	181,97	0,10	181,97	34,00	-1,94	-33,98	1,17	8828,80	9790,25	24,067
	E11	24,81	16,00	7,19	93	29	50	182	38	30	176,20	169,00	-3,50	169,00	175,54	-10,73	-172,32	-33,50	8690,46	9755,59	15,280
E11	240	21,23	15,50	9,77	86	50	0	359	20	40	114,60	348,34	3,17	348,34	114,25	6,32	111,89	23,08	8802,35	9778,67	21,600
	241	21,42	15,50	9,58	86	27	0	1	38	0	118,40	-9,37	3,55	-9,37	117,95	7,32	116,37	19,20	8806,83	9774,79	22,597
	242	21,25	15,50	9,75	86	54	20	357	21	0	115,00	346,35	3,09	346,35	114,66	6,20	111,43	27,06	8801,89	9782,65	21,478
	243	20,92	15,50	10,08	86	36	0	2	2	40	108,40	-8,96	3,40	-8,96	108,02	6,42	106,70	16,82	8797,16	9772,40	21,697
	244	20,35	15,50	10,65	87	22	20	356	52	20	97,00	345,87	2,63	345,87	96,80	4,44	93,87	23,63	8784,33	9779,22	19,722
	245	20,32	15,50	10,68	87	22	30	359	50	50	96,40	348,85	2,63	348,85	96,20	4,41	94,38	18,61	8784,84	9774,20	19,690
	246	20,15	15,50	10,85	87	35	20	355	49	0	93,00	344,82	2,41	344,82	92,84	3,91	89,59	24,31	8780,05	9779,90	19,189
	247	20,10	15,50	10,90	87	8	20	2	24	0	92,00	-8,60	2,86	-8,60	91,77	4,59	90,74	13,72	8781,20	9769,31	19,866
	248	28,90	25,50	22,10	87	24	0	10	44	20	68,00	-0,26	2,60	-0,26	67,86	2,08	67,86	0,31	8758,32	9755,90	17,361
	249	18,90	15,50	12,10	87	32	20	358	59	20	68,00	347,99	2,46	347,99	67,87	2,92	66,39	14,12	8756,85	9769,71	18,197
	250	18,85	15,50	12,15	87	43	40	355	23	30	67,00	344,39	2,27	344,39	66,89	2,65	64,43	18,00	8754,89	9773,59	17,934
	251	18,85	15,50	12,15	87	2	0	3	3	40	67,00	-7,94	2,97	-7,94	66,82	3,46	66,18	9,23	8756,64	9764,82	18,742
	252	28,95	25,50	22,05	84	30	20	6	25	10	69,00	-4,58	5,49	-4,58	68,37	5,58	68,15	5,46	8758,61	9761,05	20,856
	253	17,85	15,50	13,15	87	15	40	359	28	5	47,00	348,47	2,74	348,47	46,89	2,24	45,95	9,37	8736,40	9764,96	17,523
	254	17,81	15,50	13,19	87	16	0	354	5	0	46,20	343,08	2,73	343,08	46,09	2,20	44,10	13,41	8734,56	9769,00	17,480
	255	17,85	15,50	13,15	83	30	10	7	19	0	47,00	-3,68	6,50	-3,68	46,40	5,28	46,30	2,98	8736,76	9758,57	20,564
	256	17,82	15,50	13,18	86	47	30	4	35	20	46,40	-6,41	3,21	-6,41	46,25	2,59	45,97	5,16	8736,42	9760,75	17,872
	257	17,03	15,50	13,97	87	32	20	359	27	0	30,60	348,45	2,46	348,45	30,54	1,31	29,93	6,12	8720,38	9761,71	16,592
	258	17,85	15,50	13,15	83	7	30	11	46	20	47,00	0,77	6,88	0,77	46,33	5,59	46,32	-0,62	8736,78	9754,97	20,865
	259	17,05	15,50	13,95	87	35	0	353	49	40	31,00	342,83	2,42	342,83	30,94	1,31	29,57	9,14	8720,02	9764,73	16,586
	260	17,01	15,50	13,99	87	31	40	8	13	20	30,20	-2,78	2,47	-2,78	30,14	1,30	30,11	1,46	8720,57	9757,05	16,581
	261	17,09	15,50	13,91	83	24	0	11	52	20	31,80	0,87	6,60	0,87	31,38	3,63	31,38	-0,48	8721,84	9755,11	18,910
	262	16,63	15,50	14,37	84	14	40	32	20	10	22,60	21,34	5,76	21,34	22,37	2,26	20,84	-8,14	8711,30	9747,45	17,535
	263	16,24	15,50	14,76	85	56	40	48	31	50	14,80	37,53	4,06	37,53	14,73	1,04	11,68	-8,97	8702,14	9746,62	16,324
	264	17,00	15,50	14,00	87	35	20	359	32	20	30,00	348,54	2,41	348,54	29,95	1,26	29,35	5,95	8719,81	9761,54	16,540
	265	16,95	15,50	14,05	87	45	20	353	57	40	29,00	342,96	2,24	342,96	28,96	1,13	27,68	8,48	8718,14	9764,07	16,414
	266	16,27	15,50	14,73	88	28	40	1	59	0	15,40	-9,02	1,52	-9,02	15,39	0,41	15,20	2,41	8705,66	9758,00	15,688
	267	16,29	15,50	14,71	86	45	50	86	7	40	15,80	75,13	3,24	75,13	15,75	0,89	4,04	-15,22	8694,50	9740,37	16,170
	268	16,22	15,50	14,78	91	5	30	343	7	20	14,40	332,12	-1,09	332,12	14,39	-0,27	12,72	6,73	8703,18	9762,32	15,005
	269	16,92	15,50	14,08	88	52	0	9	52	0	28,40	-1,13	1,13	-1,13	28,39	0,56	28,38	0,56	8718,84	9756,15	15,841
	270	15,90	15,50	15,10	101	21	40	282	31	40	8,00	271,53	-11,36	271,53	7,69	-1,55	0,21	7,69	8690,66	9763,28	13,734
	271	16,42	15,50	14,58	98	19	40	285	11	40	18,40	274,19	-8,33	274,19	18,01	-2,64	1,32	17,97	8691,78	9773,56	12,643
	272	16,12	15,50	14,88	95	15	30	167	20	20	12,40	156,34	-5,26	156,34	12,30	-1,13	-11,26	-4,93	8679,20	9750,65	14,148
	273	16,18	15,50	14,82	90	27	20	154	58	40	13,60	143,98	-0,46	143,98	13,60	-0,11	-11,00	-8,00	8679,46	9747,59	15,171
	274	16,32	15,50	14,68	91	20	0	194	2	10	16,40	183,04	-1,33	183,04	16,39	-0,38	-16,37	0,87	8674,09	9756,46	14,898
	275	16,48	15,50	14,52	86	29	50	134	35	10	19,60	123,59	3,50	123,59	19,53	1,20	-10,80	-16,27	8679,66	9739,32	16,475
	276	16,38	15,50	14,62	91	46	20	213	8	10	17,60	202,14	-1,77	202,14	17,58	-0,54	-16,29	6,63	8674,17	9762,22	14,735
	277	16,73	15,50	14,27	96	37	10	221	22	20	24,60	210,37	-6,62	210,37	24,27	-2,82	-20,94	12,27	8669,52	9767,86	12,463

LIBRETA DE OFICINA

OBRA: Av. Teodoro Alvarado Olea **FECHA:** febrero-05 **LEVANTO:** Goering Alvarado & Omar Chalen

UBICACION: Av. Francisco de Orellana y Vía Daule **APARATO:** Wild T16

ESTACION	PUNTO	HM	ANG.VERT			ANG.HOR.			DI	ANGULOS		AZIM.	DH	DV	PROYECCIONES		COORDENADAS		
		H. SUP.	H. INF.	g	m	s	g	m	s		HOR.	VER.				N	E	LAT.	LONG.	COTA
	278	17,21	15,50	13,79	89	46	0	182	17	50	34,20	171,30	0,23	171,30	34,20	0,14	-33,81	-5,17	8656,65	9750,41	15,419
	279	17,21	15,50	13,79	89	37	0	177	43	50	34,20	166,73	0,38	166,73	34,20	0,23	-33,29	-7,85	8657,17	9747,74	15,508
	280	17,30	15,50	13,70	88	59	50	167	50	50	36,00	156,85	1,00	156,85	35,99	0,63	-33,09	-14,15	8657,37	9741,44	15,909
	E12	20,95	15,50	10,05	88	35	40	177	43	35	109,00	166,73	1,41	166,73	108,93	2,67	-106,02	-25,01	8584,43	9730,58	17,952
E12	281	17,82	15,40	12,98	90	44	20	359	30	20	48,40	346,23	-0,74	346,23	48,39	-0,62	47,00	11,52	8631,44	9742,09	17,328
	282	17,81	15,40	12,99	90	50	10	356	29	0	48,20	343,21	-0,84	343,21	48,19	-0,70	46,14	13,92	8630,57	9744,50	17,249
	283	17,82	15,40	12,98	90	46	0	4	37	20	48,40	-8,65	-0,77	-8,65	48,39	-0,65	47,84	7,28	8632,28	9737,86	17,305
	284	16,85	15,40	13,95	89	58	40	353	44	10	29,00	340,46	0,02	340,46	29,00	0,01	27,33	9,70	8611,76	9740,28	17,964
	285	16,88	15,40	13,92	89	46	10	0	3	20	29,60	-13,22	0,23	-13,22	29,60	0,12	28,82	6,77	8613,25	9737,35	18,071
	286	16,85	15,40	13,95	89	58	50	10	11	10	29,00	-3,09	0,02	-3,09	29,00	0,01	28,96	1,56	8613,39	9732,14	17,962
	287	16,02	15,40	14,78	88	58	0	14	24	0	12,40	1,13	1,03	1,13	12,40	0,22	12,39	-0,24	8596,83	9730,33	18,176
	288	16,10	15,40	14,70	89	11	20	320	7	50	14,00	306,86	0,81	306,86	14,00	0,20	8,40	11,20	8592,83	9741,78	18,151
	289	16,15	15,40	14,65	89	13	40	33	32	30	15,00	20,27	0,77	20,27	15,00	0,20	14,07	-5,20	8598,50	9725,38	18,155
	290	16,05	15,40	14,75	99	14	40	272	18	30	13,00	259,03	-9,24	259,03	12,66	-2,06	-2,41	12,43	8582,03	9743,01	15,891
	291	15,80	15,40	15,00	113	40	20	214	30	0	8,00	201,23	-23,67	201,23	6,71	-2,94	-6,26	2,43	8578,18	9733,01	15,011
	292	15,77	15,40	15,03	97	25	30	176	50	0	7,40	163,56	-7,43	163,56	7,28	-0,95	-6,98	-2,06	8577,46	9728,52	17,004
	293	15,68	15,40	15,12	94	12	30	274	13	0	5,60	260,94	-4,21	260,94	5,57	-0,41	-0,88	5,50	8583,56	9736,08	17,543
	294	16,43	15,40	14,37	91	18	20	147	44	40	20,60	134,47	-1,31	134,47	20,59	-0,47	-14,42	-14,69	8570,01	9715,89	17,483
	295	16,93	15,40	13,87	88	26	30	113	32	0	30,60	100,26	1,56	100,26	30,58	0,83	-5,45	-30,09	8578,99	9700,49	18,784
	296	16,50	15,40	14,30	83	43	0	82	40	30	22,00	69,40	6,28	69,40	21,74	2,39	7,65	-20,35	8592,08	9710,23	20,346
	297	16,15	15,40	14,65	84	4	30	74	42	50	15,00	61,44	5,93	61,44	14,84	1,54	7,09	-13,03	8591,53	9717,54	19,493
	298	16,03	15,40	14,77	84	29	30	123	41	0	12,60	110,41	5,51	110,41	12,48	1,20	-4,35	-11,70	8580,08	9718,88	19,156
	299	17,19	15,40	13,61	89	16	20	132	26	30	35,80	119,17	0,73	119,17	35,79	0,45	-17,45	-31,26	8566,99	9699,32	18,407
	E13	18,08	15,40	12,72	93	14	40	173	3	10	53,60	159,78	-3,24	159,78	53,43	-3,03	-50,14	-18,47	8534,30	9712,11	14,924
E13	E14	16,25	15,60	14,95	94	19	20	231	16	30	13,00	211,05	-4,32	211,05	12,93	-0,98	-11,07	6,67	8523,23	9718,78	13,947
E14	300	17,74	15,60	13,46	85	56	10	337	28	0	42,80	368,52	4,06	8,52	42,59	3,03	42,11	-6,31	8565,34	9712,47	16,972
	301	16,60	15,60	14,60	85	5	40	351	43	20	20,00	382,78	4,91	22,78	19,85	1,70	18,31	-7,69	8541,53	9711,09	15,651
	302	16,57	15,60	14,63	85	1	0	336	5	30	19,40	367,15	4,98	7,15	19,25	1,68	19,10	-2,40	8542,33	9716,38	15,626
	303	16,59	15,60	14,61	84	35	0	321	24	40	19,80	352,47	5,42	352,47	19,62	1,86	19,45	2,57	8542,68	9721,35	15,807
	304	16,06	15,60	15,14	87	33	0	21	17	0	9,20	52,34	2,45	52,34	9,18	0,39	5,61	-7,27	8528,84	9711,51	14,340
	305	15,92	15,60	15,28	85	17	0	347	14	20	6,40	378,29	4,72	18,29	6,36	0,52	6,04	-2,00	8529,26	9716,78	14,471
	306	15,88	15,60	15,32	89	12	10	297	18	40	5,60	328,37	0,80	328,37	5,60	0,08	4,77	2,94	8527,99	9721,72	14,025
	307	16,08	15,60	15,12	108	59	40	249	44	40	9,60	280,80	-18,99	280,80	8,58	-2,95	1,61	8,43	8524,83	9727,21	10,992
	308	16,22	15,60	14,98	106	4	50	236	8	50	12,40	267,20	-16,08	267,20	11,45	-3,30	-0,56	11,43	8522,67	9730,21	10,646
	309	16,14	15,60	15,06	94	57	0	104	22	10	10,80	135,42	-4,95	135,42	10,72	-0,93	-7,64	-7,52	8515,59	9711,26	13,018
	310	16,07	15,60	15,13	96	21	40	139	39	30	9,40	170,71	-6,36	170,71	9,28	-1,04	-9,16	-1,50	8514,06	9717,28	12,912
	311	16,35	15,60	14,85	106	9	30	173	2	30	15,00	204,10	-16,16	204,10	13,84	-4,01	-12,63	5,65	8510,59	9724,43	9,937
	312	16,14	15,60	15,06	100	37	40	159	20	20	10,80	190,39	-10,63	190,39	10,43	-1,96	-10,26	1,88	8512,96	9720,66	11,989
	313	16,36	15,60	14,84	96	19	0	140	7	20	15,20	171,18	-6,32	171,18	15,02	-1,66	-14,84	-2,30	8508,39	9716,48	12,285
	314	16,45	15,60	14,75	95	56	40	117	36	50	17,00	148,67	-5,94	148,67	16,82	-1,75	-14,37	-8,75	8508,86	9710,03	12,196
	315	16,66	15,60	14,54	99	44	10	145	0	0	21,20	176,05	-9,74	176,05	20,59	-3,53	-20,54	-1,42	8502,68	9717,36	10,413

LIBRETA DE OFICINA

OBRA: Av. Teodoro Alvarado Olea **FECHA:** febrero-05 **LEVANTO:** Goering Alvarado & Omar Chalen

UBICACION: Av. Francisco de Orellana y Vía Daule **APARATO:** Wild T16

ESTACION	PUNTO	H. SUP.	HM	H. INF.	ANG.VERT g	ANG.VERT m	ANG.VERT s	ANG.HOR. g	ANG.HOR. m	ANG.HOR. s	DI	ANGULOS HOR.	ANGULOS VER.	AZIM.	DH	DV	PROYECCIONES N	PROYECCIONES E	COORDENADAS LAT.	COORDENADAS LONG.	COORDENADAS COTA
	316	17,60	15,60	13,60	95	1	40	127	1	40	40,00	158,08	-5,03	158,08	39,69	-3,49	-36,82	-14,82	8486,40	9703,96	10,455
	317	17,55	15,60	13,65	96	10	50	134	27	0	39,00	165,50	-6,18	165,50	38,55	-4,17	-37,32	-9,65	8485,90	9709,13	9,772
	318	17,56	15,60	13,64	97	4	20	144	18	50	39,20	175,37	-7,07	175,37	38,61	-4,79	-38,48	-3,12	8484,75	9715,66	9,157
	319	17,64	15,60	13,56	98	45	50	155	26	40	40,80	186,50	-8,76	186,50	39,85	-6,14	-39,60	4,51	8483,63	9723,29	7,803
	320	17,65	15,60	13,55	97	49	50	149	27	50	41,00	180,52	-7,83	180,52	40,24	-5,53	-40,24	0,36	8482,99	9719,14	8,413
	321	19,47	15,60	11,73	95	56	10	153	23	40	77,40	184,45	-5,94	184,45	76,57	-7,96	-76,34	5,94	8446,88	9724,72	5,985
	322	18,59	15,60	12,61	96	2	30	149	11	30	59,80	180,25	-6,04	180,25	59,14	-6,26	-59,14	0,25	8464,09	9719,03	7,688
	323	18,60	15,60	12,60	95	59	50	142	14	50	60,00	173,30	-6,00	173,30	59,35	-6,23	-58,94	-6,92	8464,29	9711,86	7,712
	324	18,63	15,60	12,57	95	25	0	136	8	50	60,60	167,20	-5,42	167,20	60,06	-5,69	-58,57	-13,30	8464,66	9705,47	8,252
	325	19,84	15,60	11,36	94	19	50	145	9	50	84,80	176,22	-4,33	176,22	84,32	-6,39	-84,13	-5,56	8439,09	9713,22	7,562
	326	19,72	15,60	11,48	94	19	40	135	15	40	82,40	166,32	-4,33	166,32	81,93	-6,20	-79,60	-19,38	8443,62	9699,40	7,746
	327	19,69	15,60	11,51	94	33	30	140	14	20	81,80	171,29	-4,56	171,29	81,28	-6,48	-80,35	-12,30	8442,88	9706,47	7,466
	328	20,15	15,60	11,05	94	45	20	139	35	30	91,00	170,65	-4,76	170,65	90,37	-7,52	-89,17	-14,69	8434,05	9704,09	6,428
	329	20,00	15,60	11,20	94	27	20	142	54	0	88,00	173,95	-4,46	173,95	87,47	-6,82	-86,98	-9,21	8436,24	9709,57	7,131
	330	20,00	15,60	11,20	94	41	30	144	50	40	88,00	175,90	-4,69	175,90	87,41	-7,17	-87,19	-6,25	8436,04	9712,53	6,773
	331	20,10	15,60	11,10	95	18	30	143	21	45	90,00	174,42	-5,31	174,42	89,23	-8,29	-88,81	-8,68	8434,42	9710,10	5,656
	332	20,10	15,60	11,10	94	56	40	140	34	10	90,00	171,62	-4,94	171,62	89,33	-7,73	-88,38	-13,01	8434,85	9705,77	6,219
	333	20,20	15,60	11,00	95	10	50	140	33	30	92,00	171,61	-5,18	171,61	91,25	-8,27	-90,27	-13,31	8432,95	9705,47	5,674
	334	20,60	15,60	10,60	93	41	10	140	19	30	100,00	171,38	-3,69	171,38	99,59	-6,42	-98,46	-14,93	8424,76	9703,85	7,531
	335	20,10	15,60	11,10	93	59	40	135	56	40	90,00	167,00	-3,99	167,00	89,56	-6,25	-87,27	-20,15	8435,96	9698,63	7,693
	336	10,55	5,60	0,65	94	14	0	131	48	40	99,00	162,87	-4,23	162,87	98,46	-6,29	-94,09	-29,01	8429,14	9689,77	7,659
	337	21,37	15,60	9,83	93	14	20	138	31	40	115,40	169,58	-3,24	169,58	115,03	-6,51	-113,14	-20,80	8410,09	9697,98	7,437
	338	20,75	15,60	10,45	93	31	20	135	7	40	103,00	166,18	-3,52	166,18	102,61	-6,32	-99,64	-24,51	8423,58	9694,27	7,631
	339	20,90	15,60	10,30	93	27	30	133	37	30	106,00	164,68	-3,46	164,68	105,61	-6,38	-101,86	-27,91	8421,36	9690,87	7,564
	340	21,20	15,60	10,00	93	7	40	142	54	10	112,00	173,96	-3,13	173,96	111,67	-6,10	-111,05	-11,76	8412,18	9707,02	7,845
	341	21,35	15,60	9,85	93	8	20	136	36	40	115,00	167,67	-3,14	167,67	114,66	-6,29	-112,01	-24,49	8411,22	9694,29	7,659
	342	21,17	15,60	10,03	92	40	0	142	1	0	111,40	173,07	-2,67	173,07	111,16	-5,18	-110,35	-13,41	8412,88	9705,37	8,769
	343	22,68	15,60	8,52	92	43	1	138	44	20	141,60	169,79	-2,72	169,79	141,28	-6,70	-139,05	-25,04	8384,18	9693,74	7,242
	344	22,08	15,60	9,12	92	43	40	136	21	10	129,60	167,41	-2,73	167,41	129,31	-6,16	-126,20	-28,19	8397,03	9690,59	7,786
	345	23,25	15,60	7,95	92	10	40	141	29	0	153,00	172,54	-2,18	172,54	152,78	-5,81	-151,49	-19,84	8371,74	9698,94	8,137
	346	22,60	15,60	8,60	92	18	10	138	21	50	140,00	169,42	-2,30	169,42	139,77	-5,62	-137,40	-25,67	8385,83	9693,11	8,326
	347	22,68	15,60	8,52	92	16	30	135	26	30	141,60	166,50	-2,28	166,50	141,38	-5,62	-137,47	-33,01	8385,76	9685,77	8,330
	348	23,32	15,60	7,88	91	51	40	140	57	20	154,40	172,01	-1,86	172,01	154,24	-5,01	-152,74	-21,44	8370,49	9697,34	8,935
	349	23,42	15,60	7,78	91	50	20	138	6	10	156,40	169,16	-1,84	169,16	156,24	-5,02	-153,45	-29,39	8369,78	9689,39	8,931
	350	24,33	15,60	6,87	0	0	0				174,60	31,05	90,00	31,05	0,00	0,00	0,00	0,00	8523,23	9718,78	13,947
	351	24,32	15,60	6,88	90	52	0	136	10	0	174,40	167,22	-0,87	167,22	174,36	-2,64	-170,04	-38,57	8353,18	9680,21	11,309
	352	24,43	15,60	6,77	90	46	20	138	0	40	176,60	169,07	-0,77	169,07	176,57	-2,38	-173,36	-33,49	8349,86	9685,29	11,567
	353	25,61	15,60	5,59	90	7	20	139	51	40	200,20	170,92	-0,12	170,92	200,20	-0,43	-197,69	-31,61	8325,54	9687,17	13,520
	354	25,68	15,60	5,52	89	51	0	138	2	20	201,60	169,09	0,15	169,09	201,60	0,53	-197,96	-38,15	8325,27	9680,63	14,475
	355	25,65	15,60	5,55	89	55	0	134	33	50	201,00	165,62	0,08	165,62	201,00	0,29	-194,70	-49,93	8328,53	9668,85	14,239
	356	27,20	15,60	4,00	89	1	40	139	16	20	232,00	170,33	0,97	170,33	231,93	3,94	-228,64	-38,97	8294,59	9679,81	17,883

LIBRETA DE OFICINA

OBRA: Av. Teodoro Alvarado Olea **FECHA:** febrero-05 **LEVANTO:** Goering Alvarado & Omar Chalen

UBICACION: Av. Francisco de Orellana y Vía Daule **APARATO:** Wild T16

ESTACION	PUNTO	H. SUP.	HM	H. INF.	ANG.VERT g	ANG.VERT m	ANG.VERT s	ANG.HOR. g	ANG.HOR. m	ANG.HOR. s	DI	ANGULOS HOR.	ANGULOS VER.	AZIM.	DH	DV	PROYECCIONES N	PROYECCIONES E	COORDENADAS LAT.	COORDENADAS LONG.	COORDENADAS COTA
	357	27,20	15,60	4,00	89	6	0	137	8	0	232,00	168,19	0,90	168,19	231,94	3,64	-227,03	-47,48	8296,19	9671,30	17,590
	358	27,25	15,60	3,95	89	4	40	135	20	20	233,00	166,39	0,92	166,39	232,94	3,75	-226,40	-54,80	8296,82	9663,98	17,696
	E15	29,08	15,60	2,12	88	44	20	135	22	40	269,60	166,43	1,26	166,43	269,47	5,93	-261,95	-63,22	8261,28	9655,56	19,879
E15	359	15,52	14,80	14,08	97	34	20	1	16	20	14,40	347,70	-7,57	347,70	14,15	-1,88	13,83	3,01	8275,10	9658,57	17,998
	360	15,55	14,80	14,05	95	42	40	332	32	20	15,00	318,97	-5,71	318,97	14,85	-1,49	11,20	9,75	8272,48	9665,31	18,394
	361	15,87	14,80	13,73	95	20	0	309	4	0	21,40	295,50	-5,33	295,50	21,22	-1,98	9,13	19,15	8270,41	9674,71	17,898
	362	15,64	14,80	13,96	90	20	40	80	9	20	16,80	66,59	-0,34	66,59	16,80	-0,10	6,68	-15,42	8267,95	9640,15	19,778
	363	15,58	14,80	14,02	89	17	40	105	47	40	15,60	92,23	0,71	92,23	15,60	0,19	-0,61	-15,59	8260,67	9639,98	20,071
	364	16,07	14,80	13,53	88	59	0	106	46	30	25,40	93,21	1,02	93,21	25,39	0,45	-1,42	-25,35	8259,86	9630,21	20,329
	365	16,17	14,80	13,43	89	8	40	93	55	40	27,40	80,36	0,86	80,36	27,39	0,41	4,59	-27,01	8265,86	9628,55	20,288
	366	15,10	14,80	14,50	92	16	20	261	14	20	6,00	247,67	-2,27	247,67	5,99	-0,24	-2,28	5,54	8259,00	9661,10	19,641
	367	16,28	14,80	13,32	87	9	30	182	58	0	29,60	169,40	2,84	169,40	29,53	1,47	-29,02	-5,43	8232,25	9650,13	21,345
	368	16,78	14,80	12,82	85	29	30	178	9	30	39,60	164,59	4,51	164,59	39,36	3,10	-37,94	-10,46	8223,34	9645,10	22,982
	E16	19,55	14,80	10,05	86	18	40	181	40	50	95,00	168,11	3,69	168,11	94,61	6,10	-92,58	-19,49	8168,70	9636,07	25,978
E16	369	18,32	15,60	12,88	90	35	20	343	30	40	54,40	331,62	-0,59	331,62	54,39	-0,56	47,86	25,85	8216,56	9661,92	25,419
	370	18,25	15,60	12,95	93	28	30	7	20	50	53,00	-4,54	-3,48	-4,54	52,81	-3,21	52,64	4,18	8221,34	9640,25	22,772
	371	17,18	15,60	14,02	88	4	20	364	47	0	31,60	352,90	1,93	352,90	31,56	1,06	31,32	3,90	8200,02	9639,98	27,041
	372	18,09	15,60	13,11	88	0	0	359	17	40	49,80	347,41	2,00	347,41	49,74	1,74	48,54	10,84	8217,24	9646,92	27,715
	373	16,24	15,60	14,96	82	13	10	302	22	10	12,80	290,48	7,78	290,48	12,57	1,72	4,40	11,77	8173,10	9647,84	27,695
	374	17,00	15,60	14,20	93	21	40	357	57	10	28,00	346,07	-3,36	346,07	27,90	-1,64	27,08	6,72	8195,78	9642,79	24,340
	375	16,04	15,60	15,16	92	32	20	351	48	0	8,80	339,91	-2,54	339,91	8,78	-0,39	8,25	3,02	8176,95	9639,09	25,589
	376	16,07	15,60	15,13	91	19	40	53	16	20	9,40	41,38	-1,33	41,38	9,39	-0,22	7,05	-6,21	8175,75	9629,86	25,761
	377	16,48	15,60	14,72	92	5	10	24	32	30	17,60	12,65	-2,09	12,65	17,58	-0,64	17,15	-3,85	8185,85	9632,22	25,338
	378	16,85	15,60	14,35	87	7	10	181	41	20	25,00	169,80	2,88	169,80	24,94	1,25	-24,54	-4,42	8144,16	9631,66	27,233
	379	16,14	15,60	15,06	82	21	0	238	12	40	10,80	226,32	7,65	226,32	10,61	1,42	-7,33	7,67	8161,37	9643,75	27,403
	380	16,45	15,60	14,75	87	50	20	181	40	0	17,00	169,78	2,16	169,78	16,98	0,64	-16,71	-3,01	8151,99	9633,06	26,619
	381	16,55	15,60	14,65	85	45	0	203	4	50	19,00	191,19	4,25	191,19	18,90	1,40	-18,54	3,67	8150,16	9639,74	27,383
	382	17,18	15,60	14,02	88	21	20	179	11	10	31,60	167,30	1,64	167,30	31,57	0,91	-30,80	-6,94	8137,90	9629,13	26,885
	383	17,19	15,60	14,01	87	10	0	191	19	40	31,80	179,44	2,83	179,44	31,72	1,57	-31,72	-0,31	8136,98	9635,76	27,548
	384	17,28	15,60	13,92	88	47	40	170	18	20	33,60	158,42	1,21	158,42	33,59	0,71	-31,23	-12,35	8137,47	9623,72	26,685
	385	17,90	15,60	13,30	88	49	20	178	36	0	46,00	166,71	1,18	166,71	45,98	0,95	-44,75	-10,57	8123,95	9625,51	26,924
	386	17,72	15,60	13,48	88	24	0	186	57	20	42,40	175,07	1,60	175,07	42,37	1,18	-42,21	-3,64	8126,49	9632,43	27,162
	387	19,22	15,60	11,98	89	30	20	178	57	50	72,40	167,08	0,49	167,08	72,39	0,62	-70,56	-16,19	8098,14	9619,88	26,603
	388	19,18	15,60	12,02	89	10	0	182	19	20	71,60	170,43	0,83	170,43	71,58	1,04	-70,59	-11,90	8098,11	9624,18	27,020
	389	20,20	15,60	11,00	89	45	0	178	38	30	92,00	166,75	0,25	166,75	92,00	0,40	-89,55	-21,08	8079,15	9614,99	26,380
	390	20,20	15,60	11,00	89	15	40	181	54	0	92,00	170,01	0,74	170,01	91,98	1,19	-90,59	-15,95	8078,11	9620,12	27,165
	E17	21,83	15,60	9,37	90	0	40	180	13	30	124,60	168,34	-0,01	168,34	124,60	-0,02	-122,03	-25,19	8046,67	9610,89	25,954
E17	391	15,81	15,30	14,79	92	1	20	62	59	20	10,20	51,33	-2,02	51,33	10,19	-0,36	6,37	-7,95	8053,04	9602,93	25,595
	392	15,75	15,30	14,85	81	5	0	209	50	0	9,00	198,17	8,92	198,17	8,78	1,38	-8,35	2,74	8038,33	9613,63	27,332
	393	15,73	15,30	14,87	97	37	20	146	32	40	8,60	134,88	-7,62	134,88	8,45	-1,13	-5,96	-5,99	8040,71	9604,90	24,824
	394	15,82	15,30	14,78	96	4	40	178	13	20	10,40	166,56	-6,08	166,56	10,28	-1,09	-10,00	-2,39	8036,67	9608,50	24,859

LIBRETA DE OFICINA

OBRA: Av. Teodoro Alvarado Olea **FECHA:** febrero-05 **LEVANTO:** Goering Alvarado & Omar Chalen
UBICACION: Av. Francisco de Orellana y Vía Daule **APARATO:** Wild T16

ESTACION	PUNTO	H. SUP.	HM	H. INF.	ANG.VERT g	ANG.VERT m	ANG.VERT s	ANG.HOR. g	ANG.HOR. m	ANG.HOR. s	DI	ANGULOS HOR.	ANGULOS VER.	AZIM.	DH	DV	PROYECCIONES N	PROYECCIONES E	COORDENADAS LAT.	COORDENADAS LONG.	COORDENADAS COTA
	395	16,60	15,30	14,00	87	17	0	191	45	0	26,00	180,09	2,72	180,09	25,94	1,23	-25,94	0,04	8020,73	9610,93	27,185
	396	16,70	15,30	13,90	93	39	0	164	9	0	28,00	152,49	-3,65	152,49	27,89	-1,78	-24,73	-12,88	8021,94	9598,00	24,175
	397	16,64	15,30	13,96	93	44	0	170	56	40	26,80	159,28	-3,73	159,28	26,69	-1,74	-24,96	-9,44	8021,71	9601,45	24,213
	398	16,57	15,30	14,03	92	47	0	179	51	0	25,40	168,19	-2,78	168,19	25,34	-1,23	-24,80	-5,19	8021,87	9605,70	24,722
	399	16,61	15,30	13,99	88	30	0	186	37	50	26,20	174,97	1,50	174,97	26,18	0,69	-26,08	-2,30	8020,59	9608,59	26,640
	400	15,90	15,30	14,70	84	41	40	193	7	20	12,00	181,46	5,31	181,46	11,90	1,10	-11,89	0,30	8034,78	9611,19	27,059
	401	17,42	15,30	13,18	93	4	0	170	8	0	42,40	158,47	-3,07	158,47	42,28	-2,27	-39,33	-15,52	8007,34	9595,37	23,689
	402	17,41	15,30	13,19	92	50	20	179	7	20	42,20	167,46	-2,84	167,46	42,10	-2,09	-41,09	-9,14	8005,58	9601,75	23,867
	403	17,30	15,30	13,30	88	25	30	189	2	0	40,00	177,37	1,57	177,37	39,97	1,10	-39,93	-1,83	8006,74	9609,05	27,053
	404	18,44	15,30	12,16	92	34	40	175	3	0	62,80	163,39	-2,58	163,39	62,67	-2,82	-60,06	-17,92	7986,61	9592,97	23,133
	405	18,40	15,30	12,20	89	6	40	187	10	0	62,00	175,50	0,89	175,50	61,99	0,96	-61,79	-4,86	7984,88	9606,03	26,916
	406	18,48	15,30	12,12	92	49	0	178	47	0	63,60	167,12	-2,82	167,12	63,45	-3,12	-61,85	-14,14	7984,82	9596,74	22,833
	407	19,30	15,30	11,30	92	44	40	173	59	10	80,00	162,32	-2,74	162,32	79,82	-3,83	-76,05	-24,24	7970,62	9586,65	22,128
	408	19,29	15,30	11,31	92	40	40	176	36	40	79,80	164,95	-2,68	164,95	79,63	-3,72	-76,89	-20,68	7969,78	9590,21	22,230
	409	19,30	15,30	11,30	92	44	30	178	47	30	80,00	167,13	-2,74	167,13	79,82	-3,82	-77,81	-17,78	7968,86	9593,11	22,132
	E18	20,12	15,30	10,48	93	5	25	174	29	30	96,40	162,83	-3,09	162,83	96,12	-5,19	-91,84	-28,38	7954,84	9582,51	20,765
E18	410	15,27	15,10	14,93	85	30	40	17	26	10	3,40	0,27	4,49	0,27	3,38	0,27	3,38	-0,02	7958,21	9582,49	21,030
	411	15,75	15,10	14,45	85	7	0	2	10	30	13,00	-15,00	4,88	-15,00	12,91	1,10	12,47	3,34	7967,30	9585,85	21,868
	412	16,00	15,10	14,20	85	36	0	279	17	0	18,00	262,11	4,40	262,11	17,89	1,38	-2,46	17,72	7952,38	9600,23	22,142
	413	15,35	15,10	14,85	85	7	20	330	43	10	5,00	313,55	4,88	313,55	4,96	0,42	3,42	3,60	7958,26	9586,11	21,189
	414	15,80	15,10	14,40	96	13	30	194	57	20	14,00	177,78	-6,23	177,78	13,84	-1,51	-13,83	-0,53	7941,01	9581,97	19,256
	415	16,71	15,10	13,49	94	53	0	221	54	20	32,20	204,73	-4,88	204,73	31,97	-2,73	-29,03	13,38	7925,80	9595,88	18,034
	416	16,96	15,10	13,24	96	46	30	183	41	0	37,20	166,51	-6,78	166,51	36,68	-4,36	-35,67	-8,56	7919,16	9573,95	16,407
	417	16,22	15,10	13,98	94	47	50	214	15	20	22,40	197,08	-4,80	197,08	22,24	-1,87	-21,26	6,53	7933,57	9589,04	18,898
	418	16,93	15,10	13,27	96	10	0	193	41	0	36,60	176,51	-6,17	176,51	36,18	-3,91	-36,11	-2,20	7918,72	9580,31	16,856
	419	18,15	15,10	12,05	93	33	50	207	19	40	61,00	190,16	-3,56	190,16	60,76	-3,78	-59,81	10,72	7895,02	9593,22	16,980
	420	17,90	15,10	12,30	95	49	20	188	53	20	56,00	171,72	-5,82	171,72	55,42	-5,65	-54,85	-7,98	7899,99	9574,53	15,113
	421	15,34	15,10	14,86	96	15	0	69	30	0	4,80	52,33	-6,25	52,33	4,74	-0,52	2,90	-3,75	7957,73	9578,75	20,245
E19	E20	22,10	14,50	6,90	94	31	0	167	23	0	152,00	167,65	-4,52	167,65	151,06	-11,93	-147,56	-32,30	7807,27	9550,21	9,098
E20	E21	18,52	15,20	11,88	90	11	0	188	37	30	66,40	176,28	-0,18	176,28	66,40	-0,21	-66,26	-4,31	7741,01	9545,90	8,885
E21	422	18,68	15,40	12,12	89	47	30	2	59	5	65,60	-0,74	0,21	-0,74	65,60	0,24	65,59	0,84	7806,61	9546,74	9,124
	423	22,30	15,40	8,50	88	52	30	6	15	30	138,00	2,54	1,13	2,54	137,95	2,71	137,81	-6,11	7878,82	9539,79	11,594
	424	17,75	15,40	13,05	89	56	30	10	12	0	47,00	6,48	0,06	6,48	47,00	0,05	46,70	-5,30	7787,71	9540,60	8,933
	425	17,28	15,40	13,52	90	4	30	22	12	0	37,60	18,48	-0,08	18,48	37,60	-0,05	35,66	-11,92	7776,67	9533,98	8,836
	426	17,07	15,40	13,73	90	15	0	27	51	0	33,40	24,13	-0,25	24,13	33,40	-0,15	30,48	-13,65	7771,49	9532,25	8,739
	427	17,05	15,40	13,75	90	52	40	15	28	30	33,00	11,75	-0,88	11,75	32,99	-0,51	32,30	-6,72	7773,31	9539,18	8,380
	428	36,35	35,40	34,45	83	23	0	86	10	0	19,00	82,45	6,62	82,45	18,75	0,17	2,46	-18,58	7743,48	9527,31	9,060
	429	16,07	15,40	14,73	94	34	0	90	20	0	13,40	86,61	-4,57	86,61	13,32	-1,06	0,79	-13,29	7741,80	9532,61	7,822
	E22	15,55	15,40	15,25	89	39	0	193	35	30	3,00	189,87	0,35	189,87	3,00	0,02	-2,96	0,51	7738,06	9546,41	8,903
E22	430	17,00	15,35	13,70	92	3	0	86	27	0	33,00	96,32	-2,05	96,32	32,96	-1,18	-3,63	-32,76	7734,43	9513,66	7,724
	431	27,45	25,35	23,25	88	49	0	96	10	0	42,00	106,04	1,18	106,04	41,98	-0,13	-11,60	-40,35	7726,46	9506,07	8,771

CIB-ESPOL

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL ESPOL

LIBRETA DE OFICINA

OBRA: Av. Teodoro Alvarado Olea **FECHA:** febrero-05 **LEVANTO:** Goering Alvarado & Omar Chalen

UBICACION: Av. Francisco de Orellana y Vía Daule **APARATO:** Wild T16

ESTACION	PUNTO	H. SUP.	HM	H. INF.	ANG.VERT g	ANG.VERT m	ANG.VERT s	ANG.HOR. g	ANG.HOR. m	ANG.HOR. s	DI	ANGULOS HOR.	ANGULOS VER.	AZIM.	DH	DV	PROYECCIONES N	PROYECCIONES E	COORDENADAS LAT.	COORDENADAS LONG.	COORDENADAS COTA
	432	17,55	15,35	13,15	90	28	30	102	21	30	44,00	112,23	-0,48	112,23	44,00	-0,36	-16,64	-40,73	7721,41	9505,69	8,539
	433	37,85	35,35	32,85	88	38	30	115	23	30	50,00	125,26	1,36	125,26	49,97	-0,82	-28,85	-40,80	7709,21	9505,61	8,088
	434	38,00	35,35	32,70	88	56	30	118	15	0	53,00	128,12	1,06	128,12	52,98	-1,02	-32,71	-41,68	7705,35	9504,73	7,882
	E23	19,68	15,35	11,02	91	13	30	155	21	0	86,60	165,22	-1,23	165,22	86,56	-1,85	-83,70	-22,08	7654,36	9524,33	7,052
E23	435	38,40	36,00	33,60	88	50	30	19	17	0	48,00	4,50	1,16	4,50	47,98	-1,03	47,83	-3,77	7702,19	9520,56	6,023
	436	16,90	16,00	15,10	89	41	0	25	9	0	18,00	10,37	0,32	10,37	18,00	0,10	17,71	-3,24	7672,07	9521,09	7,152
	437	17,50	16,00	14,50	90	29	0	39	37	30	30,00	24,85	-0,48	24,85	30,00	-0,25	27,22	-12,60	7681,58	9511,73	6,799
	438	37,10	36,00	34,90	95	16	0	81	39	0	22,00	66,87	-5,27	66,87	21,81	-2,01	8,57	-20,06	7662,93	9504,27	5,042
	439	17,35	16,00	14,65	87	41	0	86	6	30	27,00	71,33	2,32	71,33	26,96	1,09	8,63	-25,54	7662,99	9498,79	8,143
	440	16,37	16,00	15,63	88	8	0	121	6	0	7,40	106,32	1,87	106,32	7,39	0,24	-2,08	-7,09	7652,28	9517,24	7,293
	441	16,80	16,00	15,20	87	11	0	117	39	30	16,00	102,88	2,82	102,88	15,96	0,79	-3,56	-15,56	7650,80	9508,77	7,838
	442	17,05	16,00	14,95	88	6	0	144	49	0	21,00	130,04	1,90	130,04	20,98	0,70	-13,49	-16,06	7640,87	9508,27	7,748
	443	17,55	16,00	14,45	88	43	0	157	4	0	31,00	142,29	1,28	142,29	30,98	0,69	-24,51	-18,95	7629,85	9505,38	7,747
	444	17,70	16,00	14,30	88	17	0	151	49	0	34,00	137,04	1,72	137,04	33,97	1,02	-24,86	-23,15	7629,50	9501,18	8,070
	E24	19,20	16,00	12,80	90	19	0	180	51	0	64,00	166,07	-0,32	166,07	64,00	-0,35	-62,12	-15,41	7592,24	9508,92	6,699
E24	445	15,80	14,80	13,80	85	21	0	27	25	0	20,00	373,49	4,65	13,49	19,87	1,62	19,32	-4,63	7611,57	9504,29	8,315
	446	15,70	14,80	13,90	88	0	0	19	38	30	18,00	365,71	2,00	5,71	17,98	0,63	17,89	-1,79	7610,13	9507,14	7,327
	447	15,25	14,80	14,35	89	42	0	36	59	0	9,00	383,05	0,30	23,05	9,00	0,05	8,28	-3,52	7600,53	9505,40	6,746
	448	15,30	14,80	14,30	85	9	30	47	12	30	10,00	393,28	4,84	33,28	9,93	0,84	8,30	-5,45	7600,55	9503,48	7,540
	449	15,18	14,80	14,42	87	41	30	77	39	30	7,60	423,73	2,31	63,73	7,59	0,31	3,36	-6,80	7595,60	9502,12	7,005
	450	15,15	14,80	14,45	83	22	30	80	26	0	7,00	426,50	6,63	66,50	6,91	0,80	2,75	-6,33	7595,00	9502,59	7,501
	451	15,20	14,80	14,40	87	11	30	131	19	30	8,00	117,40	2,81	117,40	7,98	0,39	-3,67	-7,09	7588,57	9501,84	7,090
	452	15,30	14,80	14,30	82	31	0	124	16	0	10,00	110,34	7,48	110,34	9,83	1,29	-3,42	-9,22	7588,83	9499,71	7,990
	453	15,45	14,80	14,15	84	15	0	108	5	0	13,00	94,15	5,75	94,15	12,87	1,30	-0,93	-12,84	7591,31	9496,09	7,995
	454	15,70	14,80	13,90	88	56	30	164	46	0	18,00	150,84	1,06	150,84	17,99	0,33	-15,71	-8,77	7576,53	9500,16	7,031
	455	15,80	14,80	13,80	86	8	0	156	57	30	20,00	143,03	3,87	143,03	19,91	1,35	-15,91	-11,97	7576,34	9496,95	8,044
	456	26,20	24,80	23,40	87	33	0	169	48	30	28,00	155,88	2,45	155,88	27,95	0,20	-25,51	-11,42	7566,74	9497,50	6,895
	457	16,25	14,80	13,35	87	27	30	163	55	0	29,00	149,99	2,54	149,99	28,94	1,28	-25,06	-14,48	7567,18	9494,45	7,983
	458	16,75	14,80	12,85	87	48	30	168	23	0	39,00	154,45	2,19	154,45	38,94	1,49	-35,14	-16,79	7557,11	9492,13	8,189
	459	16,65	14,80	12,95	88	35	30	173	34	0	37,00	159,64	1,41	159,64	36,98	0,91	-34,67	-12,87	7557,58	9496,06	7,608
	460	17,00	14,80	12,60	87	57	30	169	22	0	44,00	155,44	2,04	155,44	43,94	1,57	-39,97	-18,27	7552,28	9490,66	8,265
	E25	17,45	14,80	12,15	87	55	30	197	7	30	53,00	183,20	2,07	183,20	52,93	1,92	-52,85	2,95	7539,40	9511,87	8,616
E25	461	16,02	15,00	13,98	93	10	0	60	17	0	20,40	423,48	-3,17	63,48	20,34	-1,13	9,08	-18,20	7548,48	9493,68	7,491
	462	16,18	15,00	13,82	91	21	0	110	44	0	23,60	113,93	-1,35	113,93	23,59	-0,56	-9,57	-21,56	7529,83	9490,31	8,061
	463	16,36	15,00	13,64	89	54	0	110	32	0	27,20	113,73	0,10	113,73	27,20	0,05	-10,95	-24,90	7528,45	9486,97	8,664
	464	16,85	15,00	13,15	89	6	0	134	17	0	37,00	137,48	0,90	137,48	36,99	0,58	-27,26	-25,00	7512,13	9486,87	9,198
	465	16,95	15,00	13,05	87	2	0	132	19	0	39,00	135,51	2,97	135,51	38,90	2,02	-27,75	-27,26	7511,65	9484,62	10,632
	466	18,00	15,00	12,00	87	38	0	146	43	0	60,00	149,91	2,37	149,91	59,90	2,48	-51,83	-30,03	7487,57	9481,85	11,092

Anexo # 2

Ensayos de Mecánica de Suelos

CUADRO DE RESULTADOS DE ENSAYOS LABORATORIO EFECTUADOS EN MUESTRAS OBTENIDAS EN CALICATAS PARA EL PROYECTO: "AVENIDA DR. TEODORO ALVARADO OLEA"

Calicata No.	Abcisas	Muestra No.	Profundidad (m)	Nivel Freático (m)	W (%)	Granulometría % Pasante de Tamiz No. 4	10	40	200	Límites de Atterberg LL %	LP %	IP %	Proctor Modificado Dens.Seca (Kg/m3)	Hum.Opt. (%)	CBR (%)	Hincham. (%)	Clasif. SCUS	Observaciones
1	0+260	1	0.00 - 0.60	No apareció	20	86	83	80	76	50	18	32	-	-	-	-	CL	Arcilla de mediana plasticidad, algo gravosa, gris obscura a negruzca.
		2	0.60 - 1.00	No apareció	11	72	61	35	13	28	18	10	-	-	-	-	SC	Arena arcillosa, algo gravosa, café clara
		3	1.00 - 1.50	No apareció	34	81	75	62	51	65	15	50	-	-	-	-	CH	Arcilla inorgánica de alta plasticidad, algo gravosa, gris obscura a negruzca.
2	0+440	unica	0.00 - 1.50	No apareció	33	100	100	100	99	107	23	84	- 1491 -	- 28,4 -	- 1,2 -	- 5,3 -	CH	Arcilla inorgánica de alta plasticidad, negruzca
3	0+600	1	0.00 - 0.30	No apareció	13	99	98	96	91	58	13	45	-	-	-	-	CH	Arcilla inorgánica de alta plasticidad, café obscura a negruzca.
		2	0.30 - 1.20	No apareció	15	41	30	24	20	53	18	35	-	-	-	-	GC	Grava arcillosa, verde amarillenta (arenisca sucia)
4	0+760	unica	0.00 - 1.80	No apareció	22	96	94	90	86	75	17	59	- 1668 -	- 16,4 -	- 4,75 -	- 6,9 -	CH	Arcilla inorgánica de alta plasticidad, algo arenosa, café obscura
5	0+900	1	0.00 - 0.20	No apareció	19	96	94	91	85	77	23	54					CH	Arcilla inorgánica de alta plasticidad, negruzca
		2	0.20 - 1.50	No apareció	10	41	25	10	4	30	16	14					GC	Grava areno-arcillosa, café amarillenta. (Arenisca)

CUADRO DE RESULTADOS DE ENSAYOS LABORATORIO EFECTUADOS EN MUESTRAS OBTENIDAS EN CALICATAS PARA EL PROYECTO: "AVENIDA DR. TEODORO ALVARADO OLEA"

Calicata No.	Abcisas	Muestra No.	Profundidad (m)	Nivel Freático (m)	W (%)	Granulometría % Pasante de Tamiz No. 4	10	40	200	Límites de Atterberg LL %	LP %	IP %	Proctor Modificado Dens.Seca (Kg/m3)	Hum.Opt. (%)	CBR (%)	Hincham. (%)	Clasif. SCUS	Observaciones
6	1+040	1	0.00 - 0.20	No apareció	10	100	100	100	100	32	22	10	-	-	-	-	ML	Limo arcilloso, ligeramente plástico, blanquinoso.
		2	0.20 - 0.80	No apareció	39	100	100	98	97	105	22	83					CH	Arcilla inogánica de alta plasticidad, negruzca
		3	0.80 - 1.50	No apareció	49	100	99	97	95	114	20	94	-	-	-	-	CH	Arcilla inorgánica de alta plasticidad verdosa con manchas negruzcas
7	1+520	1	0.00 - 0.60	No apareció	19	100	100	100	99	75	22	53	-	-	-	-	CH	Arcilla inogánica de alta plasticidad con restos de raíces, negrusca
		2	0.60 - 0.90	No apareció	41	100	99	98	97	103	23	80	-	-	-	-	CH	Arcilla inogánica de alta plasticidad, negruzca
8	1+610	1	0.00 - 0.50	No apareció	9	68	60	53	46	36	16	20	-	-	-	-	SC	Arena arcillosa un tanto arenosa, café
		2	0.50 - 1.50	No apareció	14	61	52	44	33	48	20	28	1689	16,6	3,2	5,4	SC	Arena arcillo-arenosa, cafe amarilenta (arenisca sucia)
9	1+700	1	0.00 - 0.60	No apareció	7	79	76	71	60	29	19	10	-	-	-	-	CL	Arcilla gravosa, un tanto arenosa, café obscura a negruzca
		2	0.60 - 2.00	No apareció	23	93	88	84	79	77	14	63					CH	Arcilla inorgánica de alta plasticidad, algo arenosa, verde amarillenta
10	1+920	1	0.00 - 0.50	No apareció	11	87	84	81	76	56	16	40	-	-	-	-	CH	Arcilla inorgánica de alta plasticidad, algo gravosa, café obscura a negruzca
		2	0.50 - 1.50	No apareció	8	74	66	59	39	34	11	23	-	-	-	-	SC	Arena arcillosa, un tanto gravosa, verdosa con pintas azuladas.(arenisca sucia)

CUADRO DE RESULTADOS DE ENSAYOS LABORATORIO EFECTUADOS EN MUESTRAS OBTENIDAS EN CALICATAS PARA EL PROYECTO: "AVENIDA DR. TEODORO ALVARADO OLEA"

Calicata No.	Abcisas	Muestra No.	Profundidad (m)	Nivel Freático (m)	W (%)	Granulometría % Pasante de Tamiz No.				Límites de Atterberg			Proctor Modificado		CBR (%)	Hincham. (%)	Clasif. SCUS	Observaciones
						4	10	40	200	LL %	LP %	IP %	Dens.Seca (Kg/m3)	Hum.Opt. (%)				
11	2+400	1	0.00 - 0.70	No apareció	17	100	100	100	99	56	15	41	1633	17,6	3,73	11,8	CH	Arcilla inorgánica de alta plasticidad con materia vegetal, negrusca
		2	0,70 - 1.40	No apareció	23	95	89	83	62	50	25	26	-	-	-	-	CL	Arcilla arenosa, con algo de grava café clara
12	2+410	1	0.00 - 0.70	No apareció	21	95	93	90	84	60	19	41	-	-	-	-	CH	Arcilla inorgánica de alta plasticidad, un tanto arenosa, negrusca
		2	0,70 - 1.40	No apareció	15	27	18	11	2	39	19	20	1717	16,1	19	0,59	GP	Grava arenosa, mal graduada, café clara
13	2+500	unica	0.00 - 1.20	No apareció	15	71	66	60	46	51	18	33	1673	14,1	3,38	4,5	SC	Arena arcillosa, algo arenosa, café obscura a negruzca) (Relleno de cascajo con arcilla)
14	2+755	1	0.00 - 0.60	No apareció	7	79	76	71	60	42	13	29	-	-	-	-	GC	Grava areno-arcillosa, café
		2	0.60 - 1,00	No apareció	18	47	40	29	18	37	19	18	1665	17,2	3,14	1,66	GC	Grava areno-arcillosa, café
		3	1,00 - 1.30	No apareció	23	84	77	68	60	58	17	41	-	-	-	-	GH	Arcilla inorgánica de alta plasticidad con algo de arena y grava, café obscura a negruzca

GRANULOMETRIA

Proyecto : Av. Dr. Toeodoro Alvarado Olea **Fecha:** sep-03

Profundidad: 0.00 - 0.60 **Abcisa :** 0+260

Material : C1 - M1

ANALISIS MECANICO

TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	ESPECIFICACIONES
3"					
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"					
No 4	44,58	44,58	14,46	85,54	
Pasa el No 4					
No 8					
No 10	8,22	52,80	17,12	82,88	
No 16					
No 20					
No 30					
No 40	10,39	63,19	20,49	79,51	
No 50					
No 80					
No 100					
No 200	12,05	75,24	24,40	75,60	
Pasa el No 200					
Total	308,37				

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL ESPOL
CIB-ESPOL

Límite Líquido =
Límite Plástico =
Indice de Plasticidad =
Indice de Grupo =
CLASIFICACION
P.R.A.
UNIFICADA
FAA
Realizado por: G.S.M
Calculado por : G.S.M.
Observaciones : Arena arcillosa con polvo de roca, gris (SC)

1	2	Unidad	CUARTEO
	308,37	gr	Peso antes lavado
	75,2	gr	Peso después lavado
	1		No. de recipiente
	330,40	gr	Peso húmedo + cáp.
	281,70	gr	Peso seco + cáp.
	48,70	gr	Peso de agua
	33,60	gr	Peso de cáp.
	248,10	gr	Peso seco
	19,63	%	Contenido de agua

GRANULOMETRIA

Proyecto : Av. Dr. Toeodoro Alvarado Olea **Fecha:** sep-03

Profundidad: 0.60 - 1.00 **Abcisa :** 0+260

Material : C1 - M2

ANALISIS MECANICO

TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	ESPECIFICACIONES
3"					
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"					
No 4	97,62	97,62	28,13	71,87	
Pasa el No 4					
No 8					
No 10	38,86	136,48	39,33	60,67	
No 16					
No 20					
No 30					
No 40	90,74	227,22	65,47	34,53	
No 50					
No 80					
No 100					
No 200	74,44	301,66	86,92	13,08	
Pasa el No 200					
Total	347,04				

Límite Líquido =
Límite Plástico =
Indice de Plasticidad =
Indice de Grupo =
CLASIFICACION
P.R.A.
UNIFICADA
FAA
Realizado por: G.S.M
Calculado por : G.S.M.
Observaciones : Arena limosa un tanto gravosa amarillenta (SM)

1	2	Unidad	CUARTEO
	347,04	gr	Peso antes lavado
	301,66	gr	Peso después lavado
	188		No. de recipiente
	260,60	gr	Peso húmedo + cáp.
	238,30	gr	Peso seco + cáp.
	22,30	gr	Peso de agua
	29,00	gr	Peso de cáp.
	209,30	gr	Peso seco
	10,65	%	Contenido de agua

GRANULOMETRIA

Proyecto : Av. Dr. Toeodoro Alvarado Olea **Fecha:** sep-03

Profundidad: 1.00 - 1.50 **Abcisa :** 0+260

Material : C1 - M3

ANALISIS MECANICO

TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	ESPECIFICACIONES
3"					
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"					
No 4	51,87	51,87	19,16	80,84	
Pasa el No 4					
No 8					
No 10	16,57	68,44	25,28	74,72	
No 16					
No 20					
No 30					
No 40	33,63	102,07	37,70	62,30	
No 50					
No 80					
No 100					
No 200	29,90	131,97	48,74	51,26	
Pasa el No 200					
Total	270,75				

Límite Líquido =
Límite Plástico =
Indice de Plasticidad =
Indice de Grupo =
CLASIFICACION
P.R.A.
UNIFICADA
FAA
Realizado por: G.S.M
Calculado por : G.S.M.
Observaciones : Arena limosa amarillenta (SM)

1	2	Unidad	CUARTEO
	270,75	gr	Peso antes lavado
	131,97	gr	Peso después lavado
	10		No. de recipiente
	355,30	gr	Peso húmedo + cáp.
	274,20	gr	Peso seco + cáp.
	81,10	gr	Peso de agua
	32,00	gr	Peso de cáp.
	242,20	gr	Peso seco
	33,48	%	Contenido de agua

GRANULOMETRIA

Proyecto : Av. Dr. Toeodoro Alvarado Olea **Fecha:** sep-03

Profundidad: 0.00 - 1.50 **Abcisa :** 0+440

Material : C2 - M1

ANALISIS MECANICO

TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	ESPECIFICACIONES
3"					
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"					
No 4	0,00	0,00	0,00	100,00	
Pasa el No 4					
No 8					
No 10	0,10	0,10	0,04	99,96	
No 16					
No 20					
No 30					
No 40	0,38	0,48	0,17	99,83	
No 50					
No 80					
No 100					
No 200	2,36	2,84	1,03	98,97	
Pasa el No 200					
Total	276,45				

Límite Líquido =
Límite Plástico =
Indice de Plasticidad =
Indice de Grupo =
CLASIFICACION
P.R.A.
UNIFICADA
FAA
Realizado por: G.S.M
Calculado por : G.S.M.
Observaciones :

1	2	Unidad	CUARTEO
	276,45	gr	Peso antes lavado
	2,84	gr	Peso después lavado
	165		No. de recipiente
	371,80	gr	Peso húmedo + cáp.
	286,80	gr	Peso seco + cáp.
	85,00	gr	Peso de agua
	29,30	gr	Peso de cáp.
	257,50	gr	Peso seco
	33,01	%	Contenido de agua

GRANULOMETRIA

Proyecto : Av. Dr. Toeodoro Alvarado Olea **Fecha:** sep-03

Profundidad: 0.00 - 0.30 **Abcisa :** 0+600

Material : C3 - M1

ANALISIS MECANICO

TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	ESPECIFICACIONES
3"					
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"					
No 4	3,17	3,17	1,03	98,97	
Pasa el No 4					
No 8					
No 10	3,52	6,69	2,17	97,83	
No 16					
No 20					
No 30					
No 40	6,04	12,73	4,13	95,87	
No 50					
No 80					
No 100					
No 200	15,28	28,01	9,08	90,92	
Pasa el No 200					
Total	308,38				

Límite Líquido =
Límite Plástico =
Indice de Plasticidad =
Indice de Grupo =
CLASIFICACION
P.R.A.
UNIFICADA
FAA
Realizado por: G.S.M
Calculado por : G.S.M.
Observaciones :

1	2	Unidad	CUARTEO
	308,38	gr	Peso antes lavado
	28,01	gr	Peso después lavado
	M		No. de recipiente
	301,90	gr	Peso húmedo + cáp.
	270,20	gr	Peso seco + cáp.
	31,70	gr	Peso de agua
	26,50	gr	Peso de cáp.
	243,70	gr	Peso seco
	13,01	%	Contenido de agua

GRANULOMETRIA

Proyecto : Av. Dr. Toeodoro Alvarado Olea **Fecha:** sep-03

Profundidad: 0.30 - 1.20 **Abcisa :** 0+600

Material : C3 - M2

ANALISIS MECANICO

TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	ESPECIFICACIONES
3"					
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"					
No 4	213,64	213,64	59,18	40,82	
Pasa el No 4					
No 8					
No 10	40,19	253,83	70,31	29,69	
No 16					
No 20					
No 30					
No 40	20,43	274,26	75,97	24,03	
No 50					
No 80					
No 100					
No 200	13,10	287,36	79,60	20,40	
Pasa el No 200					
Total	360,99				

Límite Líquido =
Límite Plástico =
Indice de Plasticidad =
Indice de Grupo =
CLASIFICACION
P.R.A.
UNIFICADA
FAA
Realizado por: G.S.M
Calculado por : G.S.M.
Observaciones : Se encontraron fracciones gruesas de tamaño 4"

1	2	Unidad	CUARTEO
	360,99	gr	Peso antes lavado
	287,36	gr	Peso después lavado
	36		No. de recipiente
	259,80	gr	Peso húmedo + cáp.
	230,90	gr	Peso seco + cáp.
	28,90	gr	Peso de agua
	31,50	gr	Peso de cáp.
	199,40	gr	Peso seco
	14,49	%	Contenido de agua

GRANULOMETRIA

Proyecto : Av. Dr. Toeodoro Alvarado Olea **Fecha:** sep-03

Profundidad: 0.00 - 1.80 **Abcisa :** 0+760

Material : C4 - M1

ANALISIS MECANICO

TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	ESPECIFICACIONES
3"					
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"					
No 4	13,06	13,06	3,97	96,03	
Pasa el No 4					
No 8					
No 10	8,34	21,40	6,50	93,50	
No 16					
No 20					
No 30					
No 40	10,01	31,41	9,54	90,46	
No 50					
No 80					
No 100					
No 200	14,83	46,24	14,05	85,95	
Pasa el No 200					
Total	329,19				

Límite Líquido =
Límite Plástico =
Indice de Plasticidad =
Indice de Grupo =
CLASIFICACION
P.R.A.
UNIFICADA
FAA
Realizado por: G.S.M
Calculado por : G.S.M.
Observaciones :

1	2	Unidad	CUARTEO
	329,19	gr	Peso antes lavado
	46,24	gr	Peso después lavado
	71		No. de recipiente
	354,10	gr	Peso húmedo + cáp.
	300,40	gr	Peso seco + cáp.
	53,70	gr	Peso de agua
	29,70	gr	Peso de cáp.
	270,70	gr	Peso seco
	19,84	%	Contenido de agua

GRANULOMETRIA

Proyecto : Av. Dr. Toeodoro Alvarado Olea **Fecha:** sep-03

Profundidad: 0.00 - 0.20 **Abcisa :** 0+900

Material : C5 - M1

ANALISIS MECANICO

TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	ESPECIFICACIONES Sub-base clase 1
3"					
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"					
No 4	11,82	11,82	4,38	95,62	
Pasa el No 4					
No 8					
No 10	3,75	15,57	5,77	94,23	
No 16					
No 20					
No 30					
No 40	8,08	23,65	8,76	91,24	
No 50					
No 80					
No 100					
No 200	16,49	40,14	14,87	85,13	
Pasa el No 200					
Total	269,93				

Límite Líquido =
Límite Plástico =
Indice de Plasticidad =
Indice de Grupo =
CLASIFICACION
P.R.A.
UNIFICADA
FAA
Realizado por: G.S.M
Calculado por : G.S.M.
Observaciones :

1	2	Unidad	CUARTEO
	269,93	gr	Peso antes lavado
	40,14	gr	Peso después lavado
	A2		No. de recipiente
	339,70	gr	Peso húmedo + cáp.
	290,10	gr	Peso seco + cáp.
	49,60	gr	Peso de agua
	30,00	gr	Peso de cáp.
	260,10	gr	Peso seco
	19,07	%	Contenido de agua

GRANULOMETRIA

Proyecto : Av. Dr. Toeodoro Alvarado Olea **Fecha:** sep-03

Profundidad: 0.20 - 1.50 **Abcisa :** 0+900

Material : C5 - M2

ANALISIS MECANICO

TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	ESPECIFICACIONES Sub-base clase 1
3"					
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"					
No 4	194,44	194,44	59,04	40,96	
Pasa el No 4					
No 8					
No 10	53,54	247,98	75,29	24,71	
No 16					
No 20					
No 30					
No 40	49,18	297,16	90,23	9,77	
No 50					
No 80					
No 100					
No 200	20,00	317,16	96,30	3,70	
Pasa el No 200					
Total	329,35				



CIB-ESPOL

Límite Líquido =
Límite Plástico =
Indice de Plasticidad =
Indice de Grupo =
CLASIFICACION
P.R.A.
UNIFICADA
FAA
Realizado por: G.S.M
Calculado por : G.S.M.
Observaciones :

1	2	Unidad	CUARTEO
	329,35	gr	Peso antes lavado
	317,16	gr	Peso después lavado
	13A		No. de recipiente
	275,20	gr	Peso húmedo + cáp.
	252,10	gr	Peso seco + cáp.
	23,10	gr	Peso de agua
	29,90	gr	Peso de cáp.
	222,20	gr	Peso seco
	10,40	%	Contenido de agua

GRANULOMETRIA

Proyecto : Av. Dr. Toeodoro Alvarado Olea **Fecha:** sep-03

Profundidad: 0.00 - 0.20 **Abcisa :** 1+040

Material : C6 - M1

ANALISIS MECANICO

TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	ESPECIFICACIONES Sub-base clase 1
3"					
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"					
No 4	0,00	0,00	0,00	100,00	
Pasa el No 4					
No 8					
No 10	0,12	0,12	0,03	99,97	
No 16					
No 20					
No 30					
No 40	0,30	0,42	0,12	99,88	
No 50					
No 80					
No 100					
No 200	1,11	1,53	0,42	99,58	
Pasa el No 200					
Total	362,82				

Límite Líquido =
Límite Plástico =
Indice de Plasticidad =
Indice de Grupo =
CLASIFICACION
P.R.A.
UNIFICADA
FAA
Realizado por: G.S.M
Calculado por : G.S.M.
Observaciones :

1	2	Unidad	CUARTEO
	362,82	gr	Peso antes lavado
	1,53	gr	Peso después lavado
	Z		No. de recipiente
	305,00	gr	Peso húmedo + cáp.
	279,90	gr	Peso seco + cáp.
	25,10	gr	Peso de agua
	31,50	gr	Peso de cáp.
	248,40	gr	Peso seco
	10,10	%	Contenido de agua

GRANULOMETRIA

Proyecto : Av. Dr. Toeodoro Alvarado Olea **Fecha:** sep-03

Profundidad: 0.20 - 0.80 **Abcisa :** 1+040

Material : C6 - M2

ANALISIS MECANICO

TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	ESPECIFICACIONES
3"					
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"					
No 4	0,00	0,00	0,00	100,00	
Pasa el No 4					
No 8					
No 10	0,22	0,22	0,09	99,91	
No 16					
No 20					
No 30					
No 40	4,41	4,63	1,82	98,18	
No 50					
No 80					
No 100					
No 200	3,03	7,66	3,01	96,99	
Pasa el No 200					
Total	254,09				



CIB-ESPOL

Límite Líquido =
Límite Plástico =
Indice de Plasticidad =
Indice de Grupo =
CLASIFICACION
P.R.A.
UNIFICADA
FAA
Realizado por: G.S.M
Calculado por : G.S.M.
Observaciones : Arena arcillosa con polvo dde roca, gris (SC)

1	2	Unidad	CUARTEO
	254,09	gr	Peso antes lavado
	7,66	gr	Peso después lavado
	109		No. de recipiente
	279,20	gr	Peso húmedo + cáp.
	209,50	gr	Peso seco + cáp.
	69,70	gr	Peso de agua
	29,70	gr	Peso de cáp.
	179,80	gr	Peso seco
	38,77	%	Contenido de agua

GRANULOMETRIA

Proyecto : Av. Dr. Toeodoro Alvarado Olea **Fecha:** sep-03

Profundidad: 0.80 - 1.50 **Abcisa :** 1+040

Material : C6 - M3

ANALISIS MECANICO

TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	ESPECIFICACIONES
3"					
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"					
No 4	0,00	0,00	0,00	100,00	
Pasa el No 4					
No 8					
No 10	3,62	3,62	1,42	98,58	
No 16					
No 20					
No 30					
No 40	5,32	8,94	3,50	96,50	
No 50					
No 80					
No 100					
No 200	2,75	11,69	4,58	95,42	
Pasa el No 200					
Total	255,30				

Límite Líquido =
Límite Plástico =
Indice de Plasticidad =
Indice de Grupo =
CLASIFICACION
P.R.A.
UNIFICADA
FAA
Realizado por: G.S.M
Calculado por : G.S.M.
Observaciones : Arena limosa un tanto gravosa amarillenta (SM)

1	2	Unidad	CUARTEO
	255,30	gr	Peso antes lavado
	11,69	gr	Peso después lavado
	187		No. de recipiente
	337,40	gr	Peso húmedo + cáp.
	236,10	gr	Peso seco + cáp.
	101,30	gr	Peso de agua
	29,20	gr	Peso de cáp.
	206,90	gr	Peso seco
	48,96	%	Contenido de agua

GRANULOMETRIA

Proyecto : Av. Dr. Toeodoro Alvarado Olea **Fecha:** sep-03

Profundidad: 0.00 - 0.60 **Abcisa :** 1+520

Material : C7 - M1



CIB-ESPOL

ANALISIS MECANICO

TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	ESPECIFICACIONES
3"					
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"					
No 4	0,00	0,00	0,00	100,00	
Pasa el No 4					
No 8					
No 10	0,00	0,00	0,00	100,00	
No 16					
No 20					
No 30					
No 40	0,55	0,55	0,20	99,80	
No 50					
No 80					
No 100					
No 200	1,93	2,48	0,91	99,09	
Pasa el No 200					
Total	271,17				

Límite Líquido =
Límite Plástico =
Indice de Plasticidad =
Indice de Grupo =
CLASIFICACION
P.R.A.
UNIFICADA
FAA
Realizado por: G.S.M
Calculado por : G.S.M.
Observaciones : Arena limosa amarillenta (SM)

1	2	Unidad	CUARTEO
	271,17	gr	Peso antes lavado
	2,48	gr	Peso después lavado
	32		No. de recipiente
	274,60	gr	Peso húmedo + cáp.
	235,90	gr	Peso seco + cáp.
	38,70	gr	Peso de agua
	29,00	gr	Peso de cáp.
	206,90	gr	Peso seco
	18,70	%	Contenido de agua

GRANULOMETRIA

Proyecto : Av. Dr. Toeodoro Alvarado Olea **Fecha:** sep-03

Profundidad: 0.60 - 0.90 **Abcisa :** 1+520

Material : C7 - M2

ANALISIS MECANICO

TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	ESPECIFICACIONES
3"					
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"					
No 4	0,61	0,61	0,22	99,78	
Pasa el No 4					
No 8					
No 10	2,82	3,43	1,25	98,75	
No 16					
No 20					
No 30					
No 40	2,80	6,23	2,28	97,72	
No 50					
No 80					
No 100					
No 200	1,59	7,82	2,86	97,14	
Pasa el No 200					
Total	273,72				

Límite Líquido =
Límite Plástico =
Indice de Plasticidad =
Indice de Grupo =
CLASIFICACION
P.R.A.
UNIFICADA
FAA
Realizado por: G.S.M
Calculado por : G.S.M.
Observaciones :

1	2	Unidad	CUARTEO
	273,72	gr	Peso antes lavado
	7,82	gr	Peso después lavado
	65		No. de recipiente
	298,80	gr	Peso húmedo + cáp.
	221,50	gr	Peso seco + cáp.
	77,30	gr	Peso de agua
	31,00	gr	Peso de cáp.
	190,50	gr	Peso seco
	40,58	%	Contenido de agua

GRANULOMETRIA

Proyecto : Av. Dr. Toeodoro Alvarado Olea **Fecha:** sep-03

Profundidad: 0.00 - 0.50 **Abcisa :** 1+610

Material : C8 - M1

ANALISIS MECANICO

TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	ESPECIFICACIONES
3"					
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"					
No 4	127,37	127,37	32,10	67,90	
Pasa el No 4					
No 8					
No 10	32,01	159,38	40,17	59,83	
No 16					
No 20					
No 30					
No 40	28,52	187,90	47,35	52,65	
No 50					
No 80					
No 100					
No 200	28,05	215,95	54,42	45,58	
Pasa el No 200					
Total	396,80				

Límite Líquido =
Límite Plástico =
Indice de Plasticidad =
Indice de Grupo =
CLASIFICACION
P.R.A.
UNIFICADA
FAA
Realizado por: G.S.M
Calculado por : G.S.M.
Observaciones :

1	2	Unidad	CUARTEO
	396,80	gr	Peso antes lavado
	215,95	gr	Peso después lavado
	164		No. de recipiente
	276,60	gr	Peso húmedo + cáp.
	255,30	gr	Peso seco + cáp.
	21,30	gr	Peso de agua
	28,80	gr	Peso de cáp.
	226,50	gr	Peso seco
	9,40	%	Contenido de agua

GRANULOMETRIA

Proyecto : Av. Dr. Toeodoro Alvarado Olea **Fecha:** sep-03

Profundidad: 0.50 - 1.50 **Abcisa :** 1+610

Material : C8 - M2

ANALISIS MECANICO

TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	ESPECIFICACIONES
3"					
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"					
No 4	160,44	160,44	38,97	61,03	
Pasa el No 4					
No 8					
No 10	37,61	198,05	48,11	51,89	
No 16					
No 20					
No 30					
No 40	31,43	229,48	55,74	44,26	
No 50					
No 80					
No 100					
No 200	45,91	275,39	66,89	33,11	
Pasa el No 200					
Total	411,69				

Límite Líquido =
Límite Plástico =
Indice de Plasticidad =
Indice de Grupo =
CLASIFICACION
P.R.A.
UNIFICADA
FAA
Realizado por: G.S.M
Calculado por : G.S.M.
Observaciones : Se encontraron fracciones gruesas de tamaño 4"

1	2	Unidad	CUARTEO
	411,69	gr	Peso antes lavado
	275,39	gr	Peso después lavado
	185		No. de recipiente
	332,10	gr	Peso húmedo + cáp.
	294,90	gr	Peso seco + cáp.
	37,20	gr	Peso de agua
	24,30	gr	Peso de cáp.
	270,60	gr	Peso seco
	13,75	%	Contenido de agua

GRANULOMETRIA

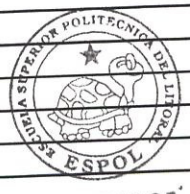
Proyecto : Av. Dr. Toeodoro Alvarado Olea **Fecha:** sep-03

Profundidad: 0.00 - 0.60 **Abcisa :** 1+700

Material : C9 - M1

ANALISIS MECANICO

TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	ESPECIFICACIONES
3"					
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"					
No 4	71,97	71,97	21,11	78,89	
Pasa el No 4					
No 8					
No 10	10,35	82,32	24,15	75,85	
No 16					
No 20					
No 30					
No 40	18,34	100,66	29,53	70,47	
No 50					
No 80					
No 100					
No 200	35,32	135,98	39,89	60,11	
Pasa el No 200					
Total	340,91				



CIB-ESPOL

Límite Líquido =
Límite Plástico =
Indice de Plasticidad =
Indice de Grupo =
CLASIFICACION
P.R.A.
UNIFICADA
FAA
Realizado por: G.S.M
Calculado por : G.S.M.
Observaciones :

1	2	Unidad	CUARTEO
	340,91	gr	Peso antes lavado
	135,98	gr	Peso después lavado
	11		No. de recipiente
	376,30	gr	Peso húmedo + cáp.
	351,90	gr	Peso seco + cáp.
	24,40	gr	Peso de agua
	22,90	gr	Peso de cáp.
	329,00	gr	Peso seco
	7,42	%	Contenido de agua

GRANULOMETRIA

Proyecto : Av. Dr. Toeodoro Alvarado Olea **Fecha:** sep-03

Profundidad: 0.60 - 2.00 **Abcisa :** 1+700

Material : C9 - M2

ANALISIS MECANICO

TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	ESPECIFICACIONES Sub-base clase 1
3"					
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"					
No 4	25,03	25,03	7,01	92,99	
Pasa el No 4					
No 8					
No 10	16,36	41,39	11,59	88,41	
No 16					
No 20					
No 30					
No 40	14,64	56,03	15,69	84,31	
No 50					
No 80					
No 100					
No 200	18,50	74,53	20,87	79,13	
Pasa el No 200					
Total	357,19				

Límite Líquido =
Límite Plástico =
Indice de Plasticidad =
Indice de Grupo =
CLASIFICACION
P.R.A.
UNIFICADA
FAA
Realizado por: G.S.M
Calculado por : G.S.M.
Observaciones :

1	2	Unidad	CUARTEO
	357,19	gr	Peso antes lavado
	74,53	gr	Peso después lavado
	191		No. de recipiente
	326,10	gr	Peso húmedo + cáp.
	269,40	gr	Peso seco + cáp.
	56,70	gr	Peso de agua
	26,00	gr	Peso de cáp.
	243,40	gr	Peso seco
	23,29	%	Contenido de agua

GRANULOMETRIA

Proyecto : Av. Dr. Toeodoro Alvarado Olea **Fecha:** sep-03

Profundidad: 0.00 - 0.50 **Abcisa :** 1+920

Material : C10 - M1

ANALISIS MECANICO

TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	ESPECIFICACIONES Sub-base clase 1
3"					
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"					
No 4	49,04	49,04	12,83	87,17	
Pasa el No 4					
No 8					
No 10	12,82	61,86	16,18	83,82	
No 16					
No 20					
No 30					
No 40	9,65	71,51	18,70	81,30	
No 50					
No 80					
No 100					
No 200	21,37	92,88	24,29	75,71	
Pasa el No 200					
Total	382,33				

Límite Líquido =
Límite Plástico =
Indice de Plasticidad =
Indice de Grupo =
CLASIFICACION
P.R.A.
UNIFICADA
FAA
Realizado por: G.S.M
Calculado por : G.S.M.
Observaciones :

1	2	Unidad	CUARTEO
	382,33	gr	Peso antes lavado
	92,88	gr	Peso después lavado
	19		No. de recipiente
	378,30	gr	Peso húmedo + cáp.
	343,10	gr	Peso seco + cáp.
	35,20	gr	Peso de agua
	31,40	gr	Peso de cáp.
	311,70	gr	Peso seco
	11,29	%	Contenido de agua

GRANULOMETRIA

Proyecto : Av. Dr. Toeodoro Alvarado Olea **Fecha:** sep-03

Profundidad: 0.50 - 1.50 **Abcisa :** 1+920

Material : C10 - M2

ANALISIS MECANICO

TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	ESPECIFICACIONES Sub-base clase 1
3"					
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"					
No 4	89,12	89,12	25,72	74,28	
Pasa el No 4					
No 8					
No 10	28,40	117,52	33,92	66,08	
No 16					
No 20					
No 30					
No 40	25,08	142,60	41,16	58,84	
No 50					
No 80					
No 100					
No 200	69,24	211,84	61,15	38,85	
Pasa el No 200					
Total	346,44				

Límite Líquido =
Límite Plástico =
Indice de Plasticidad =
Indice de Grupo =
CLASIFICACION
P.R.A.
UNIFICADA
FAA
Realizado por: G.S.M
Calculado por : G.S.M.
Observaciones :

1	2	Unidad	CUARTEO
	346,44	gr	Peso antes lavado
	211,84	gr	Peso después lavado
	127		No. de recipiente
	235,40	gr	Peso húmedo + cáp.
	220,40	gr	Peso seco + cáp.
	15,00	gr	Peso de agua
	29,00	gr	Peso de cáp.
	191,40	gr	Peso seco
	7,84	%	Contenido de agua

GRANULOMETRIA

Proyecto : Av. Dr. Toeodoro Alvarado Olea **Fecha:** sep-03

Profundidad: 0.00 - 0.70 **Abcisa :** 2+400

Material : C11 - M1

ANALISIS MECANICO

TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	ESPECIFICACIONES
3"					
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"					
No 4	0,00	0,00	0,00	100,00	
Pasa el No 4					
No 8					
No 10	0,38	0,38	0,05	99,95	
No 16					
No 20					
No 30					
No 40	1,11	1,49	0,18	99,82	
No 50					
No 80					
No 100					
No 200	3,87	5,36	0,66	99,34	
Pasa el No 200					
Total	818,28				

Límite Líquido =
Límite Plástico =
Indice de Plasticidad =
Indice de Grupo =
CLASIFICACION
P.R.A.
UNIFICADA
FAA
Realizado por: G.S.M
Calculado por : G.S.M.
Observaciones : Arena arcillosa con polvo de roca, gris (SC)

1	2	Unidad	CUARTEO
	818,28	gr	Peso antes lavado
	5,4	gr	Peso después lavado
	113		No. de recipiente
	389,30	gr	Peso húmedo + cáp.
	336,40	gr	Peso seco + cáp.
	52,90	gr	Peso de agua
	22,50	gr	Peso de cáp.
	313,90	gr	Peso seco
	16,85	%	Contenido de agua

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL ESPOL

CIB-ESPOL

GRANULOMETRIA

Proyecto : Av. Dr. Toeodoro Alvarado Olea **Fecha:** sep-03

Profundidad: 0.70 - 1.40 **Abcisa :** 2+400

Material : C11 - M2

ANALISIS MECANICO

TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	ESPECIFICACIONES
3"					
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"					
No 4	25,38	25,38	4,99	95,01	
Pasa el No 4					
No 8					
No 10	28,38	53,76	10,57	89,43	
No 16					
No 20					
No 30					
No 40	33,01	86,77	17,05	82,95	
No 50					
No 80					
No 100					
No 200	107,09	193,86	38,10	61,90	
Pasa el No 200					
Total	508,81				

Límite Líquido =
Límite Plástico =
Indice de Plasticidad =
Indice de Grupo =
CLASIFICACION
P.R.A.
UNIFICADA
FAA
Realizado por: G.S.M
Calculado por : G.S.M.
Observaciones : Arena limosa un tanto gravosa amarillenta (SM)

1	2	Unidad	CUARTEO
	508,81	gr	Peso antes lavado
	193,86	gr	Peso después lavado
	12		No. de recipiente
	283,90	gr	Peso húmedo + cáp.
	235,80	gr	Peso seco + cáp.
	48,10	gr	Peso de agua
	28,20	gr	Peso de cáp.
	207,60	gr	Peso seco
	23,17	%	Contenido de agua

GRANULOMETRIA

Proyecto : Av. Dr. Toeodoro Alvarado Olea **Fecha:** sep-03

Profundidad: 0.00 - 0.70 **Abcisa :** 2+410

Material : C12 - M1

ANALISIS MECANICO

TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	ESPECIFICACIONES
3"					
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"					
No 4	21,20	21,20	4,70	95,30	
Pasa el No 4					
No 8					
No 10	11,80	33,00	7,32	92,68	
No 16					
No 20					
No 30					
No 40	11,60	44,60	9,89	90,11	
No 50					
No 80					
No 100					
No 200	29,30	73,90	16,39	83,61	
Pasa el No 200					
Total	450,97				

Límite Líquido =
Límite Plástico =
Indice de Plasticidad =
Indice de Grupo =
CLASIFICACION
P.R.A.
UNIFICADA
FAA
Realizado por: G.S.M
Calculado por : G.S.M.
Observaciones : Arena limosa amarillenta (SM)

1	2	Unidad	CUARTEO
	450,97	gr	Peso antes lavado
	73,90	gr	Peso después lavado
	B		No. de recipiente
	321,60	gr	Peso húmedo + cáp.
	271,80	gr	Peso seco + cáp.
	49,80	gr	Peso de agua
	29,10	gr	Peso de cáp.
	242,70	gr	Peso seco
	20,52	%	Contenido de agua

GRANULOMETRIA

Proyecto : Av. Dr. Toeodoro Alvarado Olea **Fecha:** sep-03

Profundidad: 0.70 - 1.40 **Abcisa :** 2+410

Material : C12 - M2

ANALISIS MECANICO

TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	ESPECIFICACIONES
3"					
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"					
No 4	427,30	427,30	72,71	27,29	
Pasa el No 4					
No 8					
No 10	52,60	479,90	81,66	18,34	
No 16					
No 20					
No 30					
No 40	41,70	521,60	88,75	11,25	
No 50					
No 80					
No 100					
No 200	57,20	578,80	98,49	1,51	
Pasa el No 200					
Total	587,70				

Límite Líquido =
Límite Plástico =
Indice de Plasticidad =
Indice de Grupo =
CLASIFICACION
P.R.A.
UNIFICADA
FAA
Realizado por: G.S.M
Calculado por : G.S.M.
Observaciones :

1	2	Unidad	CUARTEO
	276,45	gr	Peso antes lavado
	578,80	gr	Peso después lavado
	165		No. de recipiente
	291,60	gr	Peso húmedo + cáp.
	256,80	gr	Peso seco + cáp.
	34,80	gr	Peso de agua
	27,10	gr	Peso de cáp.
	229,70	gr	Peso seco
	15,15	%	Contenido de agua

GRANULOMETRIA

Proyecto : Av. Dr. Toeodoro Alvarado Olea **Fecha:** sep-03

Profundidad: 0.00 - 1.20 **Abcisa :** 2+500

Material : C13 - M1

ANALISIS MECANICO

TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	ESPECIFICACIONES
3"					
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"					
No 4	302,90	302,90	28,80	71,20	
Pasa el No 4					
No 8					
No 10	58,10	361,00	34,33	65,67	
No 16					
No 20					
No 30					
No 40	92,10	453,10	43,09	56,91	
No 50					
No 80					
No 100					
No 200	119,20	572,30	54,42	45,58	
Pasa el No 200					
Total	1.051,63				

Límite Líquido =
Límite Plástico =
Indice de Plasticidad =
Indice de Grupo =
CLASIFICACION
P.R.A.
UNIFICADA
FAA
Realizado por: G.S.M
Calculado por : G.S.M.
Observaciones :

1	2	Unidad	CUARTEO
	1.051,63	gr	Peso antes lavado
	572,30	gr	Peso después lavado
	34		No. de recipiente
	311,60	gr	Peso húmedo + cáp.
	275,70	gr	Peso seco + cáp.
	35,90	gr	Peso de agua
	30,60	gr	Peso de cáp.
	245,10	gr	Peso seco
	14,65	%	Contenido de agua



CIB-ESPOL

GRANULOMETRIA

Proyecto : Av. Dr. Toeodoro Alvarado Olea **Fecha:** sep-03

Profundidad: 0.00 - 0.60 **Abcisa :** 2+755

Material : C14 - M1

ANALISIS MECANICO

TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	ESPECIFICACIONES
3"					
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"					
No 4	269,36	269,36	45,38	54,62	
Pasa el No 4					
No 8					
No 10	43,71	313,07	52,74	47,26	
No 16					
No 20					
No 30					
No 40	59,67	372,74	62,79	37,21	
No 50					
No 80					
No 100					
No 200	58,51	431,25	72,65	27,35	
Pasa el No 200					
Total	593,61				

Límite Líquido =
Límite Plástico =
Indice de Plasticidad =
Indice de Grupo =
CLASIFICACION
P.R.A.
UNIFICADA
FAA
Realizado por: G.S.M
Calculado por : G.S.M.
Observaciones : Se encontraron fracciones gruesas de tamaño 4"

1	2	Unidad	CUARTEO
	593,61	gr	Peso antes lavado
	431,25	gr	Peso después lavado
	X		No. de recipiente
	266,80	gr	Peso húmedo + cáp.
	234,60	gr	Peso seco + cáp.
	32,20	gr	Peso de agua
	22,20	gr	Peso de cáp.
	212,40	gr	Peso seco
	15,16	%	Contenido de agua

GRANULOMETRIA

Proyecto : Av. Dr. Toeodoro Alvarado Olea **Fecha:** sep-03

Profundidad: 0.60 - 1.00 **Abcisa :** 2+755

Material : C14 - M2

ANALISIS MECANICO

TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	ESPECIFICACIONES
3"					
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"					
No 4	359,17	359,17	52,67	47,33	
Pasa el No 4					
No 8					
No 10	48,92	408,09	59,85	40,15	
No 16					
No 20					
No 30					
No 40	74,26	482,35	70,74	29,26	
No 50					
No 80					
No 100					
No 200	78,31	560,66	82,22	17,78	
Pasa el No 200					
Total	681,88				

Límite Líquido =
Límite Plástico =
Indice de Plasticidad =
Indice de Grupo =
CLASIFICACION
P.R.A.
UNIFICADA
FAA
Realizado por: G.S.M
Calculado por : G.S.M.
Observaciones :

1	2	Unidad	CUARTEO
	681,88	gr	Peso antes lavado
	560,66	gr	Peso después lavado
	12		No. de recipiente
	352,10	gr	Peso húmedo + cáp.
	301,60	gr	Peso seco + cáp.
	50,50	gr	Peso de agua
	21,00	gr	Peso de cáp.
	280,60	gr	Peso seco
	18,00	%	Contenido de agua

GRANULOMETRIA

Proyecto : Av. Dr. Toeodoro Alvarado Olea **Fecha:** sep-03

Profundidad: 1.00 - 1.30 **Abcisa :** 2+755

Material : C14 - M3

ANALISIS MECANICO

TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	ESPECIFICACIONES Sub-base clase 1
3"					
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"					
No 4	154,93	154,93	15,95	84,05	
Pasa el No 4					
No 8					
No 10	71,07	226,00	23,26	76,74	
No 16					
No 20					
No 30					
No 40	87,47	313,47	32,26	67,74	
No 50					
No 80					
No 100					
No 200	74,89	388,36	39,97	60,03	
Pasa el No 200					
Total	971,56				

Límite Líquido =
Límite Plástico =
Indice de Plasticidad =
Indice de Grupo =
CLASIFICACION
P.R.A.
UNIFICADA
FAA
Realizado por: G.S.M
Calculado por : G.S.M.
Observaciones :

1	2	Unidad	CUARTEO
	971,56	gr	Peso antes lavado
	388,36	gr	Peso después lavado
	17B		No. de recipiente
	433,30	gr	Peso húmedo + cáp.
	354,70	gr	Peso seco + cáp.
	78,60	gr	Peso de agua
	20,70	gr	Peso de cáp.
	334,00	gr	Peso seco
	23,53	%	Contenido de agua

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL ESPOL

CIB-ESPOL

DETERMINACION DE LOS LIMITES LIQUIDO Y PLASTICO

Proyecto: Av. Dr. Teodoro Alvarado Olea **Fecha:** sep-03

Profundidad : 0.00 - 0.60 **Abcisa:** 0+260

Material: C1 - M1

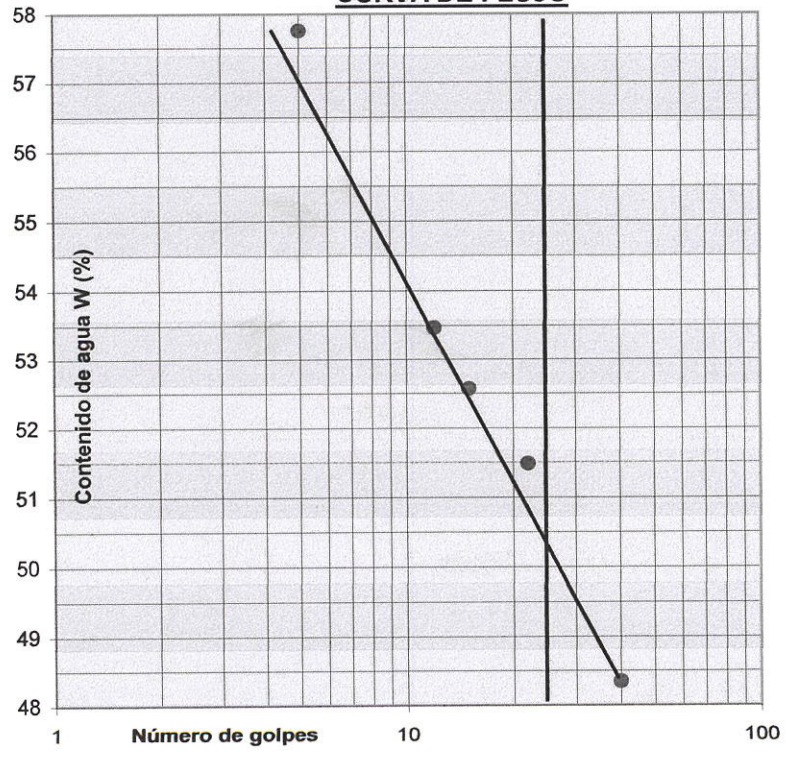
Límite Líquido

	Unidad	1	2	3	4	5	6
No. de recipiente		213	211	30	5B	216	
Número de golpes		5	15	22	40	12	
Peso tierra húmeda + cáp.	gr	16,58	16,14	16,96	17,26	18,22	
Peso tierra seca + cáp.	gr	15,24	14,81	15,57	15,80	16,37	
Peso de agua	gr	1,34	1,33	1,39	1,46	1,85	
Peso de cap.	gr	12,92	12,28	12,87	12,78	12,91	
Peso seco	gr	2,32	2,53	2,70	3,02	3,46	
Contenido de agua	%	57,76	52,57	51,48	48,34	53,47	

Límite Plástico

	Unidad	1	2	3	4	5	6
No. de recipiente			X20	61	A		
Peso tierra húmeda + cáp.	gr		11,27	11,28	10,78		
Peso tierra seca + cáp.	gr		10,91	10,98	10,46		
Peso de agua	gr		0,36	0,30	0,32		
Peso de cáp.	gr		8,85	9,14	8,80		
Peso seco	gr		2,06	1,84	1,66		
Contenido de agua	%		17,48	16,30	19,28		

CURVA DE FLUJO



RESULTADOS

Límite Líquido = 50,25
Límite Plástico = 17,69
Indice de Plasticidad = 32,56
Indice de Flujo =
Indice de Fluidez =

Observaciones :

Realizado por :
Calculado por :

DETERMINACION DE LOS LIMITES LIQUIDO Y PLASTICO

Proyecto: Av. Dr. Teodoro Alvarado Olea **Fecha:** sep-03

Profundidad : 0.60 - 1.00 **Abcisa:** 0+260

Material: C1 - M2

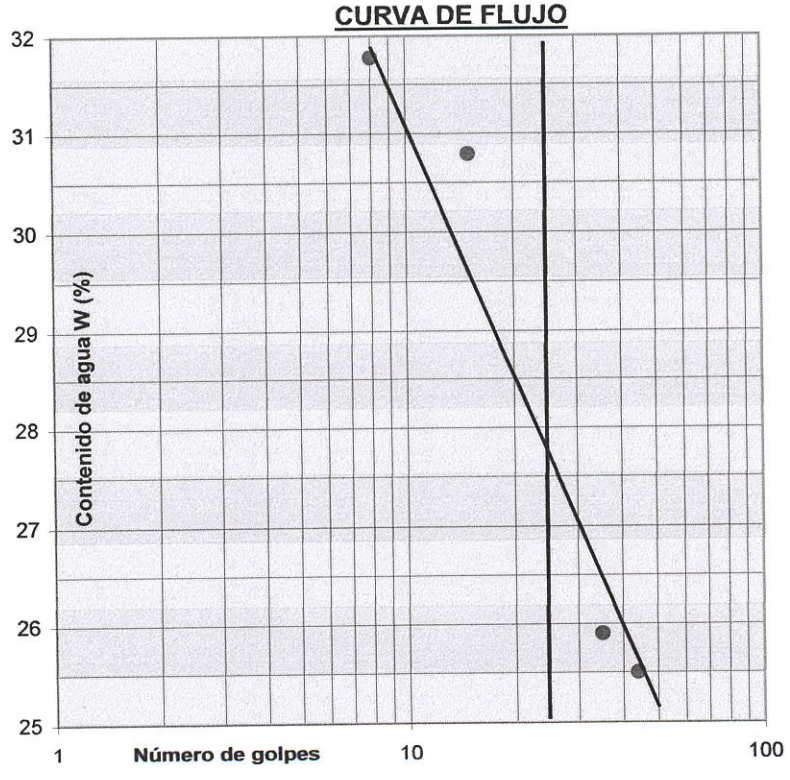
Límite Líquido

	Unidad	1	2	3	4	5	6
No. de recipiente		W	D		22	69	28
Número de golpes		8	15		27	35	44
Peso tierra húmeda + cáp.	gr	13,92	17,79		10,86	10,51	17,28
Peso tierra seca + cáp.	gr	12,76	16,54		9,89	9,58	16,27
Peso de agua	gr	1,16	1,25		0,97	0,93	1,01
Peso de cap.	gr	9,11	12,48		5,95	5,99	12,31
Peso seco	gr	3,65	4,06		3,94	3,59	3,96
Contenido de agua	%	31,78	30,79		24,62	25,91	25,51

Límite Plástico

	Unidad	1	2	3	4	5	6
No. de recipiente			X	70	108		
Peso tierra húmeda + cáp.	gr		3,64	3,69	3,66		
Peso tierra seca + cáp.	gr		3,29	3,35	3,26		
Peso de agua	gr		0,35	0,34	0,40		
Peso de cáp.	gr		1,30	1,30	1,30		
Peso seco	gr		1,99	2,05	1,96		
Contenido de agua	%		17,59	16,59	20,41		

CURVA DE FLUJO



RESULTADOS

Límite Líquido = 27,85
Límite Plástico = 18,20
Indice de Plasticidad = 9,65
Indice de Flujo =
Indice de Fluidez =

Observaciones :

Realizado por :
Calculado por :

DETERMINACION DE LOS LIMITES LIQUIDO Y PLASTICO

Proyecto: Av. Dr. Teodoro Alvarado Olea **Fecha:** sep-03

Profundidad : 1.00 - 1.50 **Abcisa:** 0+260

Material: C1 - M3

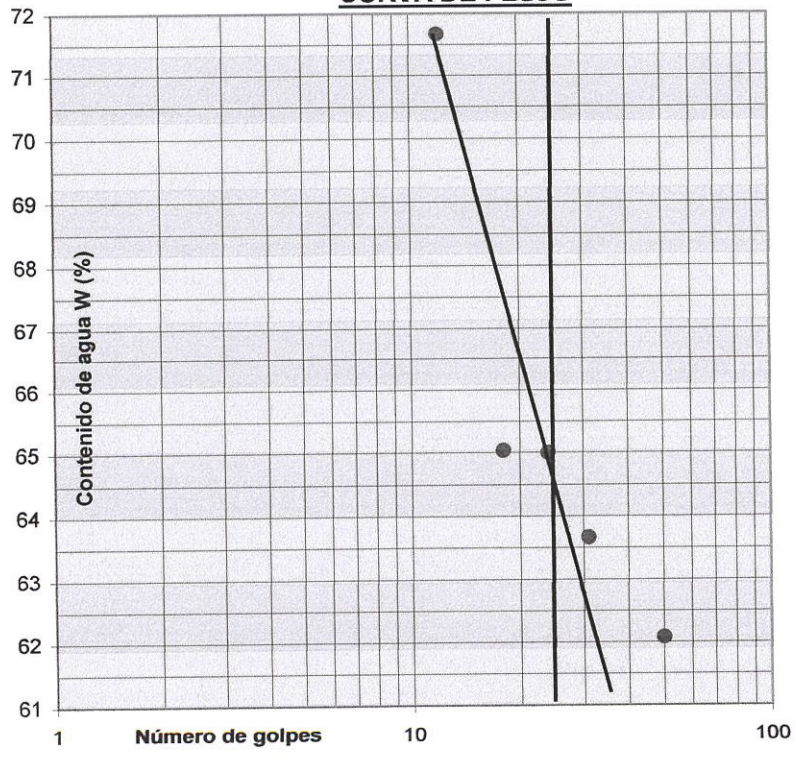
Límite Líquido

	Unidad	1	2	3	4	5	6
No. de recipiente		7	103	35	98	106	
Número de golpes		12	18	24	31	50	
Peso tierra húmeda + cáp.	gr	11,03	10,48	10,91	11,12	10,32	
Peso tierra seca + cáp.	gr	8,93	8,75	8,96	9,14	8,65	
Peso de agua	gr	2,10	1,73	1,95	1,98	1,67	
Peso de cap.	gr	6,00	6,09	5,96	6,03	5,96	
Peso seco	gr	2,93	2,66	3,00	3,11	2,69	
Contenido de agua	%	71,67	65,04	65,00	63,67	62,08	

Límite Plástico

	Unidad	1	2	3	4	5	6
No. de recipiente			90	91	8		
Peso tierra húmeda + cáp.	gr		3,19	2,89	3,09		
Peso tierra seca + cáp.	gr		2,97	2,66	2,86		
Peso de agua	gr		0,22	0,23	0,23		
Peso de cáp.	gr		1,30	1,30	1,30		
Peso seco	gr		1,67	1,36	1,56		
Contenido de agua	%		13,17	16,91	14,74		

CURVA DE FLUJO



RESULTADOS

Límite Líquido = 64,80
Límite Plástico = 14,94
Indice de Plasticidad = 49,86
Indice de Flujo =
Indice de Fluidez =

Observaciones :

Realizado por :
Calculado por :

DETERMINACION DE LOS LIMITES LIQUIDO Y PLASTICO

Proyecto: Av. Dr. Teodoro Alvarado Olea **Fecha:** sep-03

Profundidad : 0.00 - 1.50 **Abcisa:** 0+440

Material: C2 - M1

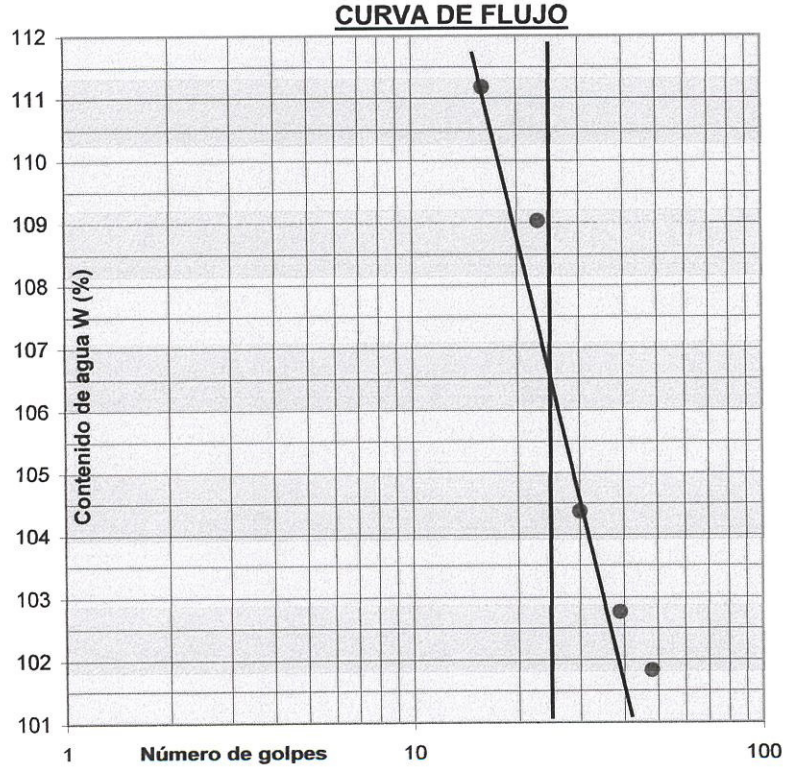
Límite Líquido

	Unidad	1	2	3	4	5	6
No. de recipiente		KIT	II	333	2	W	
Número de golpes		16	23	30	39	48	
Peso tierra húmeda + cáp.	gr	12,83	12,57	13,72	13,01	13,46	
Peso tierra seca + cáp.	gr	10,84	10,88	11,33	11,15	11,23	
Peso de agua	gr	1,99	1,69	2,39	1,86	2,23	
Peso de cap.	gr	9,05	9,33	9,04	9,34	9,04	
Peso seco	gr	1,79	1,55	2,29	1,81	2,19	
Contenido de agua	%	111,17	109,03	104,37	102,76	101,83	

Límite Plástico

	Unidad	1	2	3	4	5	6
No. de recipiente			100	71	45		
Peso tierra húmeda + cáp.	gr		3,81	4,15	3,83		
Peso tierra seca + cáp.	gr		3,39	3,58	3,36		
Peso de agua	gr		0,42	0,57	0,47		
Peso de cáp.	gr		1,30	1,30	1,30		
Peso seco	gr		2,09	2,28	2,06		
Contenido de agua	%		20,10	25,00	22,82		

CURVA DE FLUJO



RESULTADOS

Límite Líquido = 106,50
Límite Plástico = 22,64
Indice de Plasticidad = 83,86
Indice de Flujo =
Indice de Fluidez =

Observaciones :

Realizado por :
Calculado por :

DETERMINACION DE LOS LIMITES LIQUIDO Y PLASTICO

Proyecto: Av. Dr. Teodoro Alvarado Olea **Fecha:** sep-03

Profundidad : 0.00 - 0.30 **Abcisa:** 0+600

Material: C3 - M1

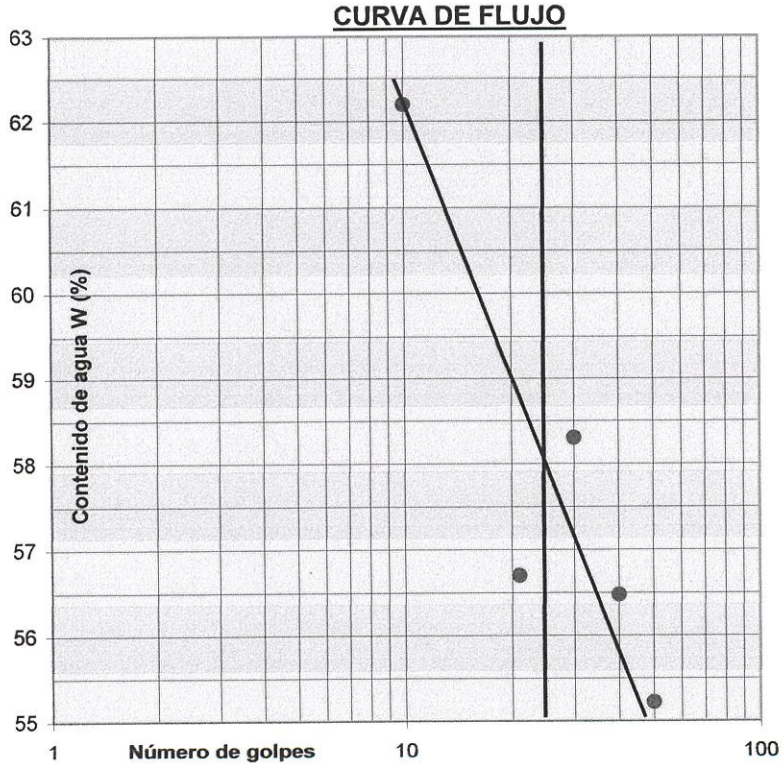
Límite Líquido

	Unidad	1	2	3	4	5	6
No. de recipiente		XX	203	206	8	10	
Número de golpes		10	21	30	40	50	
Peso tierra húmeda + cáp.	gr	16,41	17,34	17,04	17,69	17,42	
Peso tierra seca + cáp.	gr	14,88	15,69	15,39	15,99	15,78	
Peso de agua	gr	1,53	1,65	1,65	1,70	1,64	
Peso de cap.	gr	12,42	12,78	12,56	12,98	12,81	
Peso seco	gr	2,46	2,91	2,83	3,01	2,97	
Contenido de agua	%	62,20	56,70	58,30	56,48	55,22	

Límite Plástico

	Unidad	1	2	3	4	5	6
No. de recipiente			9	13	24		
Peso tierra húmeda + cáp.	gr		3,86	3,84	3,84		
Peso tierra seca + cáp.	gr		3,54	3,55	3,55		
Peso de agua	gr		0,32	0,29	0,29		
Peso de cáp.	gr		1,30	1,30	1,30		
Peso seco	gr		2,24	2,25	2,25		
Contenido de agua	%		14,29	12,89	12,89		

CURVA DE FLUJO



RESULTADOS

Límite Líquido = 58,00
Límite Plástico = 13,36
Indice de Plasticidad = 44,64
Indice de Flujo =
Indice de Fluidez =

Observaciones :

Realizado por :
Calculado por :

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL ESPOL

CIB-ESPOL

DETERMINACION DE LOS LIMITES LIQUIDO Y PLASTICO

Proyecto: Av. Dr. Teodoro Alvarado Olea **Fecha:** sep-03

Profundidad : 0.30 - 1.20 **Abcisa:** 0+600

Material: C3 - M2

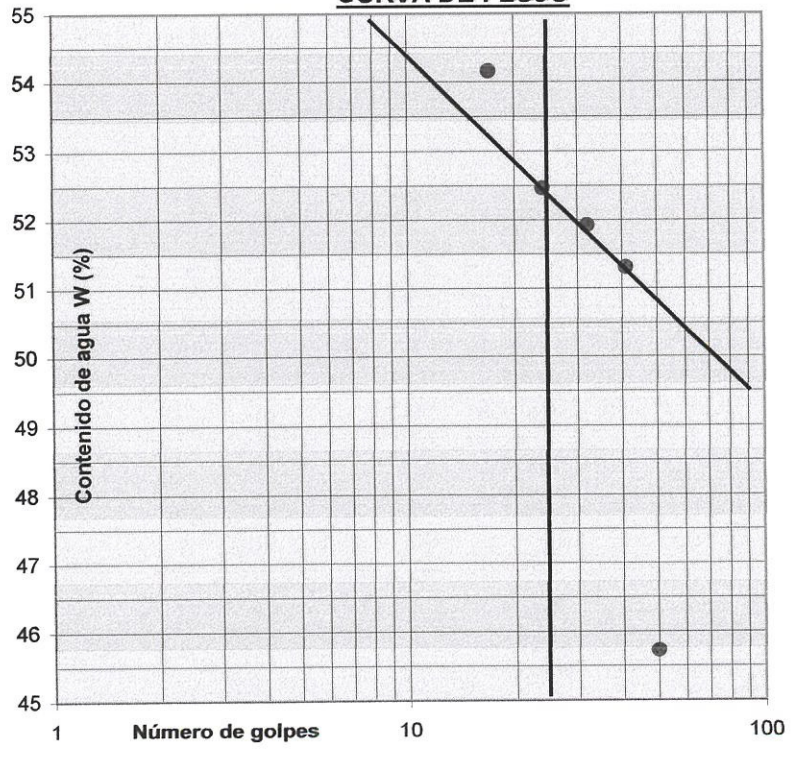
Límite Líquido

	Unidad	1	2	3	4	5	6
No. de recipiente		202	201	212	207	204	
Número de golpes		17	24	32	41	50	
Peso tierra húmeda + cáp.	gr	16,44	16,91	17,57	18,03	18,07	
Peso tierra seca + cáp.	gr	15,07	15,42	15,95	16,26	16,36	
Peso de agua	gr	1,37	1,49	1,62	1,77	1,71	
Peso de cap.	gr	12,54	12,58	12,83	12,81	12,62	
Peso seco	gr	2,53	2,84	3,12	3,45	3,74	
Contenido de agua	%	54,15	52,46	51,92	51,30	45,72	

Límite Plástico

	Unidad	1	2	3	4	5	6
No. de recipiente			1	85	MC		
Peso tierra húmeda + cáp.	gr		11,22	11,81	11,43		
Peso tierra seca + cáp.	gr		10,87	11,39	11,03		
Peso de agua	gr		0,35	0,42	0,40		
Peso de cáp.	gr		8,89	9,01	9,04		
Peso seco	gr		1,98	2,38	1,99		
Contenido de agua	%		17,68	17,65	20,10		

CURVA DE FLUJO



RESULTADOS

Límite Líquido = 52,50
Límite Plástico = 17,67
Indice de Plasticidad = 34,83
Indice de Flujo =
Indice de Fluidez =

Observaciones :

Realizado por :
Calculado por :

DETERMINACION DE LOS LIMITES LIQUIDO Y PLASTICO

Proyecto: Av. Dr. Teodoro Alvarado Olea **Fecha:** sep-03

Profundidad : 0.00 - 1.80 **Abcisa:** 0+760

Material: C4 - M1

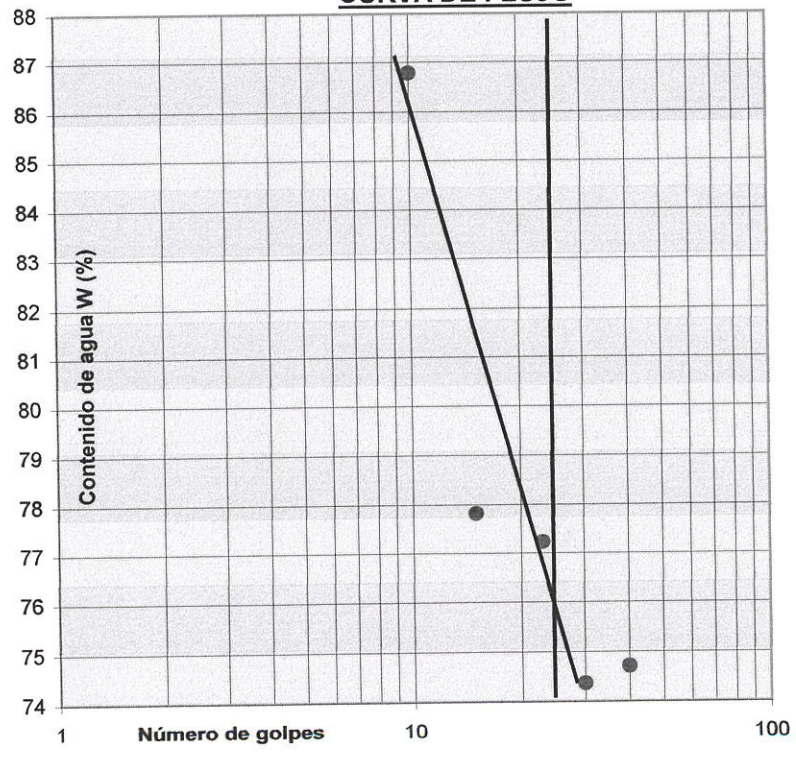
Límite Líquido

	Unidad	1	2	3	4	5	6
No. de recipiente		28	216	duro	206	30	
Número de golpes		10	15	23	30	40	
Peso tierra húmeda + cáp.	gr	15,58	17,55	16,45	16,71	17,48	
Peso tierra seca + cáp.	gr	14,07	15,55	14,72	14,94	15,53	
Peso de agua	gr	1,51	2,00	1,73	1,77	1,95	
Peso de cap.	gr	12,33	12,98	12,48	12,56	12,92	
Peso seco	gr	1,74	2,57	2,24	2,38	2,61	
Contenido de agua	%	86,78	77,82	77,23	74,37	74,71	

Límite Plástico

	Unidad	1	2	3	4	5	6
No. de recipiente		7	28	mark	3		
Peso tierra húmeda + cáp.	gr		3,85	3,51	3,92		
Peso tierra seca + cáp.	gr		3,49	3,17	3,48		
Peso de agua	gr		0,36	0,34	0,44		
Peso de cáp.	gr		1,30	0,98	1,02		
Peso seco	gr		2,19	2,19	2,46		
Contenido de agua	%		16,44	15,53	17,89		

CURVA DE FLUJO



RESULTADOS

Límite Líquido = 75,50
Límite Plástico = 16,62
Indice de Plasticidad = 58,88
Indice de Flujo =
Indice de Fluidez =

Observaciones :

Realizado por :
Calculado por :

DETERMINACION DE LOS LIMITES LIQUIDO Y PLASTICO

Proyecto: Av. Dr. Teodoro Alvarado Olea **Fecha:** sep-03

Profundidad : 0.00 - 0.20 **Abcisa:** 0+900

Material: C5 - M1

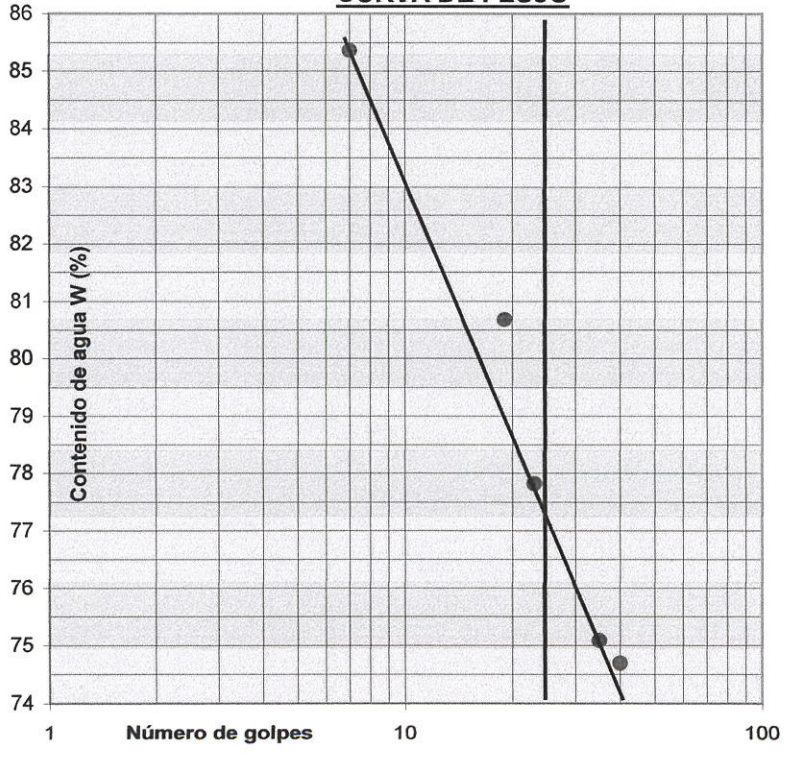
Límite Líquido

	Unidad	1	2	3	4	5	6
No. de recipiente		2	45	1	209	208	
Número de golpes		7	19	23	35	40	
Peso tierra húmeda + cáp.	gr	17,99	16,77	17,30	17,74	16,41	
Peso tierra seca + cáp.	gr	15,60	14,89	15,23	15,63	14,58	
Peso de agua	gr	2,39	1,88	2,07	2,11	1,83	
Peso de cap.	gr	12,80	12,56	12,57	12,82	12,13	
Peso seco	gr	2,80	2,33	2,66	2,81	2,45	
Contenido de agua	%	85,36	80,69	77,82	75,09	74,69	

Límite Plástico

	Unidad	1	2	3	4	5	6
No. de recipiente			39	31A	47		
Peso tierra húmeda + cáp.	gr		3,57	3,60	3,49		
Peso tierra seca + cáp.	gr		3,31	3,14	3,10		
Peso de agua	gr		0,26	0,46	0,39		
Peso de cáp.	gr		1,30	1,30	1,30		
Peso seco	gr		2,01	1,84	1,80		
Contenido de agua	%		12,94	25,00	21,67		

CURVA DE FLUJO



RESULTADOS

Límite Líquido = 77,20
Límite Plástico = 23,34
Indice de Plasticidad = 53,86
Indice de Flujo =
Indice de Fluidez =

Observaciones :

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL ESPOL

CIB-ESPOL

Realizado por :
Calculado por :

DETERMINACION DE LOS LIMITES LIQUIDO Y PLASTICO

Proyecto: Av. Dr. Teodoro Alvarado Olea **Fecha:** sep-03

Profundidad : 0.20 - 1.50 **Abcisa:** 0+900

Material: C5 - M2

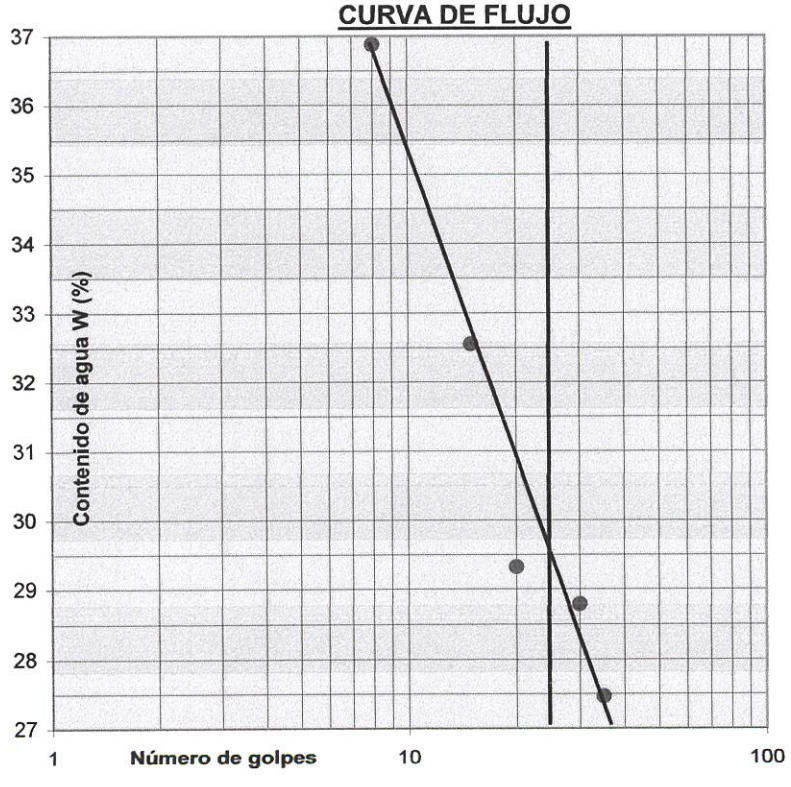
Límite Líquido

	Unidad	1	2	3	4	5	6
No. de recipiente		59	71	59A	94	15	
Número de golpes		8	15	30	35	20	
Peso tierra húmeda + cáp.	gr	9,81	10,01	10,36	10,76	11,98	
Peso tierra seca + cáp.	gr	8,77	9,03	9,39	9,74	10,64	
Peso de agua	gr	1,04	0,98	0,97	1,02	1,34	
Peso de cap.	gr	5,95	6,02	6,02	6,04	6,07	
Peso seco	gr	2,82	3,01	3,37	3,70	4,57	
Contenido de agua	%	36,88	32,56	28,78	27,46	29,32	

Límite Plástico

	Unidad	1	2	3	4	5	6
No. de recipiente			11	55	M		
Peso tierra húmeda + cáp.	gr		3,52	3,61	3,53		
Peso tierra seca + cáp.	gr		3,30	3,22	3,22		
Peso de agua	gr		0,22	0,39	0,31		
Peso de cáp.	gr		1,30	1,30	1,30		
Peso seco	gr		2,00	1,92	1,92		
Contenido de agua	%		11,00	20,31	16,15		

CURVA DE FLUJO



RESULTADOS

Límite Líquido = 29,50
Límite Plástico = 15,82
Indice de Plasticidad = 13,68
Indice de Flujo =
Indice de Fluidez =

Observaciones :

Realizado por :
Calculado por :

DETERMINACION DE LOS LIMITES LIQUIDO Y PLASTICO

Proyecto: Av. Dr. Teodoro Alvarado Olea **Fecha:** sep-03

Profundidad : 0.00 - 0.20 **Abcisa:** 1+040

Material: C6 - M1

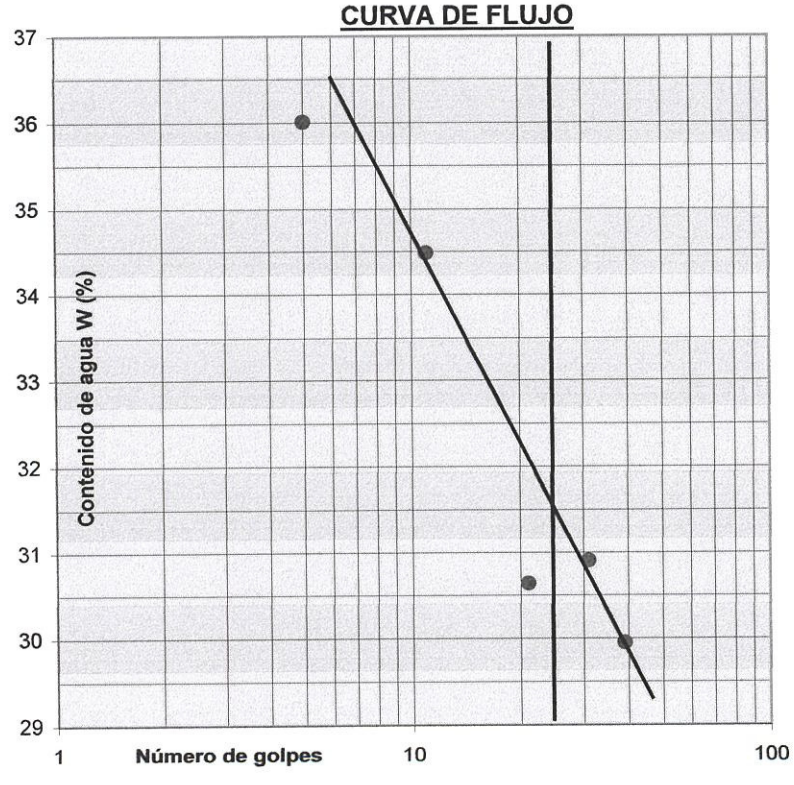
Límite Líquido

	Unidad	1	2	3	4	5	6
No. de recipiente		6	2X2	01X	E	1	
Número de golpes		5	11	21	31	39	
Peso tierra húmeda + cáp.	gr	14,38	13,08	13,86	13,99	13,80	
Peso tierra seca + cáp.	gr	12,90	12,08	12,76	12,76	12,65	
Peso de agua	gr	1,48	1,00	1,10	1,23	1,15	
Peso de cap.	gr	8,79	9,18	9,17	8,78	8,81	
Peso seco	gr	4,11	2,90	3,59	3,98	3,84	
Contenido de agua	%	36,01	34,48	30,64	30,90	29,95	

Límite Plástico

	Unidad	1	2	3	4	5	6
No. de recipiente			N	V	B		
Peso tierra húmeda + cáp.	gr		11,20	11,10	10,73		
Peso tierra seca + cáp.	gr		10,84	10,71	10,36		
Peso de agua	gr		0,36	0,39	0,37		
Peso de cáp.	gr		9,10	9,06	8,75		
Peso seco	gr		1,74	1,65	1,61		
Contenido de agua	%		20,69	23,64	22,98		

CURVA DE FLUJO



RESULTADOS

Límite Líquido = 31,50
Límite Plástico = 22,44
Indice de Plasticidad = 9,06
Indice de Flujo =
Indice de Fluidez =

Observaciones :

Realizado por :
Calculado por :

DETERMINACION DE LOS LIMITES LIQUIDO Y PLASTICO

Proyecto: Av. Dr. Teodoro Alvarado Olea **Fecha:** sep-03

Profundidad : 0.20 - 0.80 **Abcisa:** 1+040

Material: C6 - M2

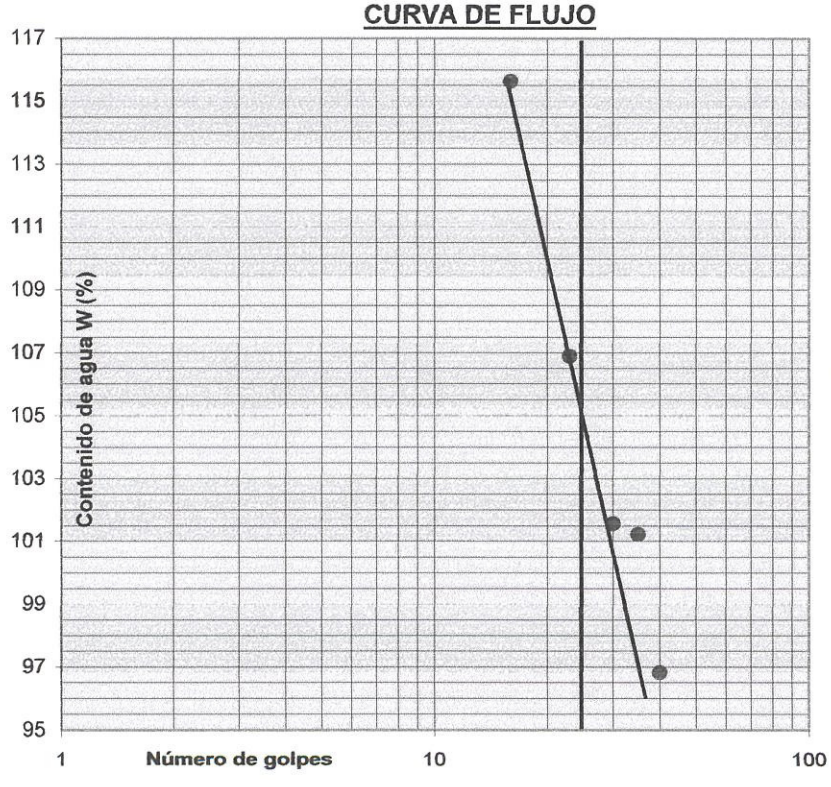
Límite Líquido

	Unidad	1	2	3	4	5	6
No. de recipiente		67	2	26	1	52	
Número de golpes		16	23	30	40	35	
Peso tierra húmeda + cáp.	gr	8,73	10,35	9,82	10,34	11,17	
Peso tierra seca + cáp.	gr	7,25	8,18	7,88	8,21	8,68	
Peso de agua	gr	1,48	2,17	1,94	2,13	2,49	
Peso de cap.	gr	5,97	6,15	5,97	6,01	6,22	
Peso seco	gr	1,28	2,03	1,91	2,20	2,46	
Contenido de agua	%	115,63	106,90	101,57	96,82	101,22	

Límite Plástico

	Unidad	1	2	3	4	5	6
No. de recipiente			5	1Z	2B		
Peso tierra húmeda + cáp.	gr		11,71	11,21	11,48		
Peso tierra seca + cáp.	gr		11,24	10,85	11,01		
Peso de agua	gr		0,47	0,36	0,47		
Peso de cáp.	gr		9,05	9,02	9,01		
Peso seco	gr		2,19	1,83	2,00		
Contenido de agua	%		21,46	19,67	23,50		

CURVA DE FLUJO



RESULTADOS

Límite Líquido = 105,00
Límite Plástico = 21,54
Indice de Plasticidad = 83,46
Indice de Flujo =
Indice de Fluidez =

Observaciones :

Realizado por :
Calculado por :

CIB ESPOL

DETERMINACION DE LOS LIMITES LIQUIDO Y PLASTICO

Proyecto: Av. Dr. Teodoro Alvarado Olea **Fecha:** sep-03

Profundidad : 0.80 - 1.50 **Abcisa:** 1+040

Material: C6 - M3

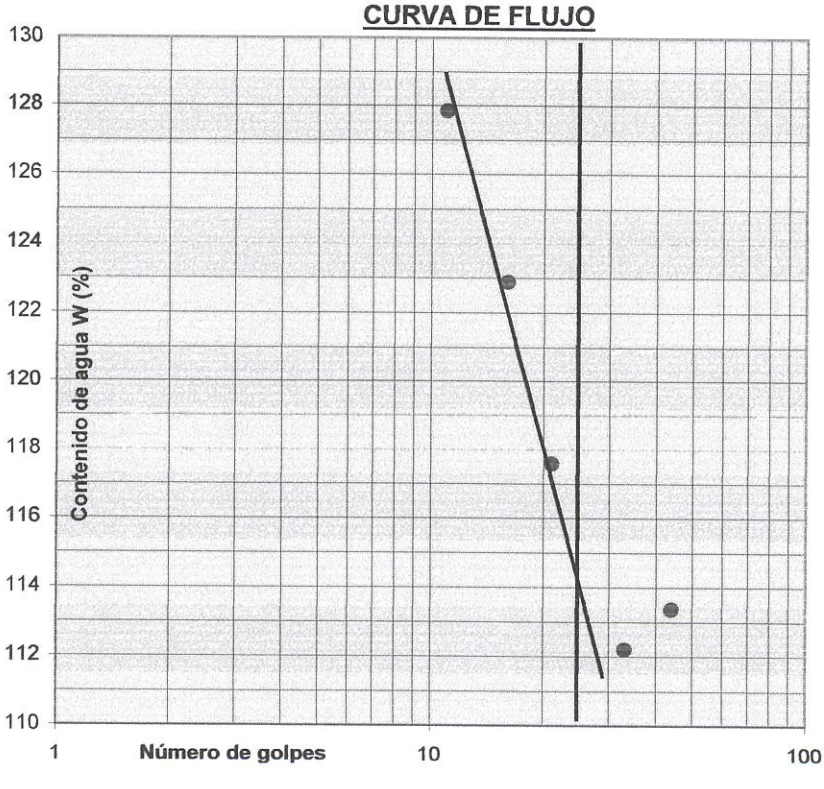
Límite Líquido

	Unidad	1	2	3	4	5	6
No. de recipiente		4	205	215	XXX	214	
Número de golpes		11	16	21	33	44	
Peso tierra húmeda + cáp.	gr	16,86	16,19	16,53	17,24	16,93	
Peso tierra seca + cáp.	gr	14,61	14,15	14,39	14,85	14,64	
Peso de agua	gr	2,25	2,04	2,14	2,39	2,29	
Peso de cap.	gr	12,85	12,49	12,57	12,72	12,62	
Peso seco	gr	1,76	1,66	1,82	2,13	2,02	
Contenido de agua	%	127,84	122,89	117,58	112,21	113,37	

Límite Plástico

	Unidad	1	2	3	4	5	6
No. de recipiente			30	12	23		
Peso tierra húmeda + cáp.	gr		3,62	3,80	3,68		
Peso tierra seca + cáp.	gr		3,24	3,37	3,21		
Peso de agua	gr		0,38	0,43	0,47		
Peso de cáp.	gr		1,30	1,30	1,30		
Peso seco	gr		1,94	2,07	1,91		
Contenido de agua	%		19,59	20,77	24,61		

CURVA DE FLUJO



RESULTADOS

Límite Líquido = 114,00
Límite Plástico = 20,18
Indice de Plasticidad = 93,82
Indice de Flujo =
Indice de Fluidez =

Observaciones :

Realizado por :
Calculado por :

DETERMINACION DE LOS LIMITES LIQUIDO Y PLASTICO

Proyecto: Av. Dr. Teodoro Alvarado Olea **Fecha:** sep-03

Profundidad : 0.00 - 0.60 **Abcisa:** 1+520

Material: C7 - M1

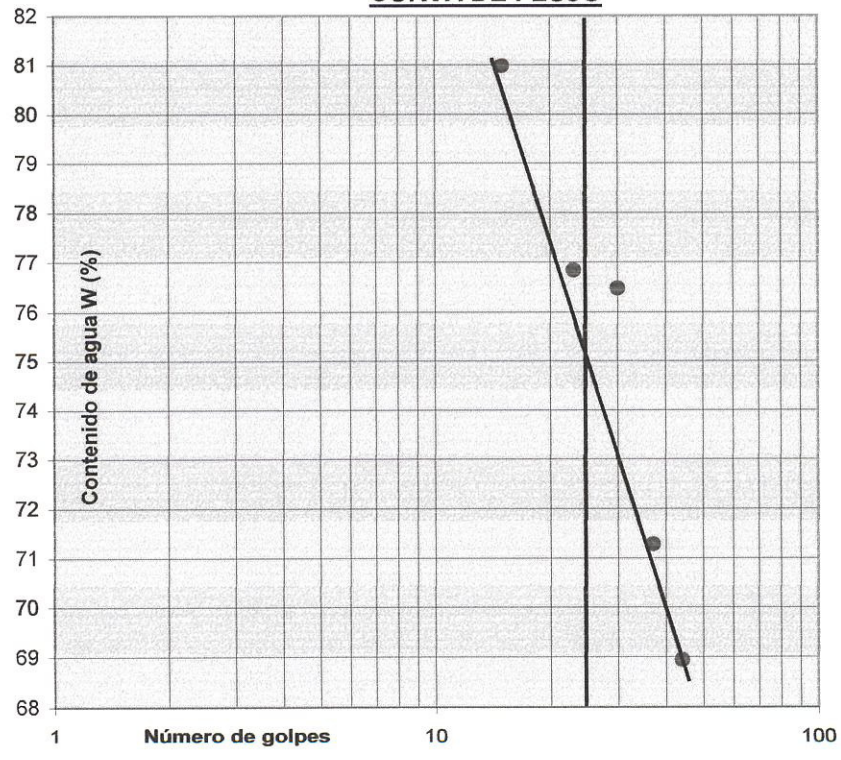
Límite Líquido

	Unidad	1	2	3	4	5	6
No. de recipiente		200	50	210	5	13	
Número de golpes		15	23	30	37	44	
Peso tierra húmeda + cáp.	gr	16,07	15,84	16,43	17,73	17,13	
Peso tierra seca + cáp.	gr	14,58	14,48	14,87	15,67	15,31	
Peso de agua	gr	1,49	1,36	1,56	2,06	1,82	
Peso de cap.	gr	12,74	12,71	12,83	12,78	12,67	
Peso seco	gr	1,84	1,77	2,04	2,89	2,64	
Contenido de agua	%	80,98	76,84	76,47	71,28	68,94	

Límite Plástico

	Unidad	1	2	3	4	5	6
No. de recipiente			2A	10	100		
Peso tierra húmeda + cáp.	gr		11,65	11,05	11,71		
Peso tierra seca + cáp.	gr		11,21	10,62	11,17		
Peso de agua	gr		0,44	0,43	0,54		
Peso de cáp.	gr		9,22	8,67	9,12		
Peso seco	gr		1,99	1,95	2,05		
Contenido de agua	%		22,11	22,05	26,34		

CURVA DE FLUJO



RESULTADOS

Límite Líquido = 75,00
Límite Plástico = 22,08
Indice de Plasticidad = 52,92
Indice de Flujo =
Indice de Fluidez =

Observaciones :



CIB-ESPOL

Realizado por :
Calculado por :

DETERMINACION DE LOS LIMITES LIQUIDO Y PLASTICO

Proyecto: Av. Dr. Teodoro Alvarado Olea **Fecha:** sep-03

Profundidad : 0.60 - 0.90 **Abcisa:** 1+520

Material: C7 - M2

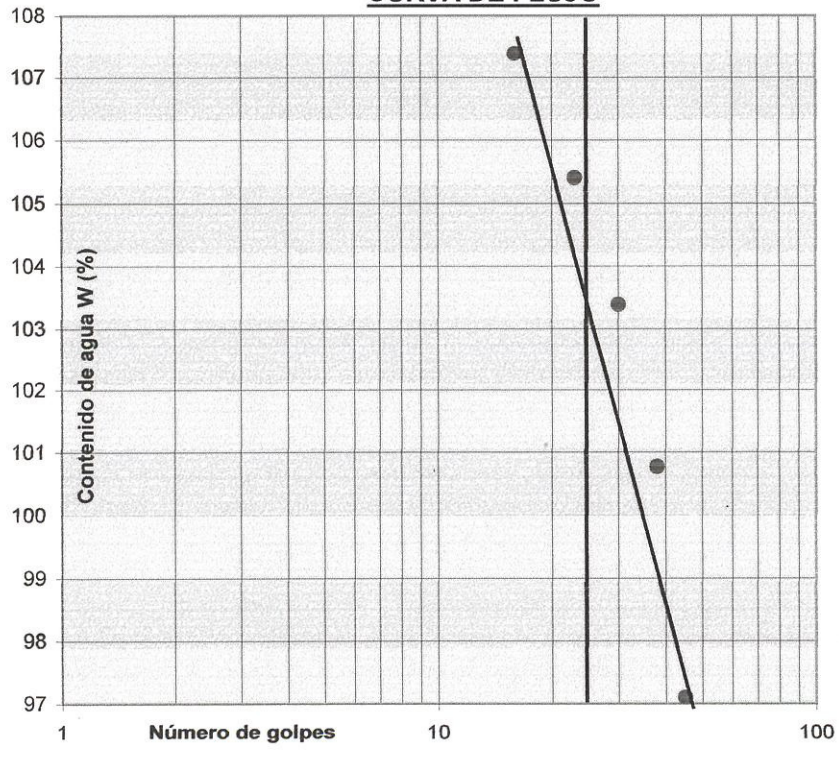
Límite Líquido

	Unidad	1	2	3	4	5	6
No. de recipiente		97	44	201A	16	42	
Número de golpes		16	23	30	38	45	
Peso tierra húmeda + cáp.	gr	9,66	9,08	10,87	11,25	10,13	
Peso tierra seca + cáp.	gr	7,77	7,52	8,43	8,64	8,12	
Peso de agua	gr	1,89	1,56	2,44	2,61	2,01	
Peso de cap.	gr	6,01	6,04	6,07	6,05	6,05	
Peso seco	gr	1,76	1,48	2,36	2,59	2,07	
Contenido de agua	%	107,39	105,41	103,39	100,77	97,10	

Límite Plástico

	Unidad	1	2	3	4	5	6
No. de recipiente			72	36	5		
Peso tierra húmeda + cáp.	gr		3,67	3,87	3,62		
Peso tierra seca + cáp.	gr		3,26	3,37	3,16		
Peso de agua	gr		0,41	0,50	0,46		
Peso de cáp.	gr		1,30	1,30	1,30		
Peso seco	gr		1,96	2,07	1,86		
Contenido de agua	%		20,92	24,15	24,73		

CURVA DE FLUJO



RESULTADOS

Límite Líquido = 103,20
Límite Plástico = 23,27
Indice de Plasticidad = 79,93
Indice de Flujo =
Indice de Fluidez =

Observaciones : _____

Realizado por :
Calculado por :

DETERMINACION DE LOS LIMITES LIQUIDO Y PLASTICO

Proyecto: Av. Dr. Teodoro Alvarado Olea **Fecha:** sep-03

Profundidad : 0.00 - 0.50 **Abcisa:** 1+610

Material: C8 - M1

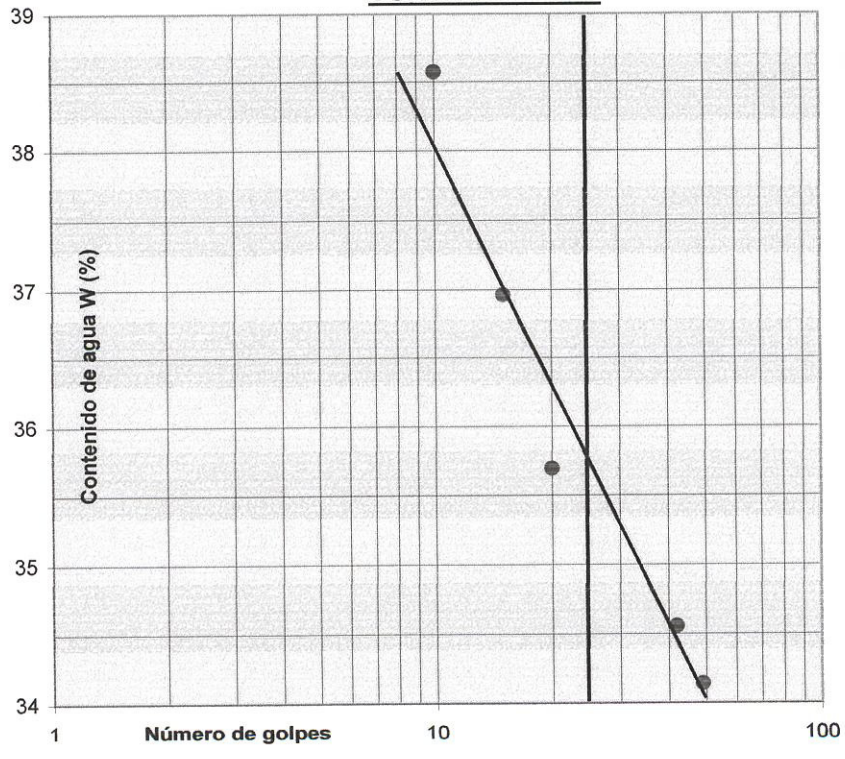
Límite Líquido

	Unidad	1	2	3	4	5	6
No. de recipiente		120	36	3	79	64	
Número de golpes		10	15	20	42	49	
Peso tierra húmeda + cáp.	gr	9,89	9,58	10,62	10,35	11,02	
Peso tierra seca + cáp.	gr	8,81	8,63	9,41	9,22	9,75	
Peso de agua	gr	1,08	0,95	1,21	1,13	1,27	
Peso de cap.	gr	6,01	6,06	6,02	5,95	6,03	
Peso seco	gr	2,80	2,57	3,39	3,27	3,72	
Contenido de agua	%	38,57	36,96	35,69	34,56	34,14	

Límite Plástico

	Unidad	1	2	3	4	5	6
No. de recipiente			7	35	53		
Peso tierra húmeda + cáp.	gr		3,62	3,76	3,71		
Peso tierra seca + cáp.	gr		3,35	3,41	3,36		
Peso de agua	gr		0,27	0,35	0,35		
Peso de cáp.	gr		1,30	1,30	1,30		
Peso seco	gr		2,05	2,11	2,06		
Contenido de agua	%		13,17	16,59	16,99		

CURVA DE FLUJO



RESULTADOS

Límite Líquido = 35,80
Límite Plástico = 15,58
Indice de Plasticidad = 20,22
Indice de Flujo =
Indice de Fluidez =

Observaciones :

Realizado por :
Calculado por :

DETERMINACION DE LOS LIMITES LIQUIDO Y PLASTICO

Proyecto: Av. Dr. Teodoro Alvarado Olea **Fecha:** sep-03

Profundidad : 0.50 - 1.50 **Abcisa:** 1+610

Material: C8 - M2

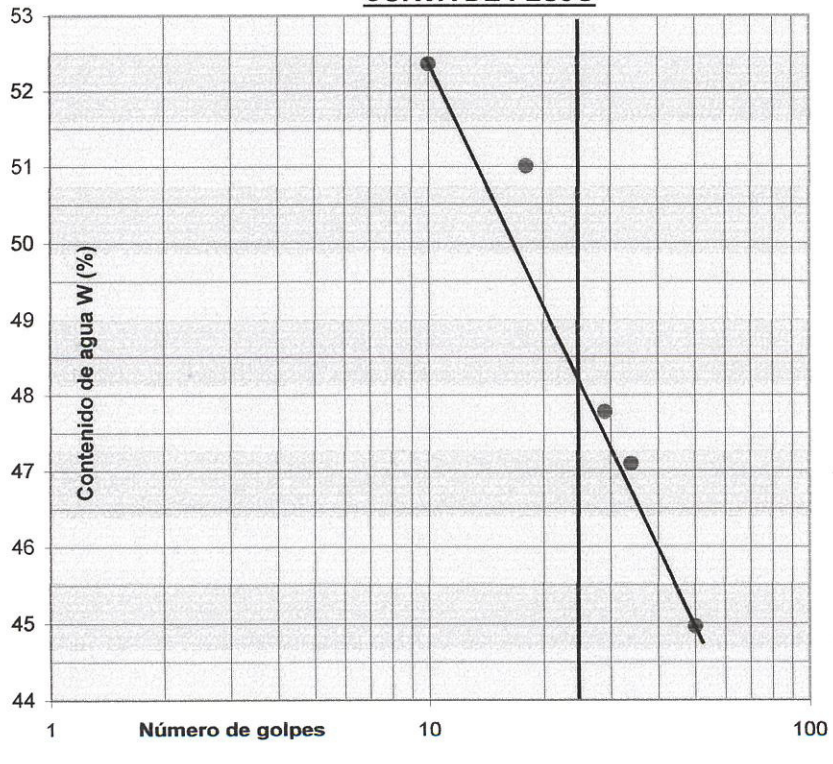
Límite Líquido

	Unidad	1	2	3	4	5	6
No. de recipiente		11	13	33	17	40	
Número de golpes		10	18	29	34	50	
Peso tierra húmeda + cáp.	gr	10,56	11,28	11,46	11,60	11,91	
Peso tierra seca + cáp.	gr	9,00	9,51	9,74	9,82	10,08	
Peso de agua	gr	1,56	1,77	1,72	1,78	1,83	
Peso de cap.	gr	6,02	6,04	6,14	6,04	6,01	
Peso seco	gr	2,98	3,47	3,60	3,78	4,07	
Contenido de agua	%	52,35	51,01	47,78	47,09	44,96	

Límite Plástico

	Unidad	1	2	3	4	5	6
No. de recipiente			OF	2	1		
Peso tierra húmeda + cáp.	gr		2,98	3,01	2,99		
Peso tierra seca + cáp.	gr		2,65	2,67	2,67		
Peso de agua	gr		0,33	0,34	0,32		
Peso de cáp.	gr		0,96	1,00	0,97		
Peso seco	gr		1,69	1,67	1,70		
Contenido de agua	%		19,53	20,36	18,82		

CURVA DE FLUJO



RESULTADOS

Límite Líquido = 48,30
Límite Plástico = 19,57
Indice de Plasticidad = 28,73
Indice de Flujo =
Indice de Fluidez =

Observaciones :

Realizado por :
Calculado por :

DETERMINACION DE LOS LIMITES LIQUIDO Y PLASTICO

Proyecto: Av. Dr. Teodoro Alvarado Olea **Fecha:** sep-03

Profundidad : 0.00 - 0.60 **Abcisa:** 1+700

Material: C9 - M1

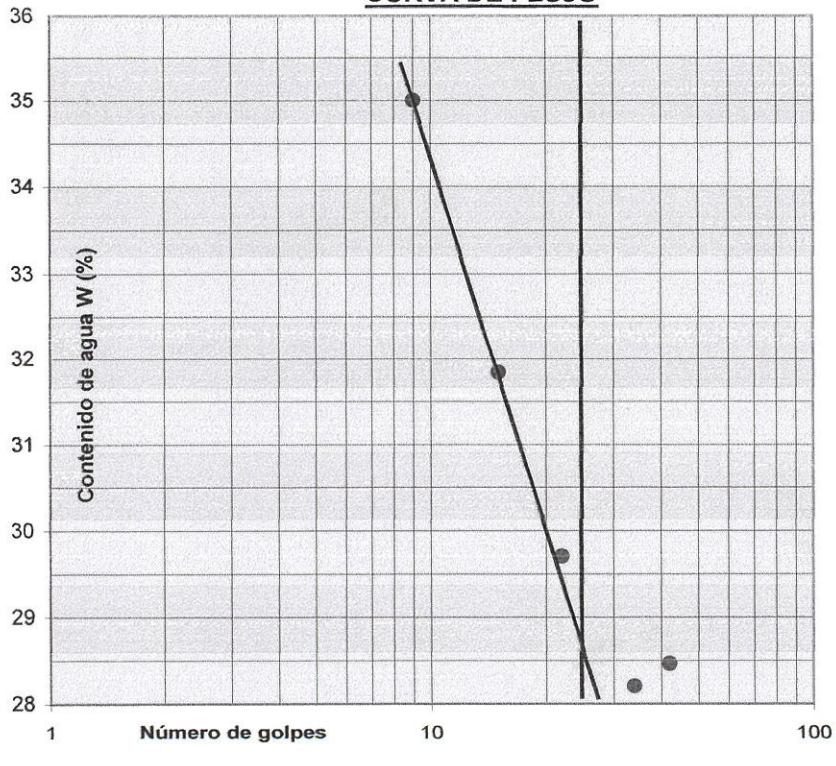
Límite Líquido

	Unidad	1	2	3	4	5	6
No. de recipiente		10	203	213	8	5B	
Número de golpes		9	15	34	22	42	
Peso tierra húmeda + cáp.	gr	16,35	17,21	17,45	17,38	18,12	
Peso tierra seca + cáp.	gr	15,44	16,14	16,46	16,37	16,95	
Peso de agua	gr	0,91	1,07	0,99	1,01	1,17	
Peso de cap.	gr	12,84	12,78	12,95	12,97	12,84	
Peso seco	gr	2,60	3,36	3,51	3,40	4,11	
Contenido de agua	%	35,00	31,85	28,21	29,71	28,47	

Límite Plástico

	Unidad	1	2	3	4	5	6
No. de recipiente			85	75	19		
Peso tierra húmeda + cáp.	gr		11,95	11,52	11,91		
Peso tierra seca + cáp.	gr		11,54	11,29	11,53		
Peso de agua	gr		0,41	0,23	0,38		
Peso de cáp.	gr		9,43	9,27	9,46		
Peso seco	gr		2,11	2,02	2,07		
Contenido de agua	%		19,43	11,39	18,36		

CURVA DE FLUJO



RESULTADOS

Límite Líquido = 28,50
Límite Plástico = 18,90
Indice de Plasticidad = 9,60
Indice de Flujo =
Indice de Fluidez =

Observaciones :

Realizado por :
Calculado por :

DETERMINACION DE LOS LIMITES LIQUIDO Y PLASTICO

Proyecto: Av. Dr. Teodoro Alvarado Olea **Fecha:** sep-03

Profundidad : 0.60 - 2.00 **Abcisa:** 1+700

Material: C9 - M2

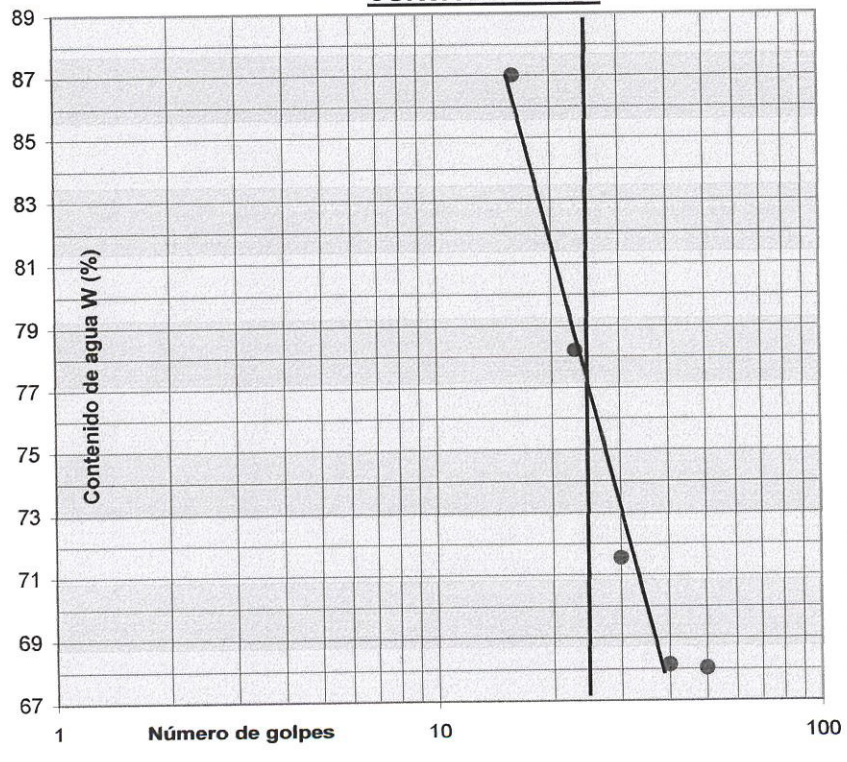
Límite Líquido

	Unidad	1	2	3	4	5	6
No. de recipiente		36	120	64	79	3	
Número de golpes		16	23	30	40	50	
Peso tierra húmeda + cáp.	gr	9,36	9,77	10,37	10,47	10,55	
Peso tierra seca + cáp.	gr	7,82	8,12	8,56	8,63	8,72	
Peso de agua	gr	1,54	1,65	1,81	1,84	1,83	
Peso de cap.	gr	6,05	6,01	6,03	5,93	6,03	
Peso seco	gr	1,77	2,11	2,53	2,70	2,69	
Contenido de agua	%	87,01	78,20	71,54	68,15	68,03	

Límite Plástico

	Unidad	1	2	3	4	5	6
No. de recipiente			3	4	M		
Peso tierra húmeda + cáp.	gr		11,75	11,97	11,68		
Peso tierra seca + cáp.	gr		11,46	11,60	11,31		
Peso de agua	gr		0,29	0,37	0,37		
Peso de cáp.	gr		9,15	9,03	8,71		
Peso seco	gr		2,31	2,57	2,60		
Contenido de agua	%		12,55	14,40	14,23		

CURVA DE FLUJO



RESULTADOS

Límite Líquido = 77,00
Límite Plástico = 13,73
Indice de Plasticidad = 63,27
Indice de Flujo =
Indice de Fluidez =

Observaciones :

Realizado por :
Calculado por :

DETERMINACION DE LOS LIMITES LIQUIDO Y PLASTICO

Proyecto: Av. Dr. Teodoro Alvarado Olea **Fecha:** sep-03

Profundidad : 0.00 - 0.50 **Abcisa:** 1+920

Material: C10 - M1

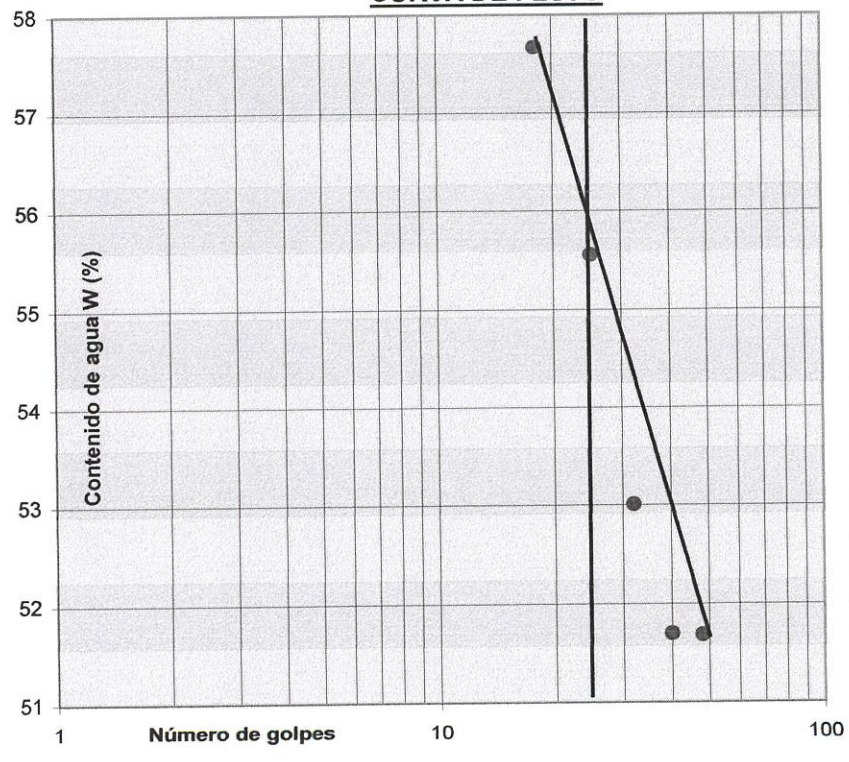
Límite Líquido

	Unidad	1	2	3	4	5	6
No. de recipiente		89	8	47	24	80	
Número de golpes		18	25	32	40	48	
Peso tierra húmeda + cáp.	gr	9,03	9,47	10,08	10,91	11,28	
Peso tierra seca + cáp.	gr	7,94	8,22	8,67	9,23	9,59	
Peso de agua	gr	1,09	1,25	1,41	1,68	1,69	
Peso de cap.	gr	6,05	5,97	6,01	5,98	6,32	
Peso seco	gr	1,89	2,25	2,66	3,25	3,27	
Contenido de agua	%	57,67	55,56	53,01	51,69	51,68	

Límite Plástico

	Unidad	1	2	3	4	5	6
No. de recipiente			2000	51	K1		
Peso tierra húmeda + cáp.	gr		11,42	12,08	12,08		
Peso tierra seca + cáp.	gr		11,18	11,73	11,69		
Peso de agua	gr		0,24	0,35	0,39		
Peso de cáp.	gr		8,82	9,26	9,39		
Peso seco	gr		2,36	2,47	2,30		
Contenido de agua	%		10,17	14,17	16,96		

CURVA DE FLUJO



RESULTADOS

Límite Líquido = 56,00
Límite Plástico = 15,57
Indice de Plasticidad = 40,43
Indice de Flujo =
Indice de Fluidez =

Observaciones :

Realizado por :
Calculado por :

DETERMINACION DE LOS LIMITES LIQUIDO Y PLASTICO

Proyecto: Av. Dr. Teodoro Alvarado Olea **Fecha:** sep-03

Profundidad : 0.50 - 1.50 **Abcisa:** 1+920

Material: C10 - M2

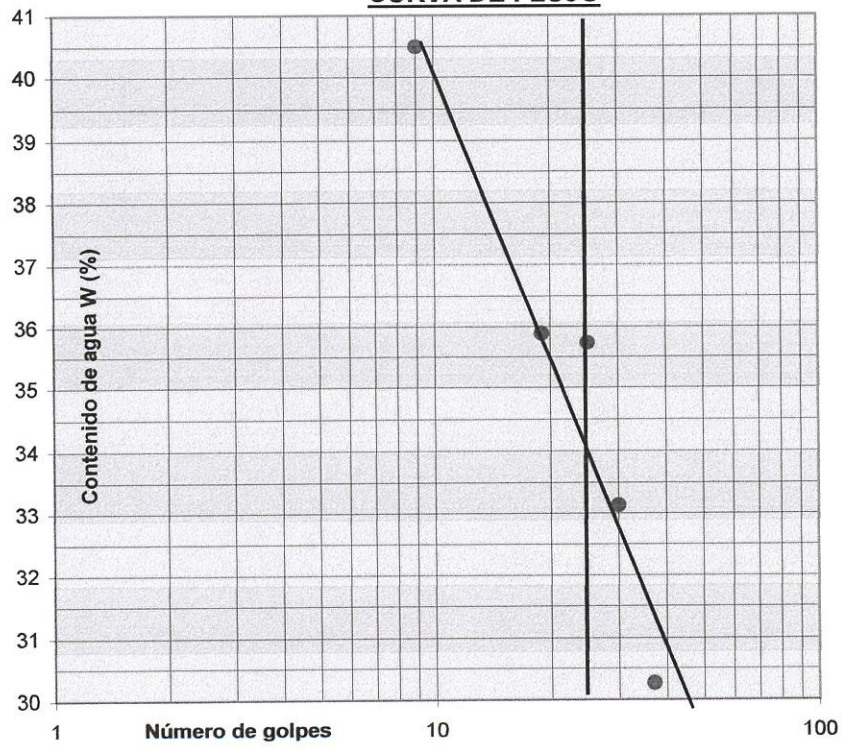
Límite Líquido

	Unidad	1	2	3	4	5	6
No. de recipiente		Y1	Z	101	30X	T	
Número de golpes		9	19	25	30	37	
Peso tierra húmeda + cáp.	gr	15,11	14,87	13,19	13,61	13,74	
Peso tierra seca + cáp.	gr	13,32	13,42	12,10	12,50	12,72	
Peso de agua	gr	1,79	1,45	1,09	1,11	1,02	
Peso de cap.	gr	8,90	9,38	9,05	9,15	9,35	
Peso seco	gr	4,42	4,04	3,05	3,35	3,37	
Contenido de agua	%	40,50	35,89	35,74	33,13	30,27	

Límite Plástico

	Unidad	1	2	3	4	5	6
No. de recipiente			F	CAS	19		
Peso tierra húmeda + cáp.	gr		3,56	3,46	3,51		
Peso tierra seca + cáp.	gr		3,34	3,20	3,35		
Peso de agua	gr		0,22	0,26	0,16		
Peso de cáp.	gr		1,30	1,30	1,30		
Peso seco	gr		2,04	1,90	2,05		
Contenido de agua	%		10,78	13,68	7,80		

CURVA DE FLUJO



RESULTADOS

Límite Líquido = 34,00
Límite Plástico = 10,76
Indice de Plasticidad = 23,24
Indice de Flujo =

Observaciones :

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL ESPOL

CIB-ESPOL

Realizado por :
Calculado por :

DETERMINACION DE LOS LIMITES LIQUIDO Y PLASTICO

Proyecto: Av. Dr. Teodoro Alvarado Olea **Fecha:** sep-03

Profundidad : 0.00 - 0.70 **Abcisa:** 2+400

Material: C11 - M1

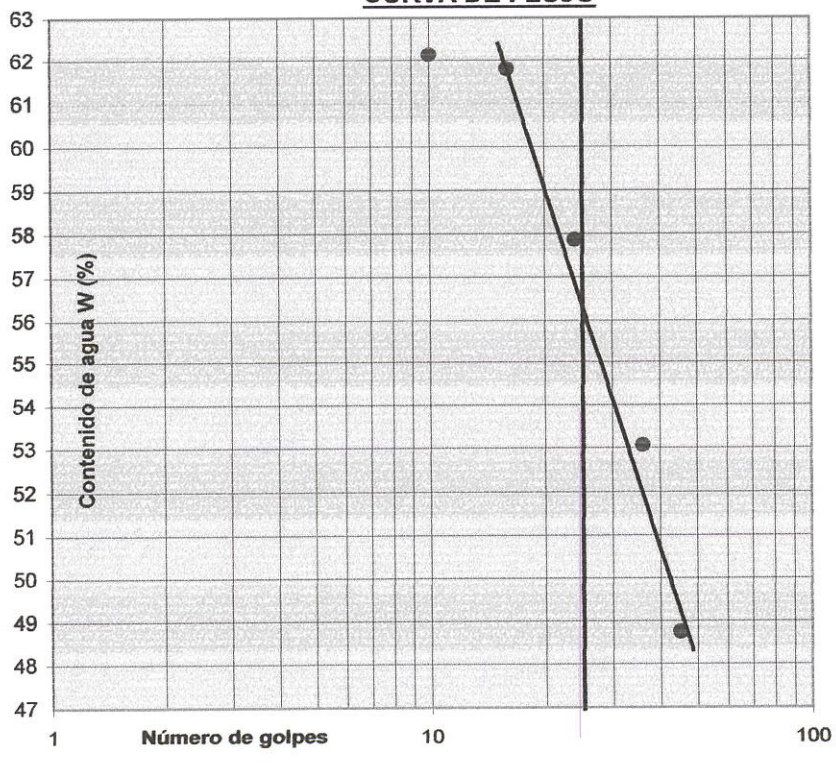
Límite Líquido

	Unidad	1	2	3	4	5	6
No. de recipiente		59	35	15	67	94	
Número de golpes		10	16	24	36	45	
Peso tierra húmeda + cáp.	gr	11,99	11,72	11,36	11,92	11,91	
Peso tierra seca + cáp.	gr	9,66	9,52	9,41	9,84	9,95	
Peso de agua	gr	2,33	2,20	1,95	2,08	1,96	
Peso de cap.	gr	5,91	5,96	6,04	5,92	5,93	
Peso seco	gr	3,75	3,56	3,37	3,92	4,02	
Contenido de agua	%	62,13	61,80	57,86	53,06	48,76	

Límite Plástico

	Unidad	1	2	3	4	5	6
No. de recipiente			30	75	13		
Peso tierra húmeda + cáp.	gr		3,63	3,67	3,51		
Peso tierra seca + cáp.	gr		3,36	3,36	3,18		
Peso de agua	gr		0,27	0,31	0,33		
Peso de cáp.	gr		1,30	1,30	1,30		
Peso seco	gr		2,06	2,06	1,88		
Contenido de agua	%		13,11	15,05	17,55		

CURVA DE FLUJO



RESULTADOS

Límite Líquido = 56,40
Límite Plástico = 15,24
Indice de Plasticidad = 41,16
Indice de Flujo =
Indice de Fluidez =

Observaciones :

Realizado por :
Calculado por :

DETERMINACION DE LOS LIMITES LIQUIDO Y PLASTICO

Proyecto: Av. Dr. Teodoro Alvarado Olea **Fecha:** sep-03

Profundidad : 0.70 - 1.40 **Abcisa:** 2+400

Material: C11 - M2

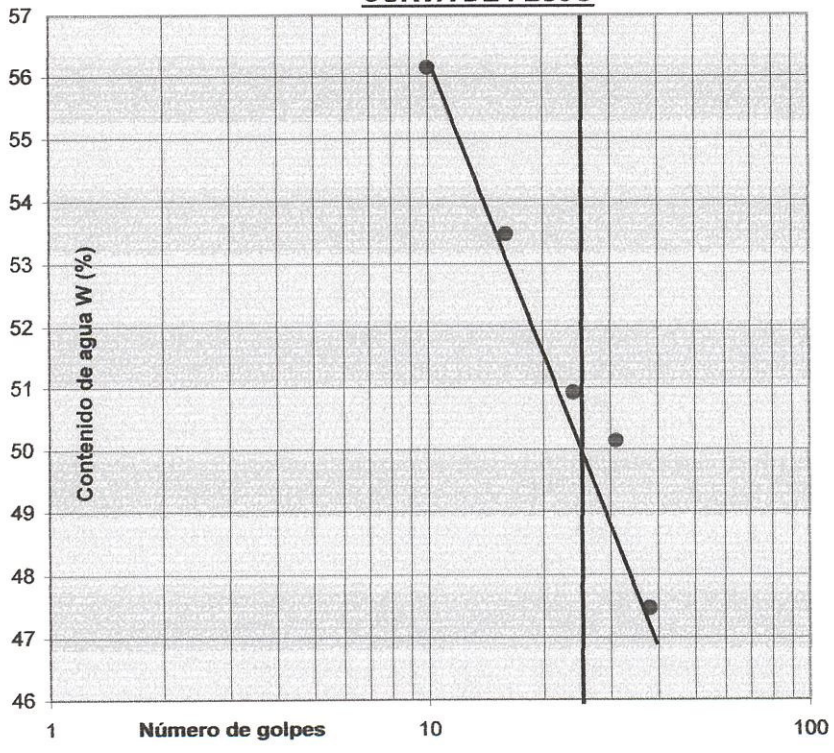
Límite Líquido

	Unidad	1	2	3	4	5	6
No. de recipiente		Z	211	205	30	202	
Número de golpes		10	16	24	31	38	
Peso tierra húmeda + cáp.	gr	17,35	17,99	18,21	18,23	18,01	
Peso tierra seca + cáp.	gr	15,70	15,99	16,27	16,44	16,23	
Peso de agua	gr	1,65	2,00	1,94	1,79	1,78	
Peso de cap.	gr	12,76	12,25	12,46	12,87	12,48	
Peso seco	gr	2,94	3,74	3,81	3,57	3,75	
Contenido de agua	%	56,14	53,48	50,92	50,14	47,47	

Límite Plástico

	Unidad	1	2	3	4	5	6
No. de recipiente			70	53	25		
Peso tierra húmeda + cáp.	gr		3,42	3,33	3,72		
Peso tierra seca + cáp.	gr		3,06	2,88	3,21		
Peso de agua	gr		0,36	0,45	0,51		
Peso de cáp.	gr		1,30	1,30	1,30		
Peso seco	gr		1,76	1,58	1,91		
Contenido de agua	%		20,45	28,48	26,70		

CURVA DE FLUJO



RESULTADOS

Límite Líquido = 50,60
Límite Plástico = 25,21
Indice de Plasticidad = 25,39
Indice de Flujo =
Indice de Fluidez =

Observaciones :

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL ESPOL

CIB-ESPOL

Realizado por :
Calculado por :

DETERMINACION DE LOS LIMITES LIQUIDO Y PLASTICO

Proyecto: Av. Dr. Teodoro Alvarado Olea **Fecha:** sep-03

Profundidad : 0.00 - 0.70 **Abcisa:** 2+410

Material: C12 - M1

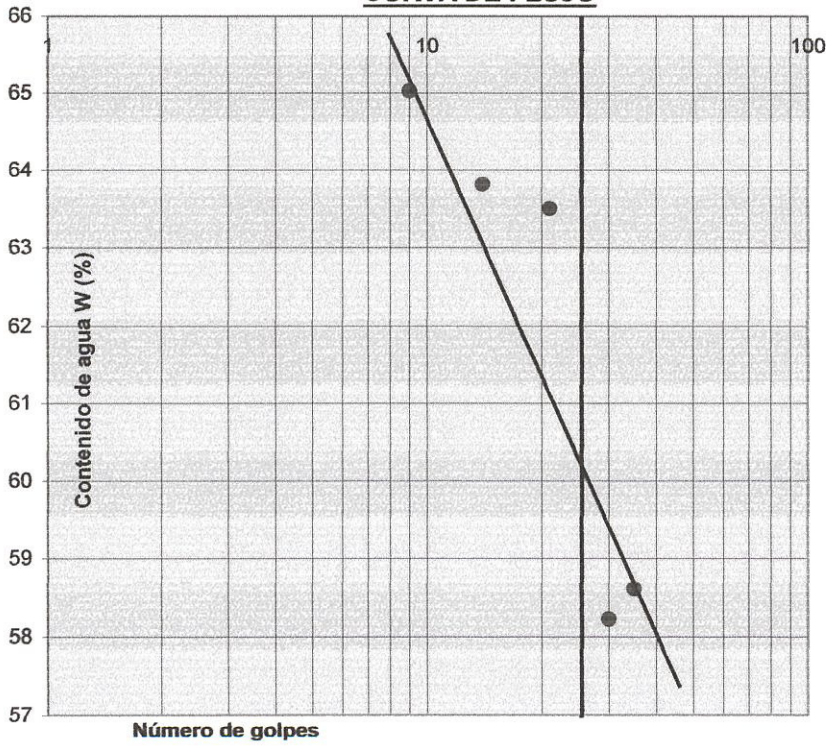
Límite Líquido

	Unidad	1	2	3	4	5	6
No. de recipiente		103	71	11	20	3	
Número de golpes		9	14	21	30	35	
Peso tierra húmeda + cáp.	gr	11,76	10,93	10,65	10,82	11,18	
Peso tierra seca + cáp.	gr	9,51	8,99	8,84	9,05	9,24	
Peso de agua	gr	2,25	1,94	1,81	1,77	1,94	
Peso de cap.	gr	6,05	5,95	5,99	6,01	5,93	
Peso seco	gr	3,46	3,04	2,85	3,04	3,31	
Contenido de agua	%	65,03	63,82	63,51	58,22	58,61	

Límite Plástico

	Unidad	1	2	3	4	5	6
No. de recipiente			24	19	47		
Peso tierra húmeda + cáp.	gr		3,47	3,63	3,84		
Peso tierra seca + cáp.	gr		3,15	3,24	3,43		
Peso de agua	gr		0,32	0,39	0,41		
Peso de cáp.	gr		1,30	1,30	1,30		
Peso seco	gr		1,85	1,94	2,13		
Contenido de agua	%		17,30	20,10	19,25		

CURVA DE FLUJO



RESULTADOS

Límite Líquido = 60,30
Límite Plástico = 18,88
Indice de Plasticidad = 41,42
Indice de Flujo =
Indice de Fluidez =

Observaciones :

Realizado por :
Calculado por :

DETERMINACION DE LOS LIMITES LIQUIDO Y PLASTICO

Proyecto: Av. Dr. Teodoro Alvarado Olea **Fecha:** sep-03

Profundidad : 0.70 - 1.40 **Abcisa:** 2+410

Material: C12 - M2

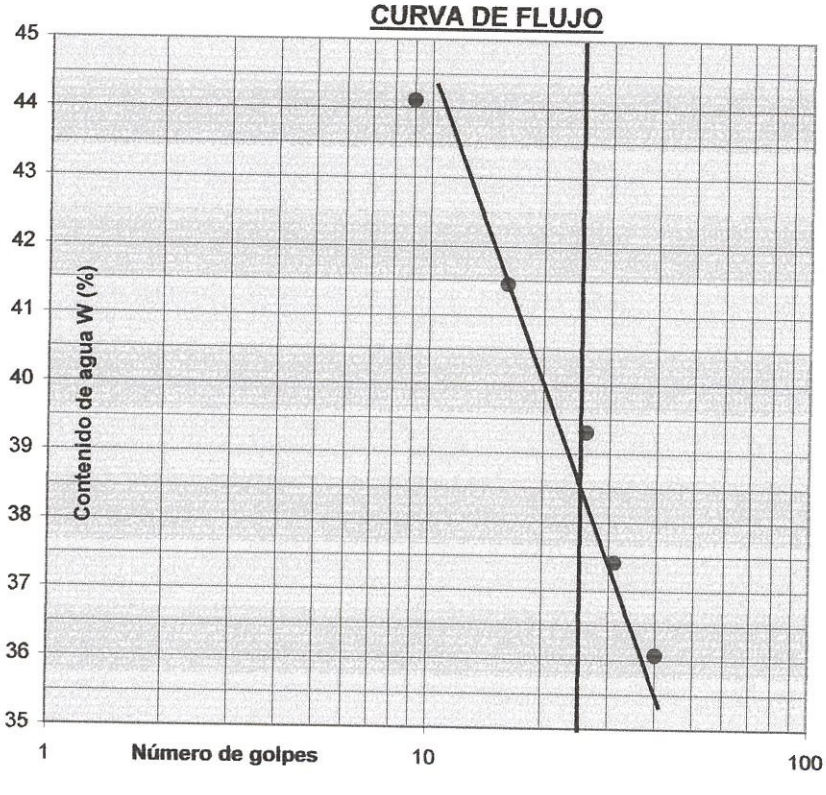
Límite Líquido

	Unidad	1	2	3	4	5	6
No. de recipiente		214	212	213	8	209	
Número de golpes		9	16	26	31	40	
Peso tierra húmeda + cáp.	gr	17,89	18,27	18,99	19,13	19,22	
Peso tierra seca + cáp.	gr	16,28	16,67	17,28	17,45	17,51	
Peso de agua	gr	1,61	1,60	1,71	1,68	1,71	
Peso de cap.	gr	12,63	12,81	12,93	12,96	12,77	
Peso seco	gr	3,65	3,86	4,35	4,49	4,74	
Contenido de agua	%	44,11	41,45	39,31	37,42	36,08	

Límite Plástico

	Unidad	1	2	3	4	5	6
No. de recipiente			F	9	315		
Peso tierra húmeda + cáp.	gr		3,44	3,51	3,69		
Peso tierra seca + cáp.	gr		3,13	3,14	3,32		
Peso de agua	gr		0,31	0,37	0,37		
Peso de cáp.	gr		1,30	1,30	1,30		
Peso seco	gr		1,83	1,84	2,02		
Contenido de agua	%		16,94	20,11	18,32		

CURVA DE FLUJO



RESULTADOS

Límite Líquido = 38,67
Límite Plástico = 18,46
Indice de Plasticidad = 20,21
Indice de Flujo =
Indice de Fluidez =

Observaciones :

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL ESPOL

CIB-ESPOL

Realizado por :
Calculado por :

DETERMINACION DE LOS LIMITES LIQUIDO Y PLASTICO

Proyecto: Av. Dr. Teodoro Alvarado Olea **Fecha:** sep-03

Profundidad : 0.00 - 1.20 **Abcisa:** 2+500

Material: C13 - M1

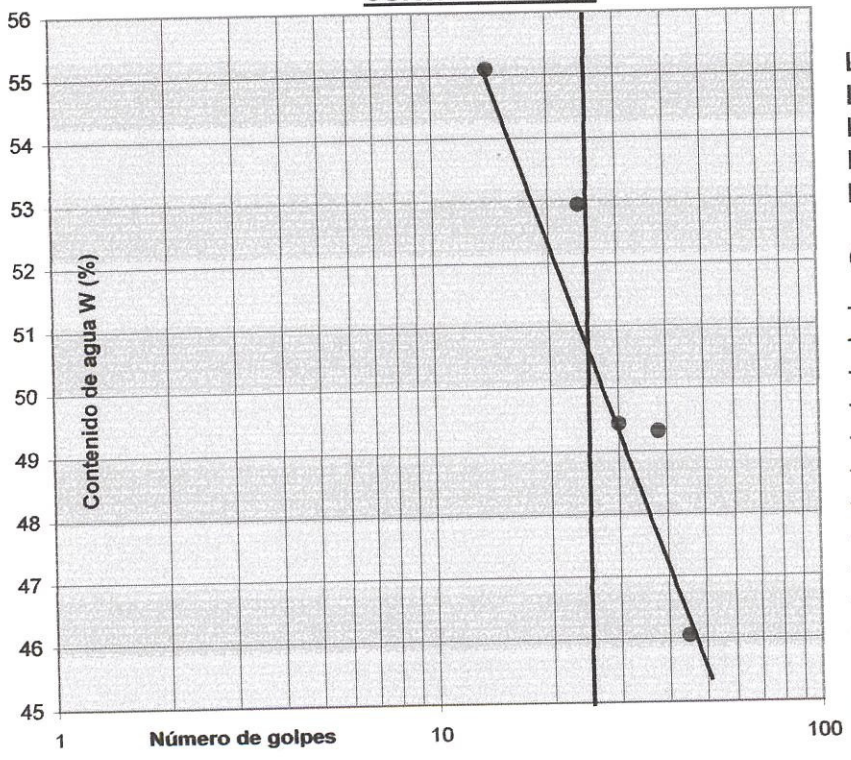
Límite Líquido

	Unidad	1	2	3	4	5	6
No. de recipiente		7	98	16	59	120	
Número de golpes		14	24	30	38	45	
Peso tierra húmeda + cáp.	gr	10,12	9,91	11,11	10,31	11,34	
Peso tierra seca + cáp.	gr	8,66	8,56	9,39	8,89	9,65	
Peso de agua	gr	1,46	1,35	1,72	1,42	1,69	
Peso de cap.	gr	6,01	6,01	5,91	6,01	5,98	
Peso seco	gr	2,65	2,55	3,48	2,88	3,67	
Contenido de agua	%	55,09	52,94	49,43	49,31	46,05	

Límite Plástico

	Unidad	1	2	3	4	5	6
No. de recipiente			71	100	55		
Peso tierra húmeda + cáp.	gr		3,87	3,50	3,61		
Peso tierra seca + cáp.	gr		3,51	3,14	3,27		
Peso de agua	gr		0,36	0,36	0,34		
Peso de cáp.	gr		1,30	1,30	1,30		
Peso seco	gr		2,21	1,84	1,97		
Contenido de agua	%		16,29	19,57	17,26		

CURVA DE FLUJO



RESULTADOS

Límite Líquido = 50,50
Límite Plástico = 17,71
Indice de Plasticidad = 32,79
Indice de Flujo =
Indice de Fluidez =

Observaciones :

Realizado por :
Calculado por :

DETERMINACION DE LOS LIMITES LIQUIDO Y PLASTICO

Proyecto: Av. Dr. Teodoro Alvarado Olea **Fecha:** sep-03

Profundidad : 0.00 - 0.60 **Abcisa:** 2+755

Material: C14 - M1

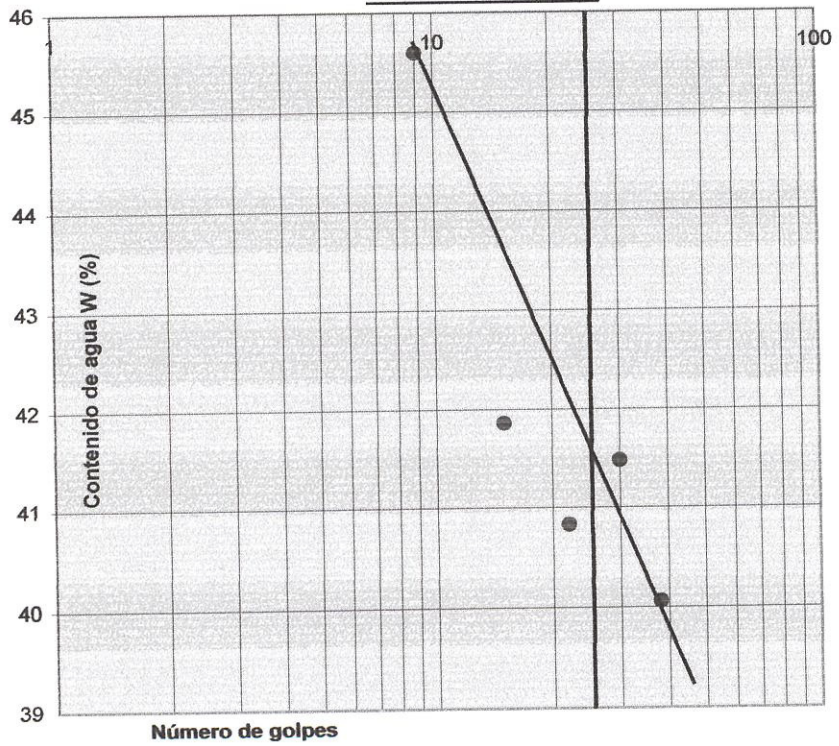
Límite Líquido

	Unidad	1	2	3	4	5	6
No. de recipiente		69	64	106	97	40	
Número de golpes		9	15	22	30	38	
Peso tierra húmeda + cáp.	gr	9,74	10,24	10,01	11,01	10,74	
Peso tierra seca + cáp.	gr	8,55	8,98	8,83	9,55	9,39	
Peso de agua	gr	1,19	1,26	1,18	1,46	1,35	
Peso de cap.	gr	5,94	5,97	5,94	6,03	6,02	
Peso seco	gr	2,61	3,01	2,89	3,52	3,37	
Contenido de agua	%	45,59	41,86	40,83	41,48	40,06	

Límite Plástico

	Unidad	1	2	3	4	5	6
No. de recipiente			X	23	C1		
Peso tierra húmeda + cáp.	gr		3,15	3,47	3,09		
Peso tierra seca + cáp.	gr		2,97	3,24	2,86		
Peso de agua	gr		0,18	0,23	0,23		
Peso de cáp.	gr		1,30	1,30	1,30		
Peso seco	gr		1,67	1,94	1,56		
Contenido de agua	%		10,78	11,86	14,74		

CURVA DE FLUJO



RESULTADOS

Límite Líquido = 41,70
Límite Plástico = 12,46
Indice de Plasticidad = 29,24
Indice de Flujo =
Indice de Fluidez =

Observaciones :

Realizado por :
Calculado por :

DETERMINACION DE LOS LIMITES LIQUIDO Y PLASTICO

Proyecto: Av. Dr. Teodoro Alvarado Olea **Fecha:** sep-03

Profundidad : 0.60 - 1.00 **Abcisa:** 2+755

Material: C14 - M2

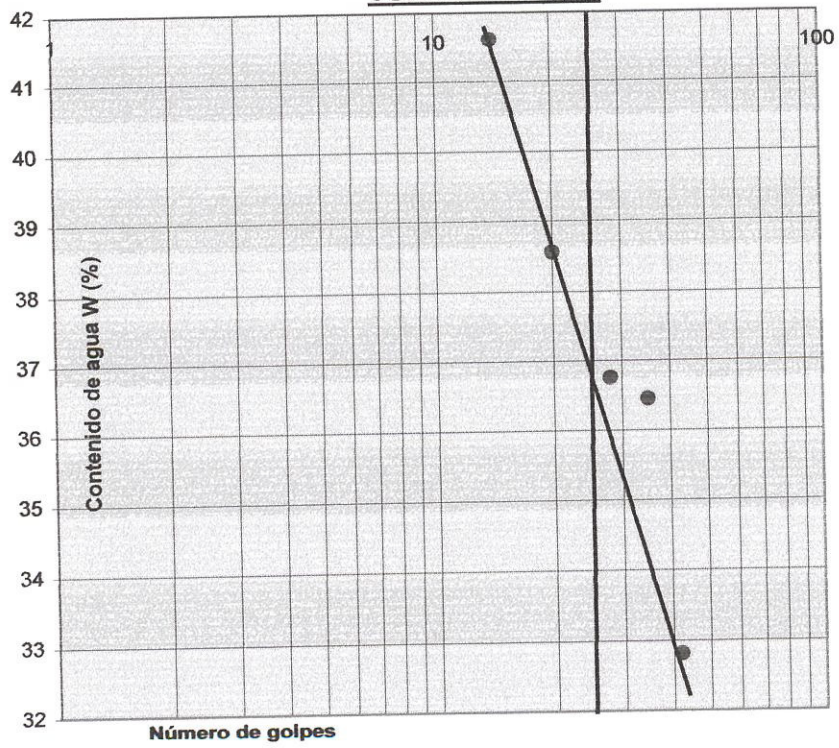
Límite Líquido

	Unidad	1	2	3	4	5	6
No. de recipiente		10	216	215	204	201	
Número de golpes		14	20	28	35	42	
Peso tierra húmeda + cáp.	gr	19,59	19,81	18,94	18,69	19,43	
Peso tierra seca + cáp.	gr	17,58	17,89	17,22	17,05	17,74	
Peso de agua	gr	2,01	1,92	1,72	1,64	1,69	
Peso de cap.	gr	12,75	12,91	12,54	12,55	12,59	
Peso seco	gr	4,83	4,98	4,68	4,50	5,15	
Contenido de agua	%	41,61	38,55	36,75	36,44	32,82	

Límite Plástico

	Unidad	1	2	3	4	5	6
No. de recipiente			35	7	8		
Peso tierra húmeda + cáp.	gr		3,43	3,76	3,36		
Peso tierra seca + cáp.	gr		3,08	3,39	3,04		
Peso de agua	gr		0,35	0,37	0,32		
Peso de cáp.	gr		1,30	1,30	1,30		
Peso seco	gr		1,78	2,09	1,74		
Contenido de agua	%		19,66	17,70	18,39		

CURVA DE FLUJO



RESULTADOS

Límite Líquido = 36,93
Límite Plástico = 18,58
Indice de Plasticidad = 18,35
Indice de Flujo =
Indice de Fluidez =

Observaciones :

Realizado por :
Calculado por :

DETERMINACION DE LOS LIMITES LIQUIDO Y PLASTICO

Proyecto: Av. Dr. Teodoro Alvarado Olea **Fecha:** sep-03

Profundidad : 1.00 - 1.30 **Abcisa:** 2+755

Material: C14 - M3

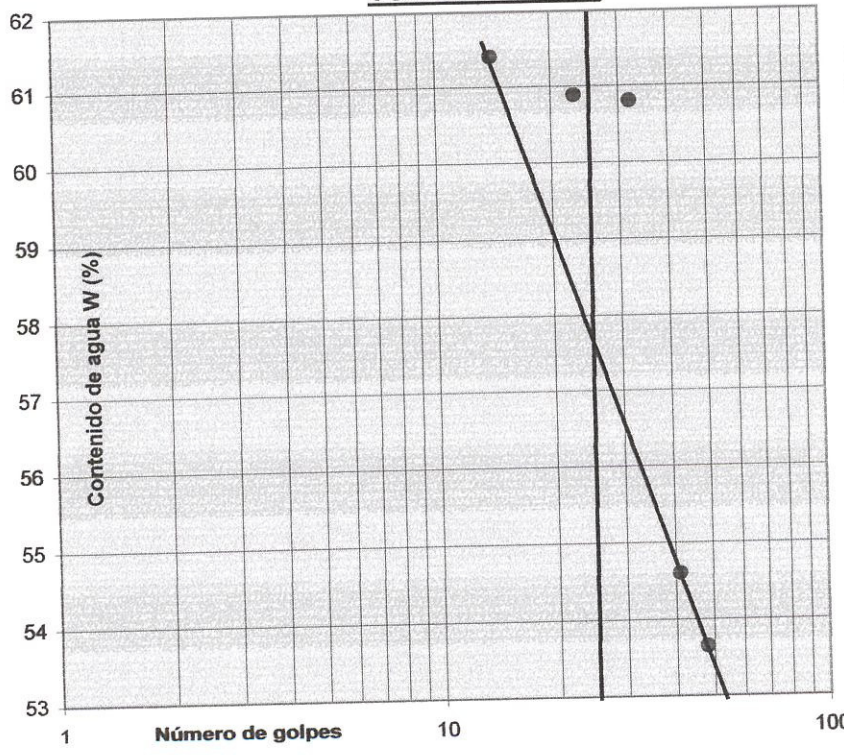
Límite Líquido

	Unidad	1	2	3	4	5	6
No. de recipiente		1	94	26	79	52	
Número de golpes		14	23	32	41	48	
Peso tierra húmeda + cáp.	gr	9,61	10,34	9,97	10,41	10,95	
Peso tierra seca + cáp.	gr	8,21	8,69	8,45	8,81	9,26	
Peso de agua	gr	1,40	1,65	1,52	1,60	1,69	
Peso de cap.	gr	5,93	5,98	5,95	5,88	6,11	
Peso seco	gr	2,28	2,71	2,50	2,93	3,15	
Contenido de agua	%	61,40	60,89	60,80	54,61	53,65	

Límite Plástico

	Unidad	1	2	3	4	5	6
No. de recipiente			5	36	72		
Peso tierra húmeda + cáp.	gr		3,65	3,64	3,64		
Peso tierra seca + cáp.	gr		3,32	3,31	3,29		
Peso de agua	gr		0,33	0,33	0,35		
Peso de cáp.	gr		1,30	1,30	1,30		
Peso seco	gr		2,02	2,01	1,99		
Contenido de agua	%		16,34	16,42	17,59		

CURVA DE FLUJO



RESULTADOS

Límite Líquido = 57,67
Límite Plástico = 16,78
Indice de Plasticidad = 40,89
Indice de Flujo =
Indice de Fluidez =

Observaciones :

Realizado por :
Calculado por :

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD

Proyecto : Av. Teodoro Alvarado Olea

Profundidad : 0,00 - 1,50

Abscisa : 0+440

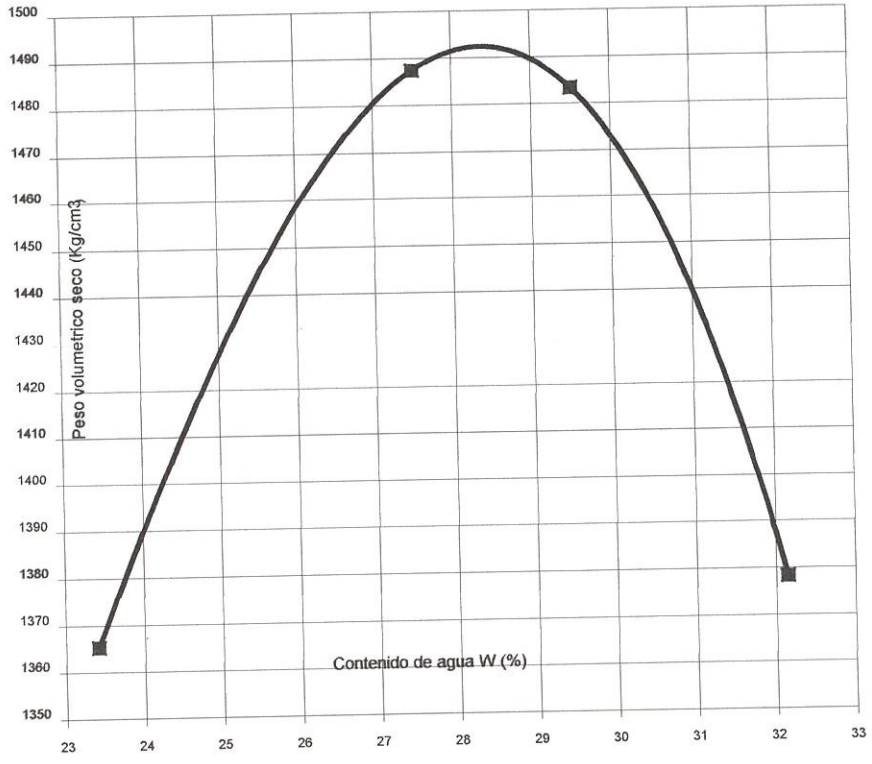
Material : C2 - M1

Fecha: sep-03

ENSAYO PROCTO STANDARD METODO D

Peso del cilindro:	6500	kg
Volumen del cilindro:	0,0021	m3
Peso del martillo	10	Lbs
Altura de caída del martillo :	18	pulg.
Número de capas :	5	
Número de golpes/capa :	56	

No	Cáp No	Peso tierra húmeda + Cáp.	Peso tierra seca + Cáp.	Peso cáp.	Peso de agua	Peso seco	W	Peso tierra húmeda + cilindro	Peso tierra húmeda	1 / 1 + W	Peso tierra seca	Peso volumétrico seco
	gr	gr	gr	gr	gr	gr	%	Kg.	Kg.		Kg.	Kg/m3
1	110	225,1	182,8	29,0	42,3	153,8	27,50	10,542	4,042	0,7843	3,170	1.487,41
2	47	222,0	175,1	29,2	46,9	145,9	32,15	10,382	3,882	0,7567	2,938	1.378,35
3	AB	213,5	171,4	28,7	42,1	142,7	29,50	10,594	4,094	0,7722	3,161	1.483,29
4	1	180,6	151,8	28,8	28,8	123,0	23,41	10,091	3,591	0,8103	2,910	1.365,22
5												
6												
7												



γmáx = 1491 kg/m^3

W ópt. = 28,41 %

CIB-ESPOL

Observaciones : _____

Realizado por: G.S.M.

Calculado por : G.S.M.

C.B.R.
REGISTRO

Proyecto :	Av. Teodoro Alvarado Olea	Fecha:	sep-03
Profundidad :	0,00 - 1,50	Altura del molde:	4,5827 "
		Volumen del cilindro:	2,1233E-03 m^3
Abscisa :	0+440	Peso del martillo	10 Lbs
		Altura de caída del martillo :	18 pulg
Material :	C2 - M1	Número de capas :	5

No de Molde	**5**	**11**	**1**
Golpes/capa	**56**	**25**	**12**

ANTES DE LA INMERSION

Peso humedo + Molde	11,091	11,296	10,990
Molde	7,039	7,231	6,955
Peso humedo	4,052	4,065	4,035
Peso Seco	3,206	3,188	3,145
Contenido de agua	26,40	27,52	28,31
Densidad Seca	1509,77	1501,30	1481,04

Lecturas de Hinchamiento

Inicial	0,000	0,000	0,042
24 Horas	0,102	0,089	0,091
48 Horas	0,216	0,156	0,146
72 Horas	0,298	0,201	0,167
96 Horas	0,367	0,229	0,179
% de Expansión	8,01%	5,00%	2,99%

DESPUES DE LA INMERSION

Peso humedo + Molde	11,121	11,324	11,025
Molde	7,039	7,231	6,955
Peso humedo	4,082	4,093	4,070
Peso Seco	3,136	3,047	2,971
Contenido de agua	30,178	34,351	37,000
Densidad Seca	1476,805	1434,795	1399,143

C.B.R.
CARGA UNITARIA - PENETRACION

Proyecto : Av. Teodoro Alvarado Olea

Profundidad : 0,00 - 1,50

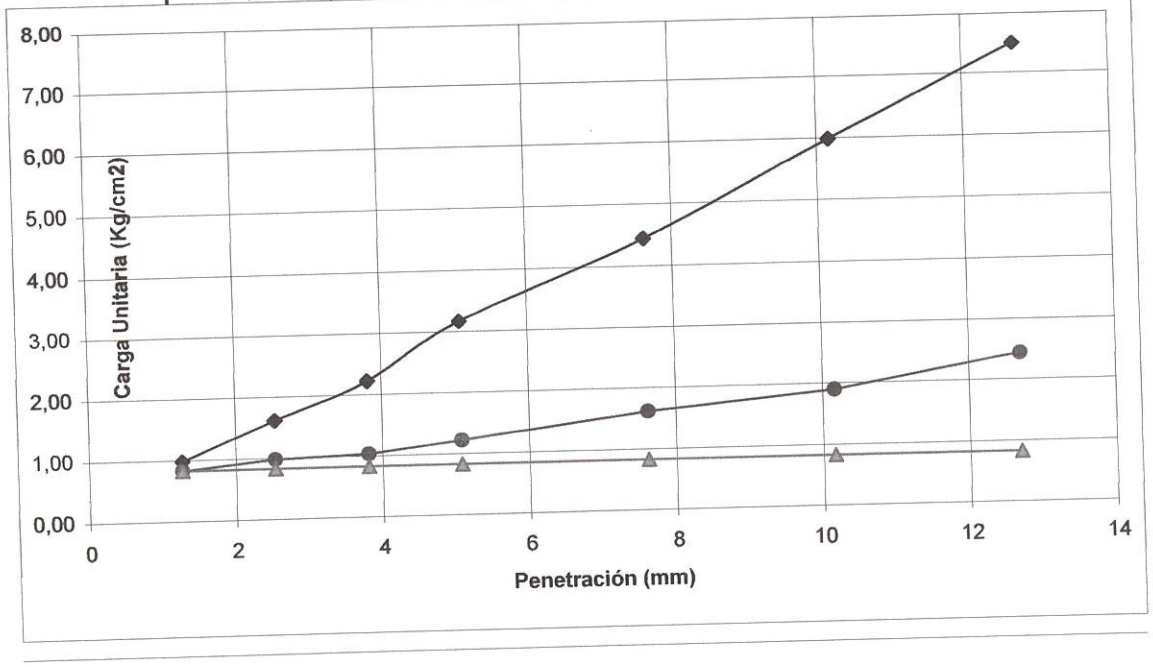
Fecha: sep-03

Abscisa : 0+440

Material : C2 - M1

Diámetro del penétrometro: 4,9694 cm.
Area del Penétrometro: 19,395 cm2

	Penetración		Lect. Def.	Carga	Carga	Carga Unit.
	(mm)	(pulg)	x10-4	Lbrs.	Kgrs.	(Kg/cm2)
No	1,27	0,05	1,0	41,78	18,99	0,98
56	2,54	0,10	5,0	68,88	31,31	1,61
Golpes/capa	3,81	0,15	8,8	94,62	43,01	2,22
No	5,08	0,20	14,8	135,27	61,49	3,17
Molde	7,62	0,30	22,8	189,47	86,12	4,44
2	10,16	0,41	32,5	255,19	116,00	5,98
	12,70	0,51	42,0	319,55	145,25	7,49
No	1,27	0,05	0,0	35,00	15,91	0,82
Golpes	2,54	0,10	1,0	41,78	18,99	0,98
25	3,81	0,15	1,3	43,81	19,91	1,03
No	5,08	0,20	2,5	51,94	23,61	1,22
Molde	7,62	0,30	5,0	68,88	31,31	1,61
1	10,16	0,41	6,8	81,07	36,85	1,90
	12,70	0,51	10,1	103,43	47,01	2,42
No	1,27	0,05	0,0	35,00	15,91	0,82
Golpes	2,54	0,10	0,0	35,00	15,91	0,82
12	3,81	0,15	0,0	35,00	15,91	0,82
No	5,08	0,20	0,0	35,00	15,91	0,82
Molde	7,62	0,30	0,0	35,00	15,91	0,82
3	10,16	0,41	0,0	35,00	15,91	0,82
	12,70	0,51	0,0	35,00	15,91	0,82

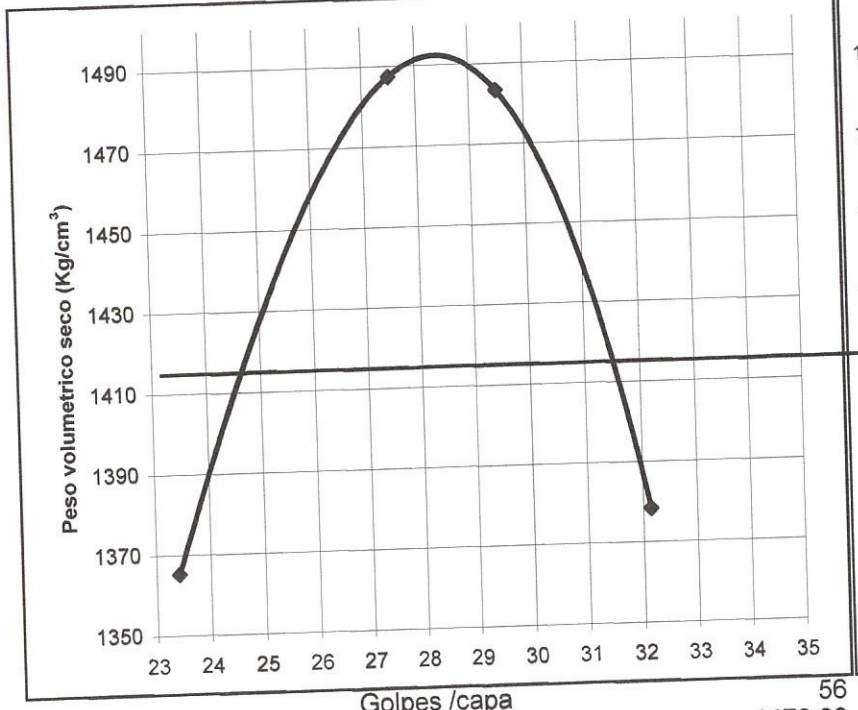


DETERMINACION C.B.R.

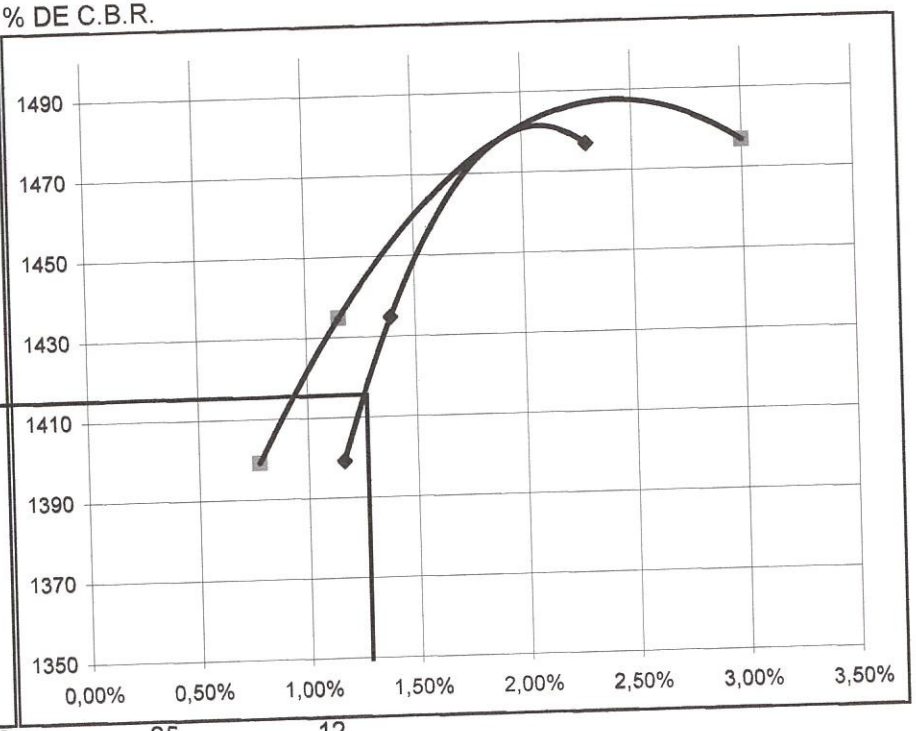
Proyecto : Av. Teodoro Alvarado Olea
Profundidad : 0,00 - 1,50
Abscisa : 0+440
Material : C2 - M1

Fecha: sep-03
Densidad Máx.Seca = 1491 kg/m^3
Humedad óptima = 28,41%

PROCTOR MODIFICADO



% DE C.B.R.



	Golpes /capa	56	25	12
	Densidad seca	1476,80	1434,79	1399,14
	Expansión %	8,01%	5,00%	2,99%
Para 0.1"	Carga Unitaria	1,61	0,98	0,82
	Carga Unitaria Patrón	70,45	70,45	70,45
	C.B.R. %	2,29%	1,39%	1,16%
Para 0.2"	Carga Unitaria	3,17	1,22	0,82
	Carga Unitaria Patrón	105,68	105,68	105,68
	C.B.R. %	3,00%	1,15%	0,78%
	Hinchamiento	8,01%	5,00%	2,99%

CBR DE DISENO : 1,20%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD

Proyecto : Av. Teodoro Alvarado Olea

Profundidad : 0,00 - 1,80

Abscisa : 0+760

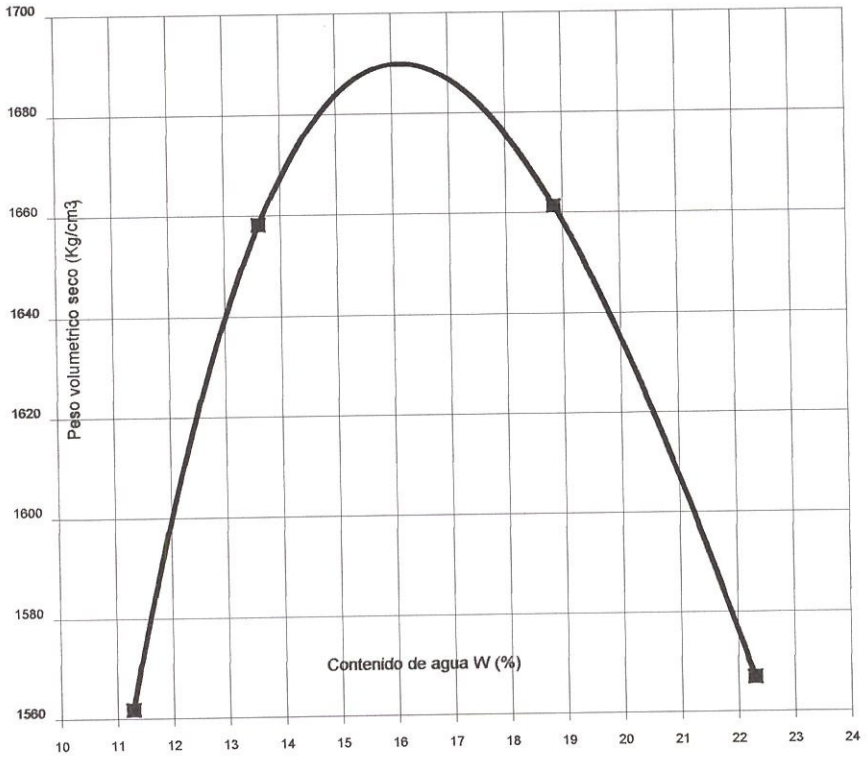
Material : C4 - M1

Fecha: sep-03

ENSAYO PROCTOR STANDARD METODO D

Peso del cilindro:	6488	kg
Volumen del cilindro:	0,0021	m3
Peso del martillo	10	Lbs
Altura de caída del martillo :	18	pulg.
Número de capas :	5	
Número de golpes/capa :	56	

No	Cáp No	Peso tierra húmeda + Cáp.	Peso tierra seca + Cáp.	Peso cáp.	Peso de agua	Peso seco	W	Peso tierra húmeda + cilindro	Peso tierra húmeda	1 / 1 + W	Peso tierra seca	Peso volumétrico seco
	gr	gr	gr	gr	gr	gr	%	Kg.	Kg.		Kg.	Kg/m3
1	28	314,1	267,8	22,1	46,3	245,7	18,84	10,696	4,208	0,8414	3,541	1.661,32
2	187	386,1	321,0	29	65,1	292,0	22,29	10,572	4,084	0,8177	3,339	1.566,87
3	T	266,8	237,1	18,9	29,7	218,2	13,61	10,503	4,015	0,8802	3,534	1.658,13
4	199	246,7	224,6	28,6	22,1	196,0	11,28	10,192	3,704	0,8987	3,329	1.561,80
5												
6												
7												



γmáx = 1668 kg/m^3

W ópt. = 16,4 %

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL ESPOL

CIB-ESPOL

Observaciones :

Realizado por: G.S.M.

Calculado por : G.S.M.

C.B.R.
REGISTRO

Proyecto :	Av. Teodoro Alvarado Olea	Fecha:	sep-03
Profundidad :	0,00 - 1,80	Altura del molde:	4,5827 "
Abscisa :	0+760	Volumen del cilindro:	2,1233E-03 m^3
Material :	C4 - M1	Peso del martillo	10 Lbs
		Altura de caída del martillo :	18 pulg
		Número de capas :	5

No de Molde	**5**	**11**	**1**
Golpes/capa	**56**	**25**	**12**

ANTES DE LA INMERSION

Peso humedo + Molde	11,232	100,060	10,731
Molde	7,052	7,028	7,213
Peso humedo	4,18	93,032	3,518
Peso Seco	3,599	3,331	3,028
Contenido de agua	16,13	16,44	16,19
Densidad Seca	1695,19	1568,55	1425,99

Lecturas de Hinchamiento

Inicial	0,096	0,072	0,285
24 Horas	0,257	0,278	0,469
48 Horas	0,310	0,352	0,552
72 Horas	0,364	0,398	0,584
96 Horas	0,382	0,423	0,601
% de Expansión	6,24%	7,66%	6,90%

DESPUES DE LA INMERSION

Peso humedo + Molde	11,531	11,230	11,309
Molde	4,479	7,028	7,213
Peso humedo	7,052	4,202	4,096
Peso Seco	3,201	2,959	2,761
Contenido de agua	39,910	42,022	48,352
Densidad Seca	1507,700	1393,444	1300,334

C.B.R.
CARGA UNITARIA - PENETRACION

Proyecto : Av. Teodoro Alvarado Olea

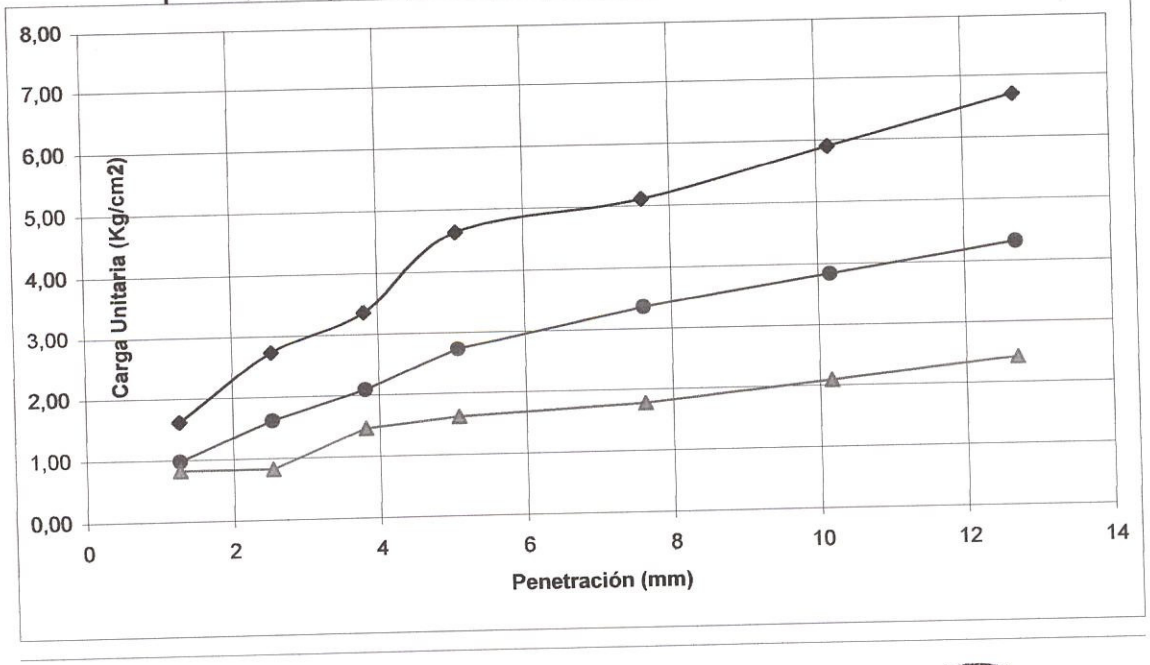
Profundidad : 0,00 - 1,50 Fecha: sep-03

Abscisa : 0+760

Material : C4 - M1

Diámetro del penétrometro: 4,9694 cm.
Area del Penétrometro: 19,395 cm2

	Penetración		Lect. Def.	Carga	Carga	Carga Unit.
	(mm)	(pulg)	x10-4	Lbrs.	Kgrs.	(Kg/cm2)
No	1,27	0,05	5,0	68,88	31,31	1,61
56	2,54	0,10	12,0	116,30	52,86	2,73
Golpes/capa	3,81	0,15	16,0	143,40	65,18	3,36
No	5,08	0,20	24,0	197,60	89,82	4,63
Molde	7,62	0,30	27,0	217,93	99,06	5,11
2	10,16	0,41	32,0	251,80	114,45	5,90
	12,70	0,51	37,0	285,68	129,85	6,70
No	1,27	0,05	1,0	41,78	18,99	0,98
Golpes	2,54	0,10	5,0	68,88	31,31	1,61
25	3,81	0,15	8,0	89,20	40,55	2,09
No	5,08	0,20	12,0	116,30	52,86	2,73
Molde	7,62	0,30	16,0	143,40	65,18	3,36
1	10,16	0,41	19,0	163,73	74,42	3,84
	12,70	0,51	22,0	184,05	83,66	4,31
No	1,27	0,05	0,0	35,00	15,91	0,82
Golpes	2,54	0,10	0,0	35,00	15,91	0,82
12	3,81	0,15	4,0	62,10	28,23	1,46
No	5,08	0,20	5,0	68,88	31,31	1,61
Molde	7,62	0,30	6,0	75,65	34,39	1,77
3	10,16	0,41	8,0	89,20	40,55	2,09
	12,70	0,51	10,0	102,75	46,70	2,41



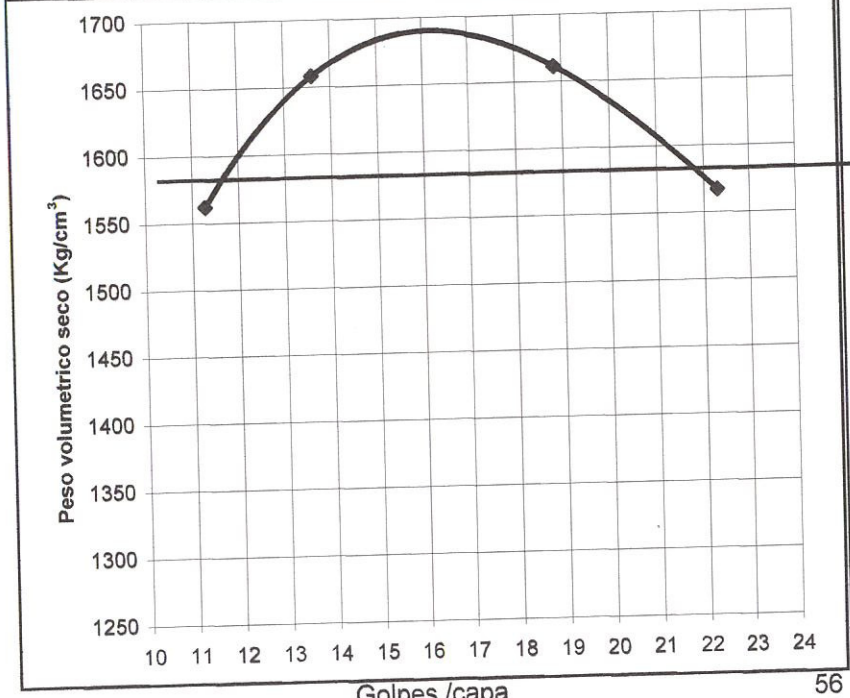
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL ESPOL
CIB-ESPOL

DETERMINACION C.B.R.

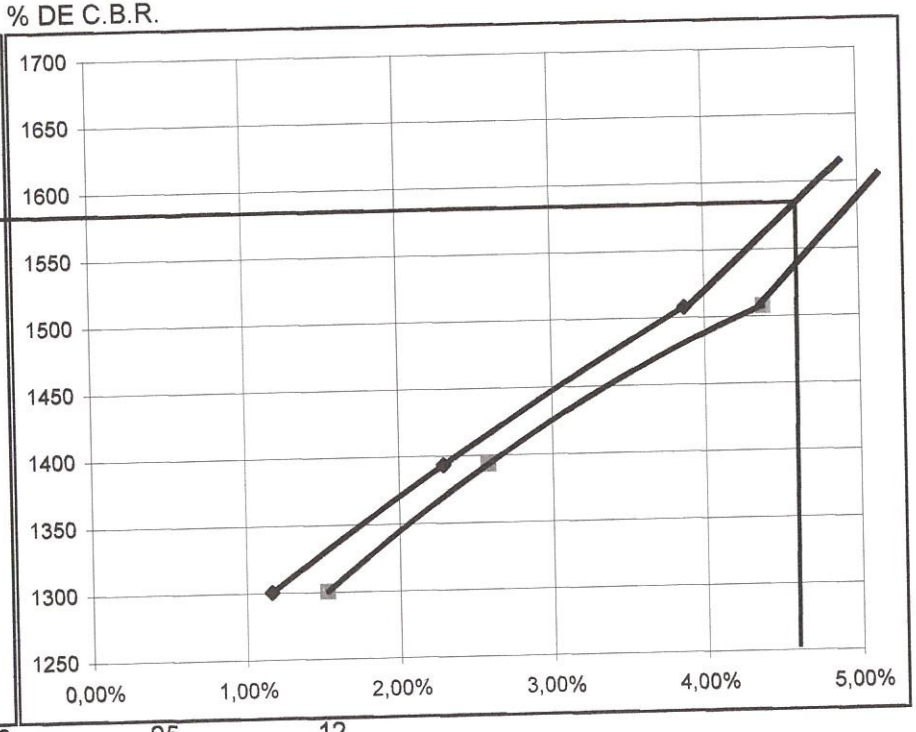
Proyecto : Av. Teodoro Alvarado Olea
Profundidad : 0,00 - 1,50
Abscisa : 0+760
Material : C4 - M1

Fecha: sep-03
Densidad Máx.Seca = 1668 kg/m^3
Humedad óptima = 16,40%

PROCTOR MODIFICADO



% DE C.B.R.



	Golpes /capa	56	25	12
	Densidad seca	1507,70	1393,44	1300,33
	Expansión %	6,24%	7,66%	6,90%
Para 0.1"	Carga Unitaria	2,73	1,61	0,82
	Carga Unitaria Patrón	70,45	70,45	70,45
	C.B.R. %	3,87%	2,29%	1,16%
Para 0.2"	Carga Unitaria	4,63	2,73	1,61
	Carga Unitaria Patrón	105,68	105,68	105,68
	C.B.R. %	4,38%	2,58%	1,53%
	Hinchamiento	6,24%	7,66%	6,90%

CBR DE DISENO : 4,75%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD

Proyecto : Av. Teodoro Alvarado Olea

Fecha: sep-03

Profundidad 0,50 - 1,50

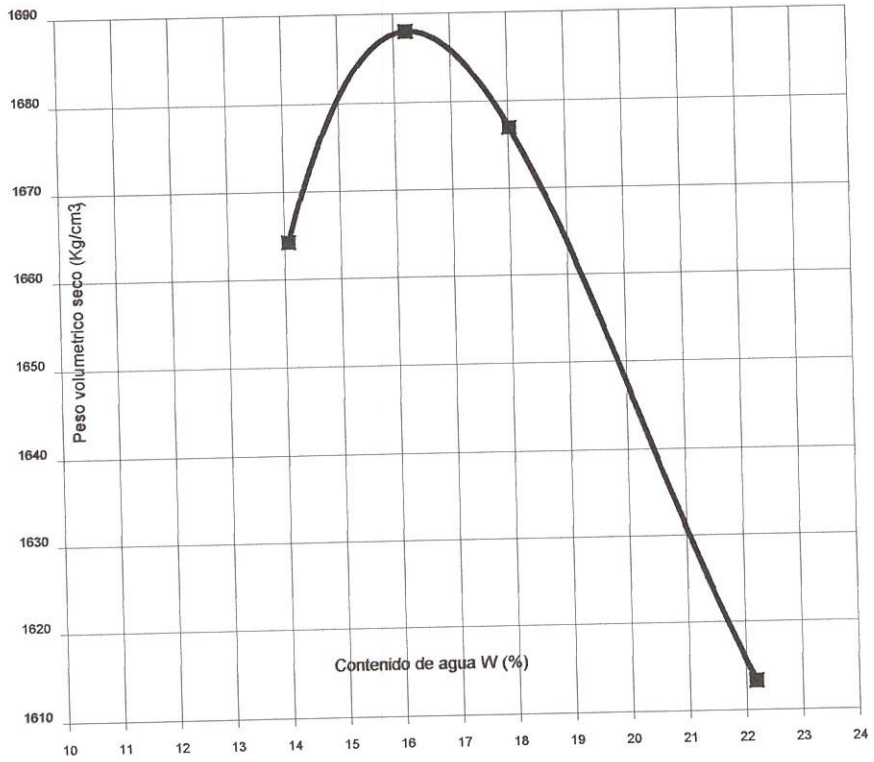
ENSAYO PROCTOR STANDARD METODO D

Abscisa : 1+610

Material : C8 - M2

Peso del cilindro:	6500	kg
Volumen del cilindro:	0,0021	m3
Peso del martillo	10	Lbs
Altura de caída del martillo :	18	pulg.
Número de capas :	5	
Número de golpes/capa :	56	

No	Cáp No	Peso tierra húmeda + Cáp.	Peso tierra seca + Cáp.	Peso cáp.	Peso de agua	Peso seco	W	Peso tierra húmeda + cilindro	Peso tierra húmeda	1 / 1 + W	Peso tierra seca	Peso volumétrico seco
	gr	gr	gr	gr	gr	gr	%	Kg.	Kg.		Kg.	Kg/m3
1	206	264,2	234,2	21,0	30,0	213,2	14,07	10,546	4,046	0,8766	3,547	1.664,20
2	170	316,4	275,7	24,7	40,7	251,0	16,22	10,681	4,181	0,8605	3,598	1.688,00
3	310	310,8	268,1	31,1	42,7	237,0	18,02	10,718	4,218	0,8473	3,574	1.676,94
4	4	350,8	292,8	31,3	58,0	261,5	22,18	10,701	4,201	0,8185	3,438	1.613,28
5												
6												
7												



γmáx = 1689 kg/m^3

W ópt. = 16,6 %

Observaciones : _____

Realizado por: G.S.M.

Calculado por : G.S.M.

C.B.R.
REGISTRO

Proyecto :	Av. Teodoro Alvarado Olea	Fecha:	sep-03
Profundidad :	0,50 - 1,50	Altura del molde:	4,5827 "
		Volumen del cilindro:	2,1233E-03 m^3
Abscisa :	1+610	Peso del martillo	10 Lbs
		Altura de caída del martillo :	18 pulg
Material :	C8 - M2	Número de capas :	5

No de Molde	**5**	**11**	**1**
Golpes/capa	**56**	**25**	**12**

ANTES DE LA INMERSION

Peso humedo + Molde	11,196	11,110	10,689
Molde	7,048	7,205	7,026
Peso humedo	4,148	3,905	3,663
Peso Seco	3,594	3,377	3,169
Contenido de agua	15,43	15,63	15,60
Densidad Seca	1692,41	1590,54	1492,35

Lecturas de Hinchamiento

Inicial	0,202	0,041	0,071
24 Horas	0,236	0,075	0,122
48 Horas	0,000	0,000	0,000
72 Horas	0,368	0,295	0,291
96 Horas	0,434	0,332	0,295
% de Expansión	5,06%	6,35%	4,89%

DESPUES DE LA INMERSION

Peso humedo + Molde	11,528	11,500	11,147
Molde	7,048	7,205	7,026
Peso humedo	4,480	4,295	4,121
Peso Seco	3,505	3,329	3,157
Contenido de agua	27,810	29,029	30,539
Densidad Seca	1650,827	1567,701	1486,789

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL ESPOL

CIB-ESPOL

C.B.R.
CARGA UNITARIA - PENETRACION

Proyecto : Av. Teodoro Alvarado Olea

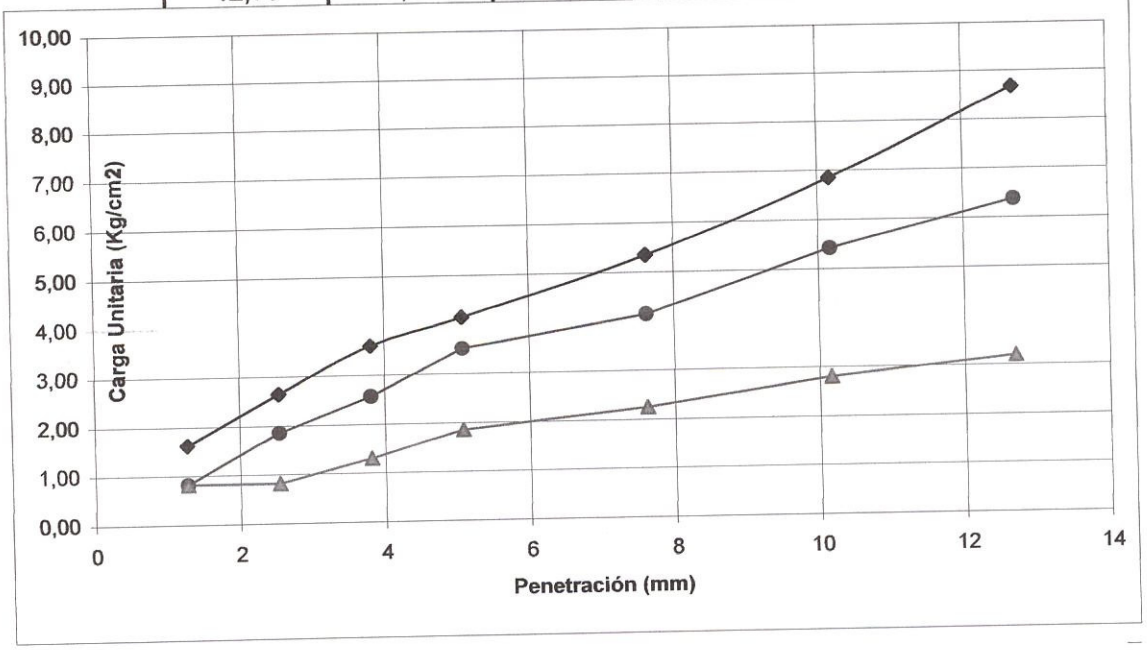
Profundidad : 0,50 - 1,50 Fecha: sep-03

Abscisa : 1+610

Material : C8 - M2

Diámetro del penétrometro: 4,9694 cm.
Area del Penétrometro: 19,395 cm2

	Penetración		Lect. Def.	Carga	Carga	Carga Unit.
	(mm)	(pulg)	x10-4	Lbrs.	Kgrs.	(Kg/cm2)
No	1,27	0,05	5,0	68,88	31,31	1,61
56	2,54	0,10	11,5	112,91	51,32	2,65
Golpes/capa	3,81	0,15	17,5	153,56	69,80	3,60
No	5,08	0,20	21,0	177,28	80,58	4,15
Molde	7,62	0,30	28,5	228,09	103,68	5,35
2	10,16	0,41	38,0	292,45	132,93	6,85
	12,70	0,51	49,5	370,36	168,35	8,68
No	1,27	0,05	0,0	35,00	15,91	0,82
Golpes	2,54	0,10	6,5	79,04	35,93	1,85
25	3,81	0,15	11,0	109,53	49,79	2,57
No	5,08	0,20	17,0	150,18	68,26	3,52
Molde	7,62	0,30	21,0	177,28	80,58	4,15
1	10,16	0,41	29,0	231,48	105,22	5,43
	12,70	0,51	35,0	272,13	123,70	6,38
No	1,27	0,05	0,0	35,00	15,91	0,82
Golpes	2,54	0,10	0,0	35,00	15,91	0,82
12	3,81	0,15	3,0	55,33	25,15	1,30
No	5,08	0,20	6,5	79,04	35,93	1,85
Molde	7,62	0,30	9,0	95,98	43,63	2,25
3	10,16	0,41	12,5	119,69	54,40	2,81
	12,70	0,51	15,0	136,63	62,10	3,20

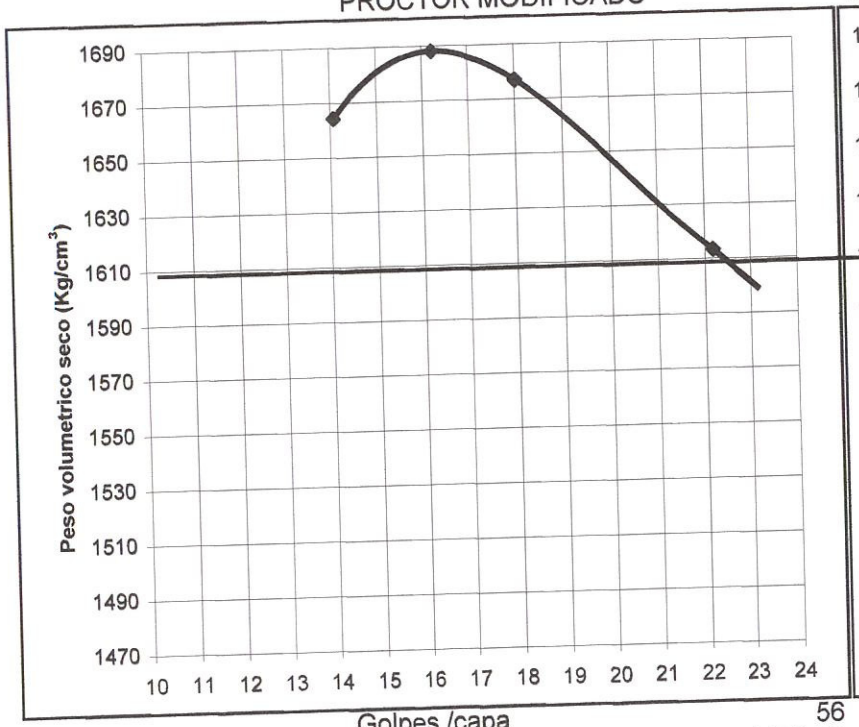


DETERMINACION C.B.R.

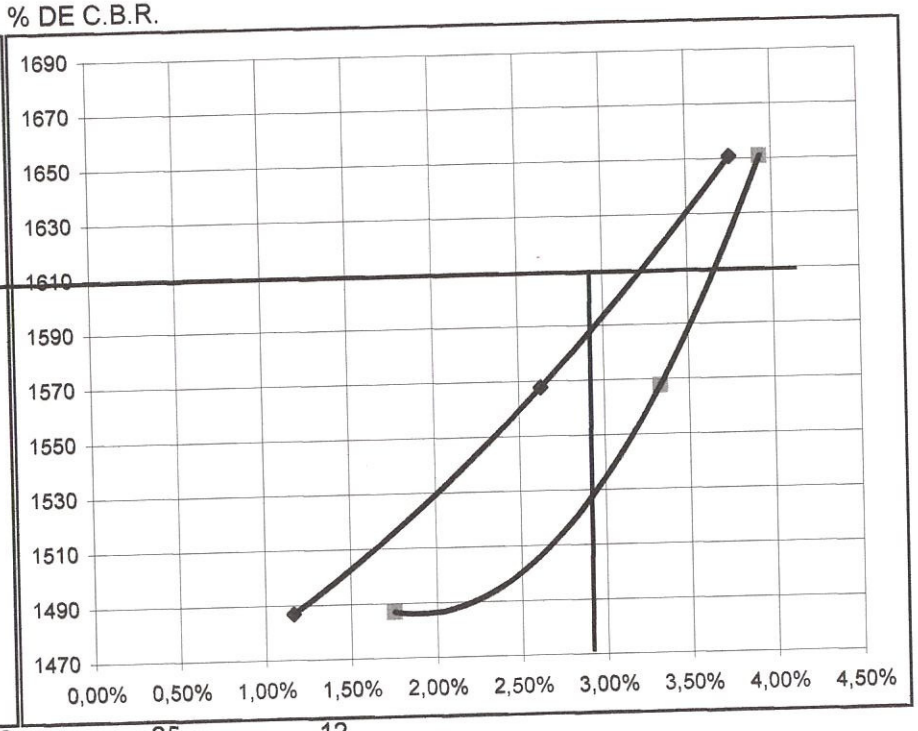
Proyecto : Av. Teodoro Alvarado Olea
Profundidad : 0,50 - 1,50
Abscisa : 1+610
Material : C8 - M2

Fecha: sep-03
Densidad Máx.Seca = 1689 kg/m^3
Humedad óptima = 16,60%

PROCTOR MODIFICADO



% DE C.B.R.



	Golpes /capa	56	25	12
	Densidad seca	1650,83	1567,70	1486,79
	Expansión %	5,06%	6,35%	4,89%
Para 0.1"	Carga Unitaria	2,65	1,85	0,82
	Carga Unitaria Patrón	70,45	70,45	70,45
	C.B.R. %	3,76%	2,63%	1,16%
Para 0.2"	Carga Unitaria	4,15	3,52	1,85
	Carga Unitaria Patrón	105,68	105,68	105,68
	C.B.R. %	3,93%	3,33%	1,75%
	Hinchamiento	5,06%	6,35%	4,89%

CBR DE DISENO : 3,20%

CIB-ESPOL

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL ESPOL

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD

Proyecto : Av. Teodoro Alvarado Olea

Fecha: sep-03

Profundidad : 0,00 - 0,70

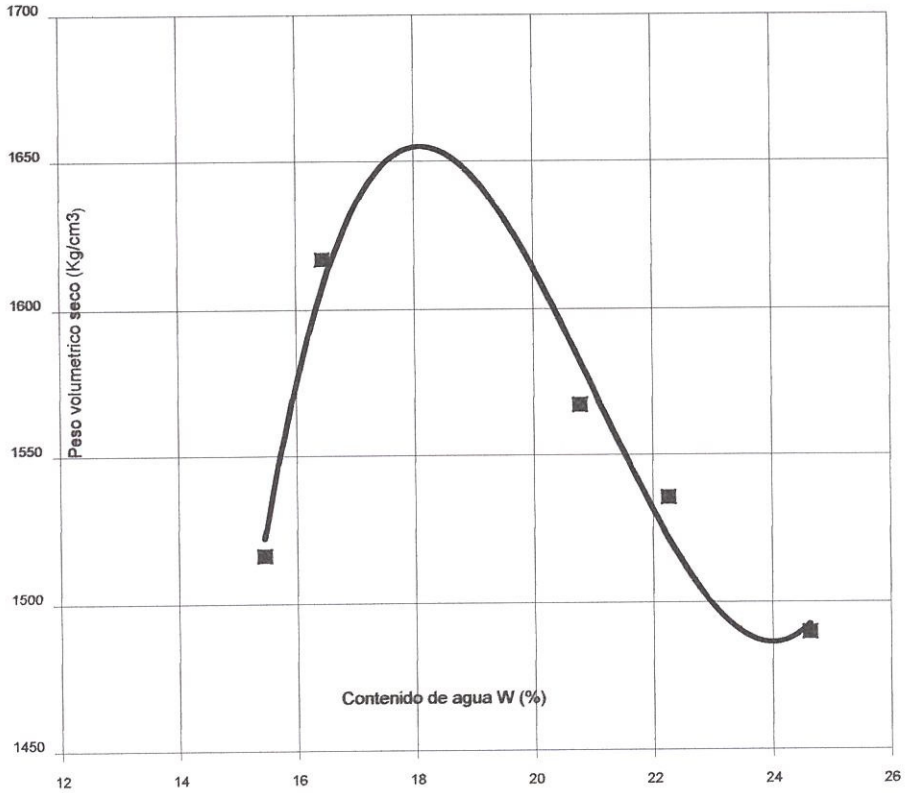
ENSAYO PROCTO STANDARD METODO D

Abscisa : 2+400

Material : C11 - M1

Peso del cilindro:	6487	kg
Volumen del cilindro:	0,0021	m3
Peso del martillo	10	Lbs
Altura de caída del martillo :	18	pulg.
Número de capas :	5	
Número de golpes/capa :	56	

No	Cáp No	Peso tierra húmeda + Cáp.	Peso tierra seca + Cáp.	Peso cáp.	Peso de agua	Peso seco	W	Peso tierra húmeda + cilindro	Peso tierra húmeda	1 / 1 + W	Peso tierra seca	Peso volumétrico seco
	gr	gr	gr	gr	gr	gr	%	Kg.	Kg.		Kg.	Kg/m3
1	1	360,5	304,2	33,3	56,3	270,9	20,78	10,522	4,035	0,8279	3,341	1.567,45
2	205	273,3	227,6	22,3	45,7	205,3	22,26	10,488	4,001	0,8179	3,273	1.535,46
3	206	299,4	244,4	21,1	55,0	223,3	24,63	10,444	3,957	0,8024	3,175	1.489,69
4	127	300,3	261,9	28,4	38,4	233,5	16,45	10,500	4,013	0,8588	3,446	1.616,97
5	10	245,3	216,7	31,6	28,6	185,1	15,45	10,218	3,731	0,8662	3,23	1.516,29
6												
7												



γmáx = 1633 kg/m^3

W ópt. = 17,6 %

Observaciones : _____

Realizado por: G.S.M.

Calculado por : G.S.M.

C.B.R.
REGISTRO

Proyecto :	Av. Teodoro Alvarado Olea	Fecha:	sep-03
Profundidad :	0,00 - 0,70	Altura del molde:	4,5827 "
		Volumen del cilindro:	2,1233E-03 m^3
Abscisa :	2+400	Peso del martillo	10 Lbs
		Altura de caída del martillo :	18 pulg
Material :	C11 - M1	Número de capas :	5

No de Molde	**5**	**11**	**1**
Golpes/capa	**56**	**25**	**12**

ANTES DE LA INMERSION

Peso humedo + Molde	11,196	11,110	10,689
Molde	7,048	7,205	7,026
Peso humedo	4,148	3,905	3,663
Peso Seco	3,594	3,377	3,169
Contenido de agua	15,43	15,63	15,60
Densidad Seca	1692,41	1590,54	1492,35

Lecturas de Hinchamiento

Inicial	0,202	0,041	0,071
24 Horas	0,236	0,075	0,122
48 Horas	0,000	0,000	0,000
72 Horas	0,368	0,295	0,291
96 Horas	0,434	0,332	0,295
% de Expansión	5,06%	6,35%	4,89%

DESPUES DE LA INMERSION

Peso humedo + Molde	11,528	11,500	11,147
Molde	7,048	7,205	7,026
Peso humedo	4,480	4,295	4,121
Peso Seco	3,505	3,329	3,157
Contenido de agua	27,810	29,029	30,539
Densidad Seca	1650,827	1567,701	1486,789

C.B.R.
CARGA UNITARIA - PENETRACION

Proyecto : Av. Teodoro Alvarado Olea

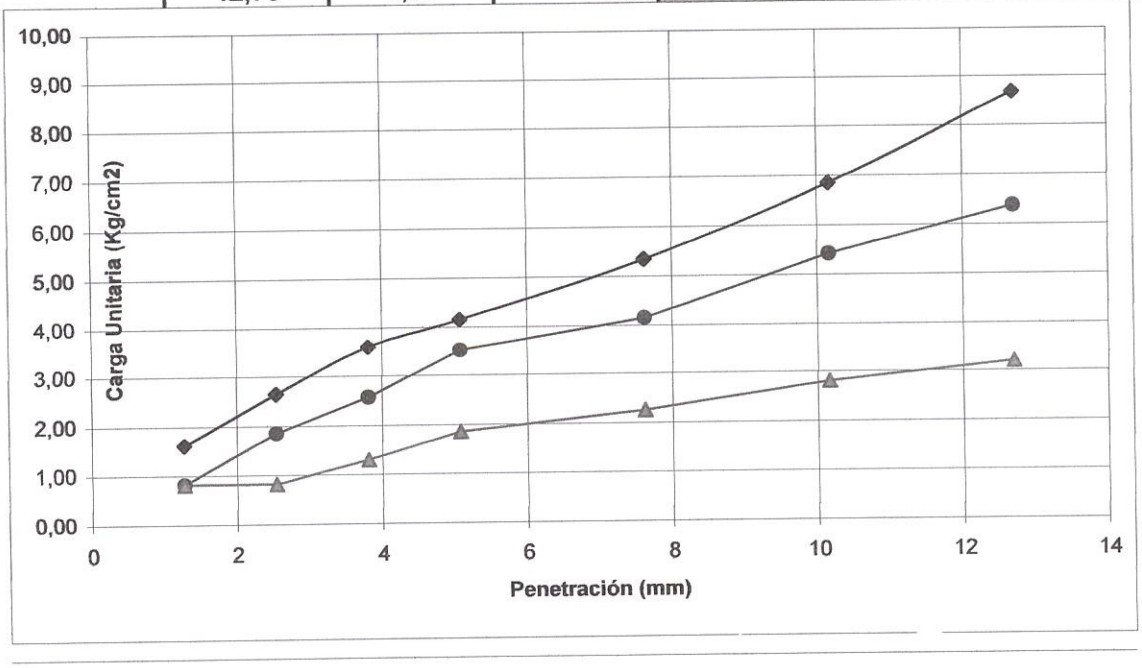
Profundidad : 0,00 - 0,70 Fecha: sep-03

Abscisa : 2+400

Material : C11 - M1

Diámetro del penétrometro: 4,9694 cm.
Area del Penétrometro: 19,395 cm2

	Penetración		Lect. Def.	Carga	Carga	Carga Unit.
	(mm)	(pulg)	x10-4	Lbrs.	Kgrs.	(Kg/cm2)
No	1,27	0,05	5,0	68,88	31,31	1,61
56	2,54	0,10	11,5	112,91	51,32	2,65
Golpes/capa	3,81	0,15	17,5	153,56	69,80	3,60
No	5,08	0,20	21,0	177,28	80,58	4,15
Molde	7,62	0,30	28,5	228,09	103,68	5,35
2	10,16	0,41	38,0	292,45	132,93	6,85
	12,70	0,51	49,5	370,36	168,35	8,68
No	1,27	0,05	0,0	35,00	15,91	0,82
Golpes	2,54	0,10	6,5	79,04	35,93	1,85
25	3,81	0,15	11,0	109,53	49,79	2,57
No	5,08	0,20	17,0	150,18	68,26	3,52
Molde	7,62	0,30	21,0	177,28	80,58	4,15
1	10,16	0,41	29,0	231,48	105,22	5,43
	12,70	0,51	35,0	272,13	123,70	6,38
No	1,27	0,05	0,0	35,00	15,91	0,82
Golpes	2,54	0,10	0,0	35,00	15,91	0,82
12	3,81	0,15	3,0	55,33	25,15	1,30
No	5,08	0,20	6,5	79,04	35,93	1,85
Molde	7,62	0,30	9,0	95,98	43,63	2,25
3	10,16	0,41	12,5	119,69	54,40	2,81
	12,70	0,51	15,0	136,63	62,10	3,20

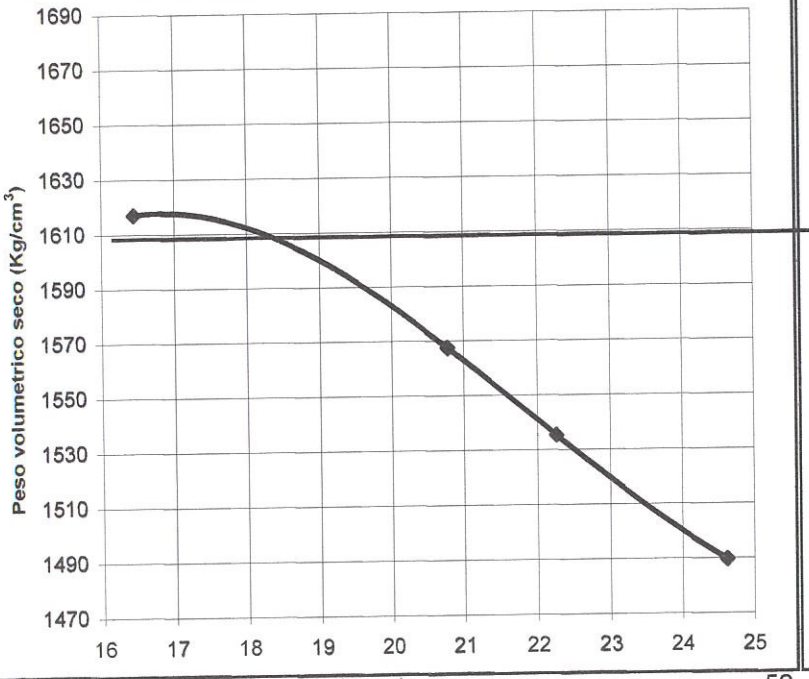


DETERMINACION C.B.R.

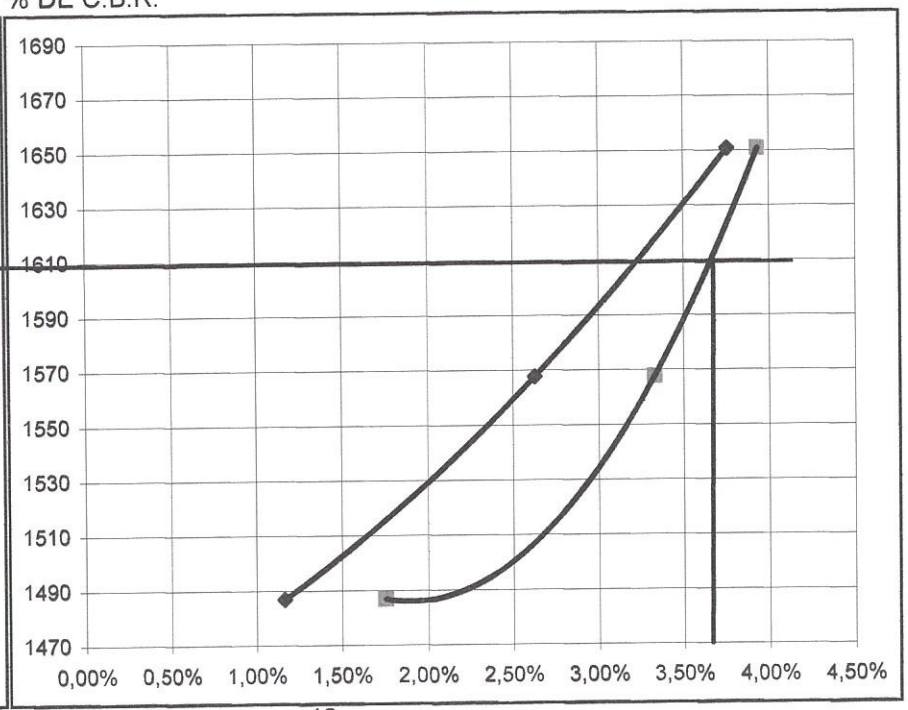
Proyecto : Av. Teodoro Alvarado Olea
Profundidad : 0,00 - 0,70
Abscisa : 2+400
Material : C11 - M1

Fecha: sep-03
Densidad Máx.Seca = 1633 kg/m^3
Humedad óptima = 17,60%

PROCTOR MODIFICADO



% DE C.B.R.



	Golpes /capa	56	25	12
	Densidad seca	1650,83	1567,70	1486,79
	Expansión %	5,06%	6,35%	4,89%
Para 0.1"	Carga Unitaria	2,65	1,85	0,82
	Carga Unitaria Patrón	70,45	70,45	70,45
	C.B.R. %	3,76%	2,63%	1,16%
Para 0.2"	Carga Unitaria	4,15	3,52	1,85
	Carga Unitaria Patrón	105,68	105,68	105,68
	C.B.R. %	3,93%	3,33%	1,75%
	Hinchamiento	5,06%	6,35%	4,89%

CBR DE DISENO : 3,73%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD

Proyecto : Av. Teodoro Alvarado Olea

Fecha: sep-03

Profundidad : 0,70 - 1,40

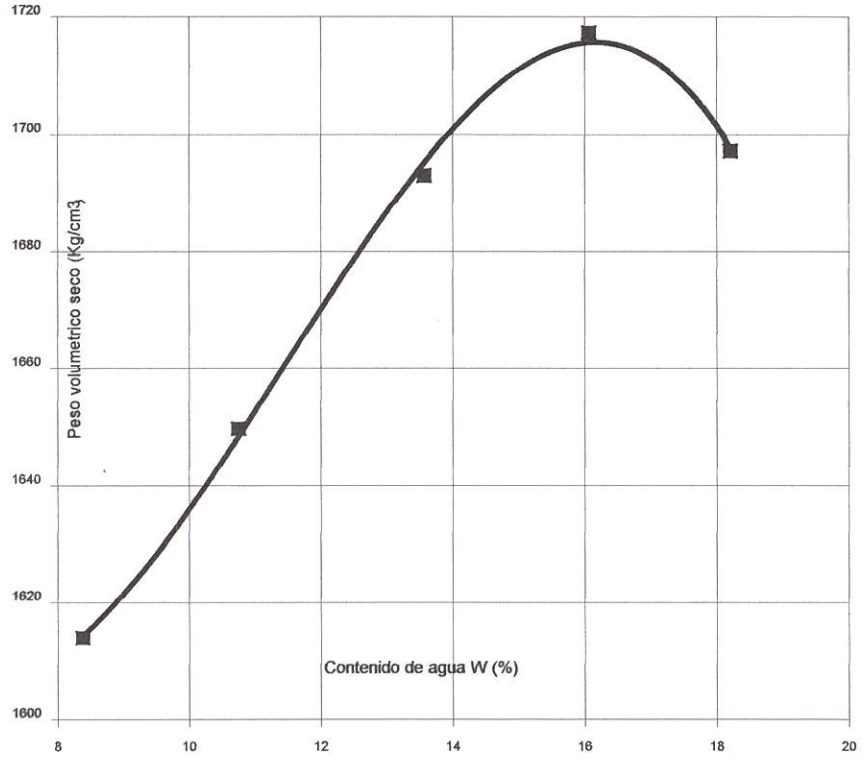
ENSAYO PROCTOR STANDARD METODO D

Abscisa : 2+410

Material : C12 - M2

Peso del cilindro:	6487	kg
Volumen del cilindro:	0,0021	m3
Peso del martillo	10	
Altura de caída del martillo :	18	pulg.
Número de capas :	5	
Número de golpes/capa :	56	

No	Cáp No	Peso tierra húmeda + Cáp.	Peso tierra seca + Cáp.	Peso cáp.	Peso de agua	Peso seco	W	Peso tierra húmeda + cilindro	Peso tierra húmeda	$\frac{1}{1+W}$	Peso tierra seca	Peso volumétrico seco
	gr	gr	gr	gr	gr	gr	%	Kg.	Kg.		Kg.	Kg/m3
1	28	305,8	271,9	22,0	33,9	249,9	13,57	10,585	4,098	0,8805	3,608	1.693,09
2	1	299,8	262,0	26,7	37,8	235,3	16,06	10,735	4,248	0,8616	3,660	1.717,28
3	119	272,0	233,6	22,7	38,4	210,9	18,21	10,763	4,276	0,8460	3,617	1.697,26
4	205	299,4	272,5	22,2	26,9	250,3	10,75	10,381	3,894	0,9030	3,516	1.649,75
5	206	229,6	213,5	21,4	16,1	192,1	8,38	10,215	3,728	0,9227	3,44	1.613,90
6												
7												



γmáx = 1717 kg/m^3

W ópt. = 16,1 %

CIB-ESPOL

Observaciones : _____

Realizado por: G.S.M.

Calculado por : G.S.M.

C.B.R.
REGISTRO

Proyecto :	Av. Teodoro Alvarado Olea	Fecha:	sep-03
Profundidad : 0,70 - 1,40		Altura del molde:	4,5827 "
		Volumen del cilindro:	2,1233E-03 m^3
Abscisa :	2+410	Peso del martillo	10 Lbs
		Altura de caída del martillo :	18 pulg
Material :	C12 - M2	Número de capas :	5

No de Molde	**5**	**11**	**1**
Golpes/capa	**56**	**25**	**12**

ANTES DE LA INMERSION

Peso humedo + Molde	114,880	111,830	110,350
Molde	72,150	70,740	71,770
Peso humedo	42,73	41,09	38,58
Peso Seco	29,938	29,123	27,840
Contenido de agua	16,07	15,02	15,21
Densidad Seca	1733,810	1682,486	1577,105

Lecturas de Hinchamiento

Inicial	0,084	0,145	0,142
24 Horas	0,000	0,000	0,000
48 Horas	0,110	0,169	0,164
72 Horas	0,111	0,170	0,165
96 Horas	0,112	0,172	0,168
% de Expansión	0,61%	0,59%	0,57%

DESPUES DE LA INMERSION

Peso humedo + Molde	11,647	11,500	11,147
Molde	7,215	7,205	7,026
Peso humedo	4,432	4,295	4,121
Peso Seco	4,244	4,118	3,958
Contenido de agua	20,720	3,329	3,157
Densidad Seca	1729,056	1665,348	1591,255

C.B.R.
CARGA UNITARIA - PENETRACION

Proyecto : Av. Teodoro Alvarado Olea

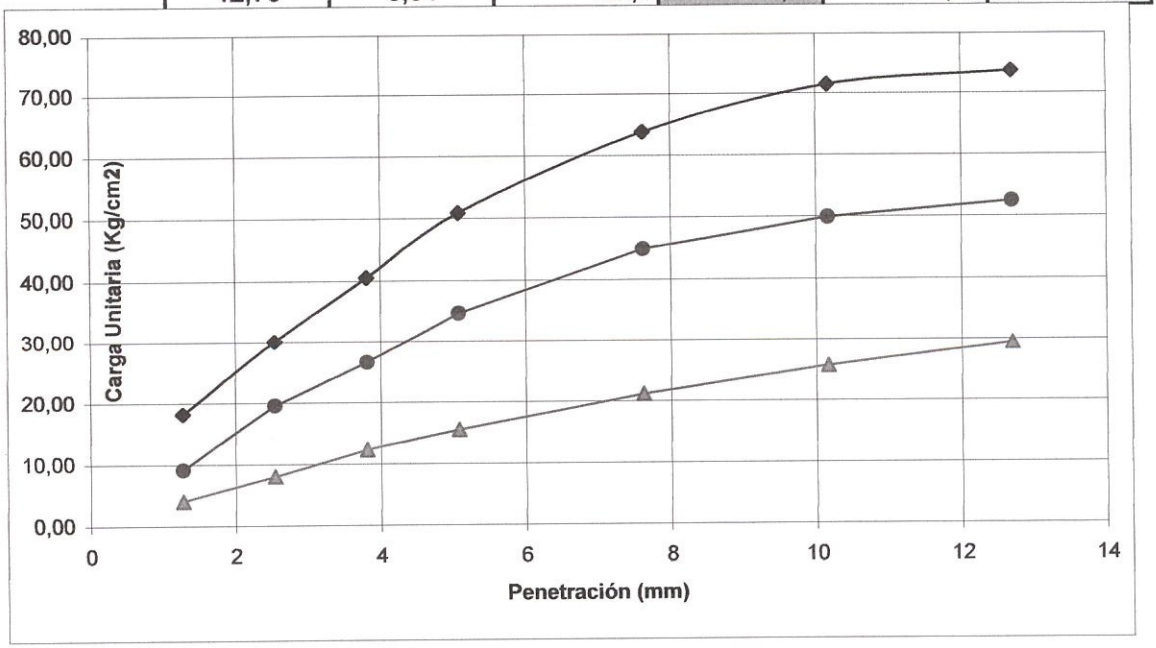
Profundidad : 0,70 - 1,40 Fecha: sep-03

Abscisa : 2+410

Material : C12 - M2

Diámetro del penétrometro: 4,9694 cm.
Area del Penétrometro: 19,395 cm2

	Penetración		Lect. Def.	Carga	Carga	Carga Unit.
	(mm)	(pulg)	x10-4	Lbrs.	Kgrs.	(Kg/cm2)
No	1,27	0,05	109,0	773,48	351,58	18,13
56	2,54	0,10	184,0	1281,60	582,55	30,04
Golpes/capa	3,81	0,15	250,0	1728,75	785,80	40,52
No	5,08	0,20	315,0	2169,13	985,97	50,84
Molde	7,62	0,30	396,6	2722,10	1237,32	63,80
2	10,16	0,41	445,0	3049,88	1386,31	71,48
	12,70	0,51	458,1	3138,95	1426,80	73,57
No	1,27	0,05	52,0	387,30	176,05	9,08
Golpes	2,54	0,10	118,0	834,45	379,30	19,56
25	3,81	0,15	162,0	1132,55	514,80	26,54
No	5,08	0,20	213,0	1478,08	671,85	34,64
Molde	7,62	0,30	278,0	1918,45	872,02	44,96
1	10,16	0,41	309,0	2128,48	967,49	49,88
	12,70	0,51	325,0	2236,88	1016,76	52,42
No	1,27	0,05	20,0	170,50	77,50	4,00
Golpes	2,54	0,10	45,0	339,88	154,49	7,97
12	3,81	0,15	72,0	522,80	237,64	12,25
No	5,08	0,20	92,0	658,30	299,23	15,43
Molde	7,62	0,30	128,0	902,20	410,09	21,14
3	10,16	0,41	156,0	1091,90	496,32	25,59
	12,70	0,51	180,0	1254,50	570,23	29,40



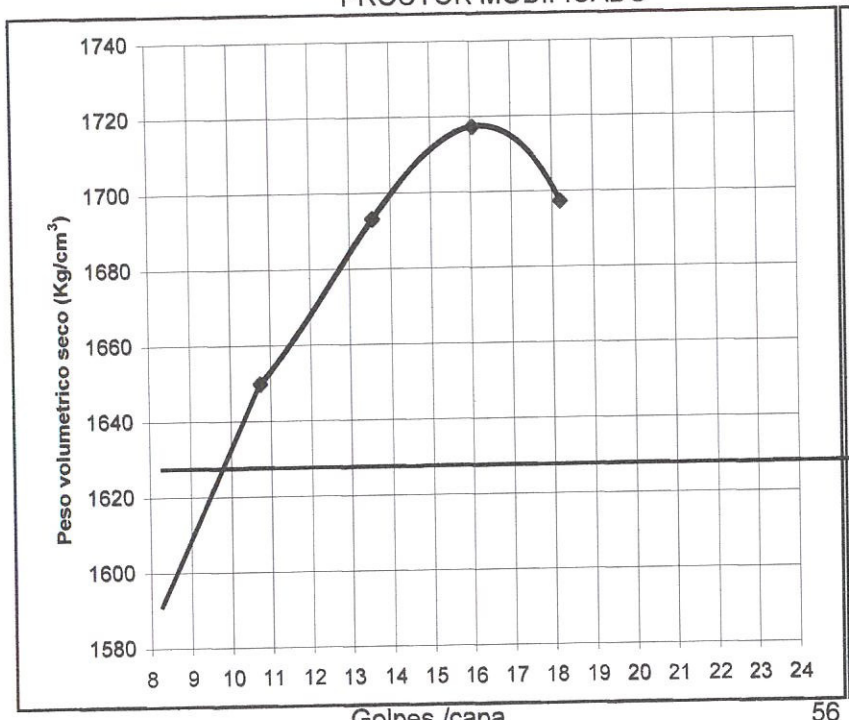
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL ESPOL
CIB-ESPOL

DETERMINACION C.B.R.

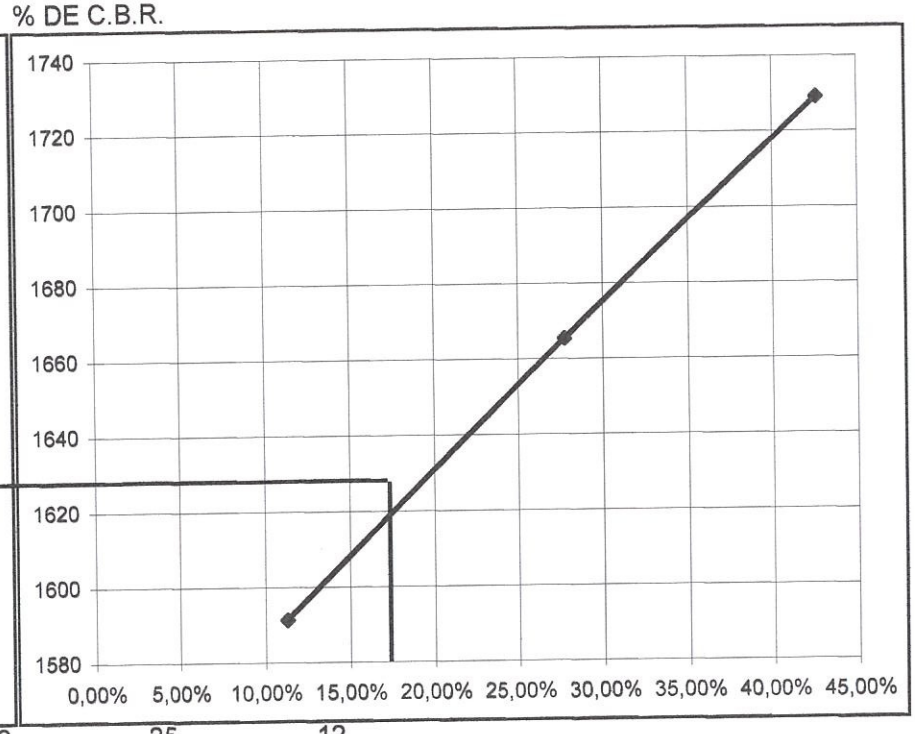
Proyecto : Av. Teodoro Alvarado Olea
Profundidad : 0,70 - 1,40
Abscisa : 2+410
Material : C12 - M2

Fecha: sep-03
Densidad Máx.Seca = 1717 kg/m³
Humedad óptima = 16,10%

PROCTOR MODIFICADO



% DE C.B.R.



	Golpes /capa	56	25	12
	Densidad seca	1729,06	1665,35	1591,26
	Expansión %	0,61%	0,59%	0,57%
Para 0.1"	Carga Unitaria	30,04	19,56	7,97
	Carga Unitaria Patrón	70,45	70,45	70,45
	C.B.R. %	42,63%	27,76%	11,31%
Para 0.2"	Carga Unitaria	50,84	34,64	15,43
	Carga Unitaria Patrón	105,68	105,68	105,68
	C.B.R. %	48,10%	32,78%	14,60%
	Hinchamiento	0,61%	0,59%	0,57%

CBR DE DISENO : 19,00%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD

Proyecto : Av. Teodoro Alvarado Olea

Profundidad : 0,00 - 1,20

Abscisa : 2+500

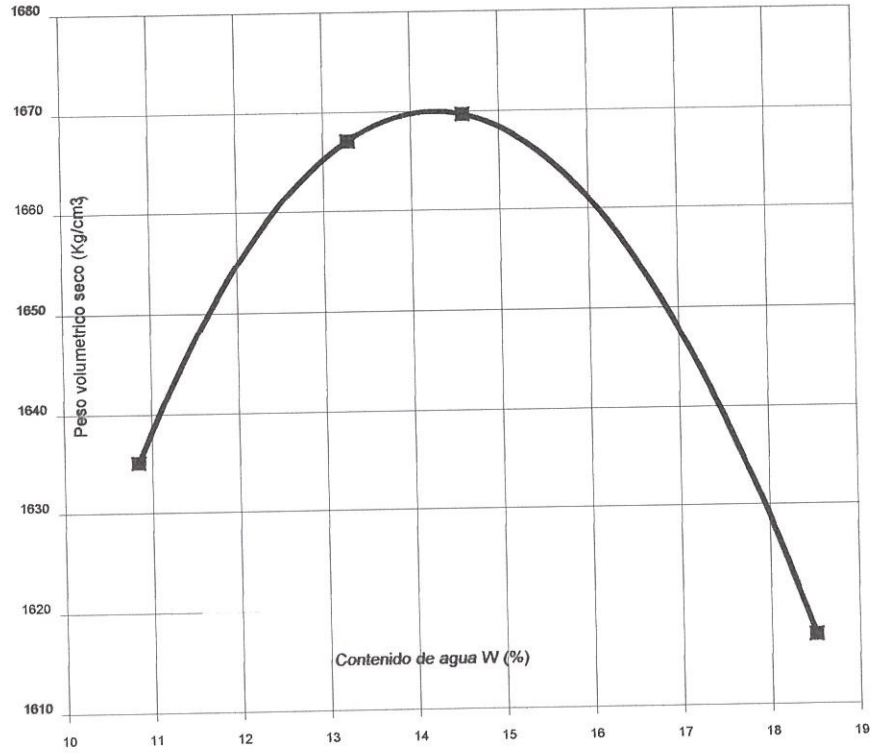
Material : C13 - M1

Fecha: sep-03

ENSAYO PROCTOR STANDARD METODO D

Peso del cilindro:	6488	kg
Volumen del cilindro:	0,0021	m3
Peso del martillo	10	Lbs
Altura de caída del martillo :	18	pulg.
Número de capas :	5	
Número de golpes/capa :	56	

No	Cáp No	Peso tierra húmeda + Cáp.	Peso tierra seca + Cáp.	Peso cáp.	Peso de agua	Peso seco	W	Peso tierra húmeda + cilindro	Peso tierra húmeda	1 / 1 + W	Peso tierra seca	Peso volumétrico seco
	gr	gr	gr	gr	gr	gr	%	Kg.	Kg.		Kg.	Kg/m3
1	19	342,0	305,6	31,5	36,4	274,1	13,28	10,513	4,025	0,8828	3,553	1.667,13
2	27	330,9	292,8	31,6	38,1	261,2	14,59	10,639	4,151	0,8727	3,623	1.669,68
3	41	311,3	267,3	29,5	44,0	237,8	18,50	10,572	4,084	0,8439	3,446	1.617,01
4	130	268,8	245,4	29,6	23,4	215,8	10,84	10,351	3,863	0,9022	3,485	1.635,20
5												
6												
7												



γmáx = 1673

W ópt. = 14,1 %

Observaciones : _____

Realizado por: G.S.M.

Calculado por : G.S.M.

C.B.R.
REGISTRO

Proyecto :	Av. Teodoro Alvarado Olea	Fecha:	sep-03
Profundidad : 0,00 - 1,20		Altura del molde:	4,5827 "
		Volumen del cilindro:	2,1233E-03 m^3
Abscisa :	2+500	Peso del martillo	10 Lbs
		Altura de caída del martillo :	18 pulg
Material :	C13 - M1	Número de capas :	5

No de Molde	**5**	**11**	**1**
Golpes/capa	**56**	**25**	**12**

ANTES DE LA INMERSION

Peso humedo + Molde	113,700	111,410	108,930
Molde	72,220	71,120	71,480
Peso humedo	41,48	40,29	37,45
Peso Seco	29,319	28,719	27,246
Contenido de agua	16,77	16,01	17,84
Densidad Seca	1673,000	1635,650	1496,740

Lecturas de Hinchamiento

Inicial	0,061	0,065	0,174
24 Horas	0,191	0,218	0,314
48 Horas	0,217	0,245	0,339
72 Horas	0,237	0,266	0,353
96 Horas	0,281	0,281	0,357
% de Expansión	4,80%	4,71%	3,99%

DESPUES DE LA INMERSION

Peso humedo + Molde	115,270	113,230	112,360
Molde	72,220	71,120	71,480
Peso humedo	43,050	42,110	40,880
Peso Seco	30,094	29,632	29,018
Contenido de agua	22,920	25,700	27,580
Densidad Seca	1649,450	1577,750	1509,096

C.B.R.
CARGA UNITARIA - PENETRACION

Proyecto : Av. Teodoro Alvarado Olea

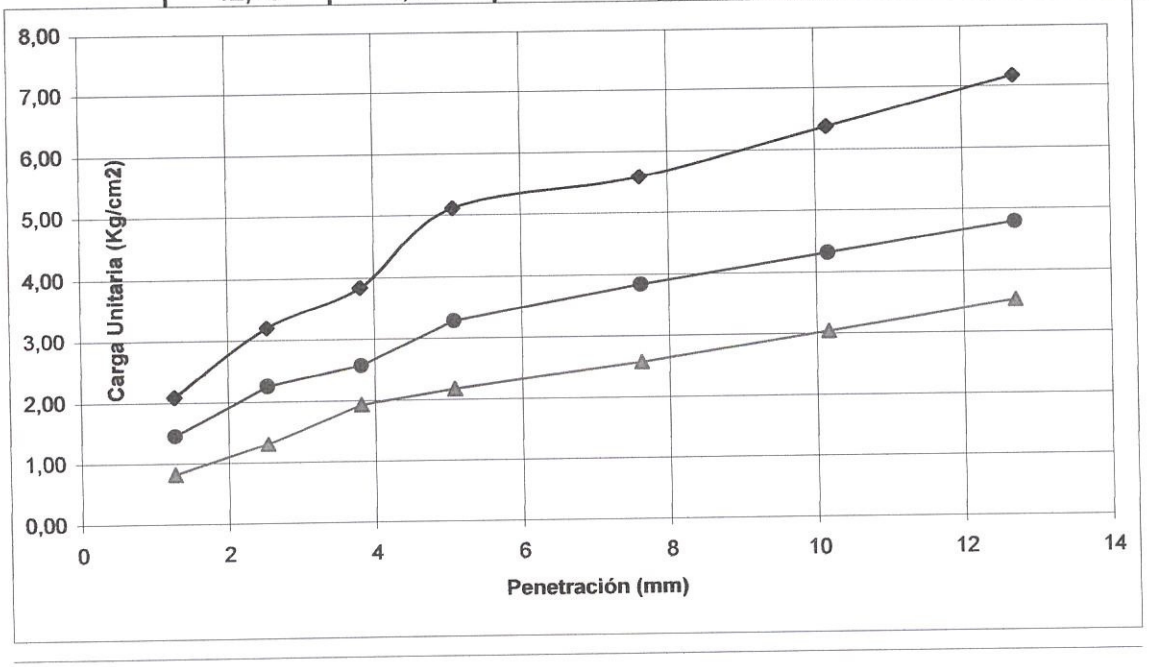
Profundidad : 0,00 - 1,20 Fecha: sep-03

Abscisa : 2+500

Material : C13 - M1

Diámetro del penétrometro: 4,9694 cm.
Area del Penétrometro: 19,395 cm2

	Penetración		Lect. Def.	Carga	Carga	Carga Unit.
	(mm)	(pulg)	x10-4	Lbrs.	Kgrs.	(Kg/cm2)
No	1,27	0,05	8,0	89,20	40,55	2,09
56	2,54	0,10	15,0	136,63	62,10	3,20
Golpes/capa	3,81	0,15	19,0	163,73	74,42	3,84
No	5,08	0,20	27,0	217,93	99,06	5,11
Molde	7,62	0,30	30,0	238,25	108,30	5,58
2	10,16	0,41	35,0	272,13	123,70	6,38
	12,70	0,51	40,0	306,00	139,09	7,17
No	1,27	0,05	4,0	62,10	28,23	1,46
Golpes	2,54	0,10	9,0	95,98	43,63	2,25
25	3,81	0,15	11,0	109,53	49,79	2,57
No	5,08	0,20	15,5	140,01	63,64	3,28
Molde	7,62	0,30	19,0	163,73	74,42	3,84
1	10,16	0,41	22,0	184,05	83,66	4,31
	12,70	0,51	25,0	204,38	92,90	4,79
No	1,27	0,05	0,0	35,00	15,91	0,82
Golpes	2,54	0,10	3,0	55,35	25,16	1,30
12	3,81	0,15	7,0	82,43	37,47	1,93
	5,08	0,20	8,5	92,59	42,09	2,17
Molde	7,62	0,30	11,0	109,53	49,79	2,57
3	10,16	0,41	14,0	129,85	59,02	3,04
	12,70	0,51	17,0	150,18	68,26	3,52



DETERMINACION C.B.R.

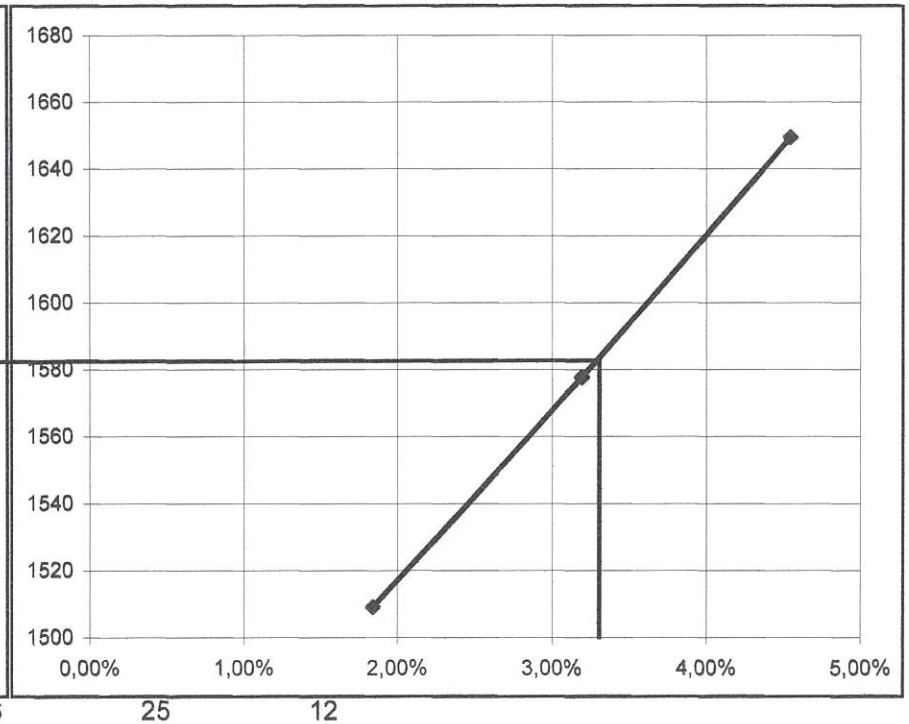
Proyecto : Av. Teodoro Alvarado Olea
Profundidad : 0,00 - 1,20
Abscisa : 2+500
Material : C13 - M1

Fecha: sep-03
Densidad Máx.Seca = 1673 kg/m^3
Humedad óptima = 14,10%

PROCTOR MODIFICADO



% DE C.B.R.



	Golpes /capa	56	25	12
	Densidad seca	1649,45	1577,75	1509,10
	Expansión %	4,80%	4,71%	3,99%
Para	Carga Unitaria	3,20	2,25	1,30
0.1"	Carga Unitaria Patrón	70,45	70,45	70,45
	C.B.R. %	4,55%	3,19%	1,84%
Para	Carga Unitaria	5,11	3,28	2,17
0.2"	Carga Unitaria Patrón	105,68	105,68	105,68
	C.B.R. %	4,83%	3,10%	2,05%
	Hinchamiento	4,80%	4,71%	3,99%

CBR DE DISENO : 3,38%

CIB-ESPOL

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD

Proyecto : Av. Teodoro Alvarado Olea

Profundidad : 0,60 - 1,00

Abscisa : 2+755

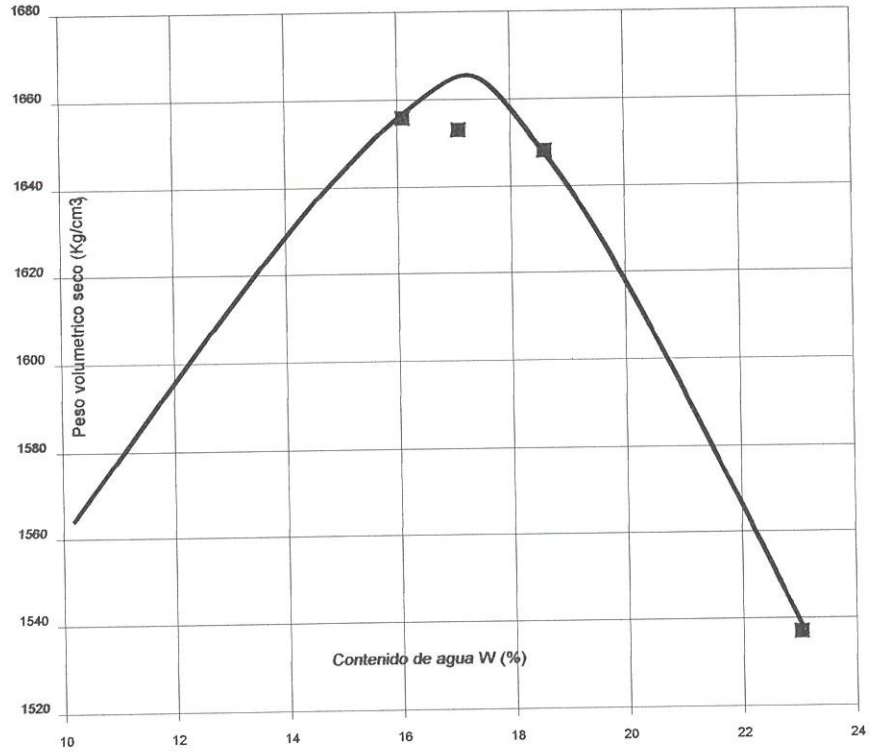
Material : C14 - M2

Fecha: sep-03

ENSAYO PROCTOR STANDARD METODO D

Peso del cilindro:	6488	kg
Volumen del cilindro:	0,0021	m3
Peso del martillo	10	Lbs
Altura de caída del martillo :	18	pulg.
Número de capas :	5	
Número de golpes/capa :	56	

No	Cáp No	Peso tierra húmeda + Cáp.	Peso tierra seca + Cáp.	Peso cáp.	Peso de agua	Peso seco	W	Peso tierra húmeda + cilindro	Peso tierra húmeda	1 / 1 + W	Peso tierra seca	Peso volumétrico seco
	gr	gr	gr	gr	gr	gr	%	Kg.	Kg.		Kg.	Kg/m3
1	179	307,9	268,6	24,4	39,3	244,2	16,09	10,585	4,097	0,8614	3,529	1.655,82
2	169	340,7	291,8	28,8	48,9	263,0	18,59	10,655	4,167	0,8432	3,514	1.648,26
3	7	370,5	306,7	29,6	63,8	277,1	23,02	10,518	4,030	0,8128	3,276	1.536,99
4	41	297,4	258,3	29,4	39,1	228,9	17,08	10,613	4,125	0,8541	3,523	1.653,07
5												
6												
7												



γmáx = 1665

W ópt. = 17,2 %

Observaciones : _____

Realizado por: G.S.M.

Calculado por : G.S.M.

C.B.R.
REGISTRO

Proyecto :	Av. Teodoro Alvarado Olea	Fecha:	sep-03
Profundidad : 0,60 - 1,00		Altura del molde:	4,5827 "
		Volumen del cilindro:	2,1233E-03 m^3
Abscisa :	2+755	Peso del martillo	10 Lbs
		Altura de caída del martillo :	18 pulg
Material :	C14 - M2	Número de capas :	5

No de Molde	**5**	**11**	**1**
Golpes/capa	**56**	**25**	**12**

ANTES DE LA INMERSION

Peso humedo + Molde	112,200	110,670	109,410
Molde	71,190	71,510	72,240
Peso humedo	41,01	39,16	37,17
Peso Seco	29,083	28,140	27,098
Contenido de agua	15,42	16,34	15,66
Densidad Seca	1673,391	1585,266	1513,554

Lecturas de Hinchamiento

Inicial	0,026	0,072	0,102
24 Horas	0,084	0,148	0,107
48 Horas	0,000	0,000	0,000
72 Horas	0,103	0,159	0,170
96 Horas	0,106	0,151	0,171
% de Expansión	1,75%	1,72%	1,51%

DESPUES DE LA INMERSION

Peso humedo + Molde	113,550	112,700	111,950
Molde	71,190	71,510	72,240
Peso humedo	42,360	41,190	39,710
Peso Seco	29,756	29,173	28,423
Contenido de agua	18,490	19,170	22,040
Densidad Seca	1683,690	1627,847	1532,450

C.B.R.
CARGA UNITARIA - PENETRACION

Proyecto : Av. Teodoro Alvarado Olea

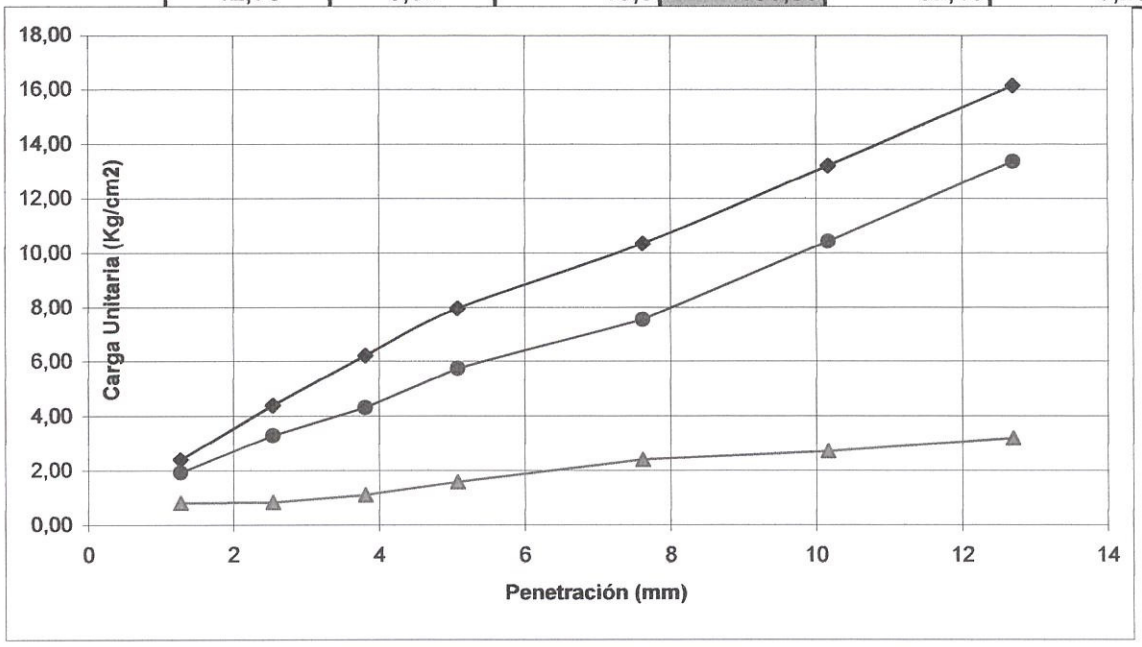
Profundidad : 0,60 - 1,00 Fecha: sep-03

Abscisa : 2+755

Material : C14 - M2

Diámetro del penétrometro: 4,9694 cm.
Area del Penétrometro: 19,395 cm2

	Penetración		Lect. Def.	Carga	Carga	Carga Unit.
	(mm)	(pulg)	x10-4	Lbrs.	Kgrs.	(Kg/cm2)
No	1,27	0,05	10,0	102,75	46,70	2,41
56	2,54	0,10	22,5	187,44	85,20	4,39
Golpes/capa	3,81	0,15	34,0	265,35	120,61	6,22
No	5,08	0,20	45,0	339,88	154,49	7,97
Molde	7,62	0,30	60,0	441,50	200,68	10,35
2	10,16	0,41	78,0	563,45	256,11	13,21
	12,70	0,51	96,5	688,79	313,09	16,14
No	1,27	0,05	7,0	82,43	37,47	1,93
Golpes	2,54	0,10	15,6	140,90	64,05	3,30
25	3,81	0,15	22,0	184,05	83,66	4,31
No	5,08	0,20	31,0	245,03	111,38	5,74
Molde	7,62	0,30	42,5	322,94	146,79	7,57
1	10,16	0,41	60,5	444,89	202,22	10,43
	12,70	0,51	79,0	570,23	259,20	13,36
No	1,27	0,05	0,0	35,00	15,91	0,82
Golpes	2,54	0,10	0,1	35,68	16,22	0,84
12	3,81	0,15	1,8	47,20	21,45	1,11
No	5,08	0,20	4,8	67,52	30,69	1,58
Molde	7,62	0,30	10,0	102,75	46,70	2,41
3	10,16	0,41	12,0	116,30	52,86	2,73
	12,70	0,51	15,0	136,63	62,10	3,20

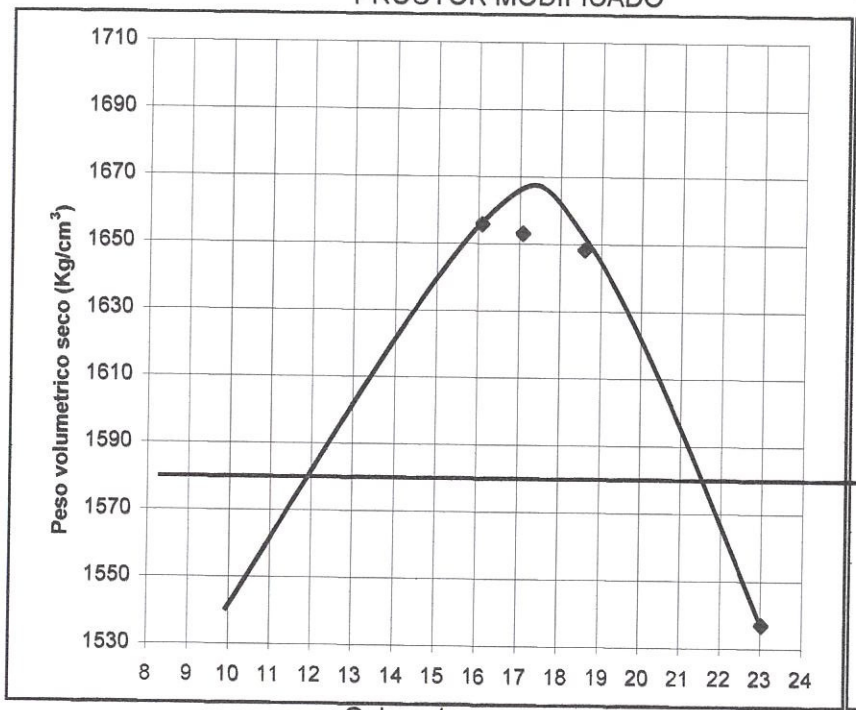


Proyecto : Av. Teodoro Alvarado Olea
Profundidad : 0,60 - 1,00
Abscisa : 2+755
Material : C14 - M2

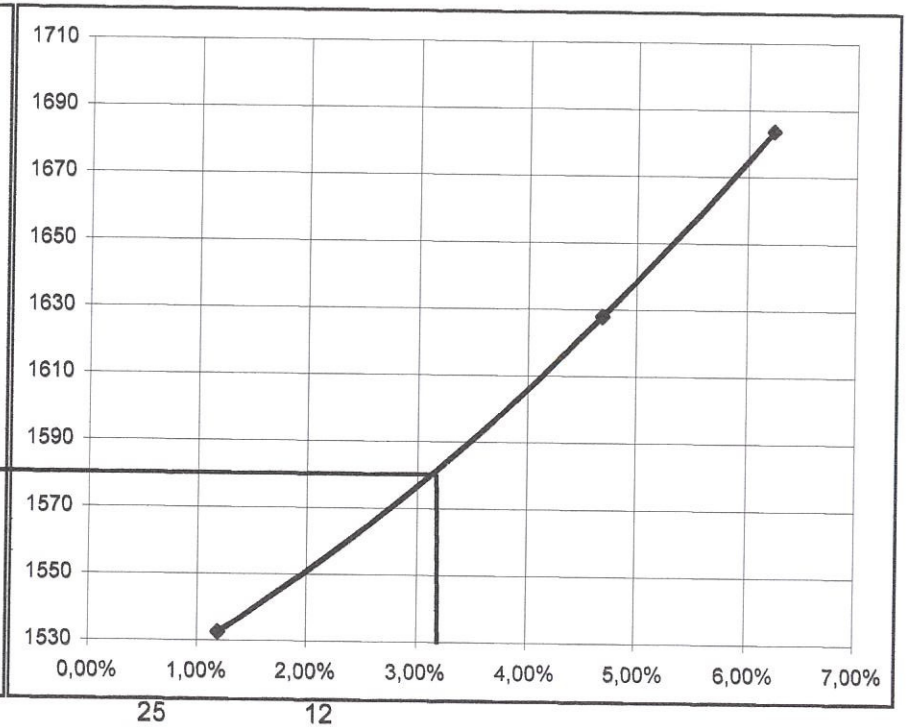
DETERMINACION C.B.R.

Fecha: sep-03
Densidad Máx.Seca = 1665 kg/m³
Humedad óptima = 17,20%

PROCTOR MODIFICADO



% DE C.B.R.



	Golpes /capa	56	25	12
	Densidad seca	1683,69	1627,85	1532,45
	Expansión %	1,75%	1,72%	1,51%
Para	Carga Unitaria	4,39	3,30	0,84
0.1"	Carga Unitaria Patrón	70,45	70,45	70,45
	C.B.R. %	6,24%	4,69%	1,19%
Para	Carga Unitaria	7,97	5,74	1,58
0.2"	Carga Unitaria Patrón	105,68	105,68	105,68
	C.B.R. %	7,54%	5,43%	1,50%
	Hinchamiento	1,75%	1,72%	1,51%

CBR DE DISENO : 3,14%

Anexo # 3

Análisis de Costos Unitarios

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
ESPOL
CIB-ESPOL

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA: **CONSTRUCCION DE LA TEODORO ALVARADO OLEA**

RENDIMIENTO= 0,18 ha/h
COEFICIENTE= 5,556 h/ha

RUBRO : 301	Desbroce y Limpieza (inc. Desalojo)					UNIDAD m3
(M) EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA $/HORA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO	%
Tractor D6 1200 HP	1	37,00	37,00	205,56	63,88
			Total (M)	205,56	63,88
(N) MANO DE OBRA	CANTIDAD	JORNAL Básico / h.	COSTO HORA	COSTO UNITARIO	%
Op. Tractor	1	1,39	1,39	7,72	2,40
Ay. Mecánico	1	1,27	1,27	7,06	2,19
Peón	2	1,24	2,48	13,78	4,28
			Total (N)	28,56	8,87
(O) MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	COSTO UNITARIO	%
			Total (O)	0	0
(P) TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	COSTO UNITARIO	%
			Total (P)	0	0
(G) Costos unitario directo (M+N+O+P)				234,11	72,76
(I) Gastos generales 18% (G)				42,14	13,10
(J) Imprevistos 4 % (G+ I)				11,05	3,43
(K) Utilidades 12 % (G+I+J)				34,48	10,71
(N) Precio Unitario Total (G+I+ J +K)				321,78	100,00

COSTO OFERTADO 321,78

SON: **TRES CIENTOS VEINTE Y UNO CON 78/100 US DOLARES**

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL ESPOL
CIB-ESPOL

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA: **CONSTRUCCION DE LA TEODORO ALVARADO OLEA**

RENDIMIENTO= 70 m3/h

COEFICIENTE= 0,014 h/m3

RUBRO : 303-2(1)E	Excavación sin clasificar (inc.desalojo)				UNIDAD m3
(M) EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA $/HORA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO	%
Excavadora 130 HP	1	50,00	50,00	0,71	25,95
Volqueta (9 m3)	2	20,00	40,00	0,57	20,76
Tractor D6 125 HP	1	37,00	37,00	0,53	19,20
Equipo topográfico	0,2	12,00	2,40	0,03	1,25
Herram. Menor (2% de mano de obra)					0,00
			Total (M)	1,85	67,16
(N) MANO DE OBRA	CANTIDAD	JORNAL Básico / h.	COSTO HORA	COSTO UNITARIO	%
Op. Excavadora	1	1,39	1,39	0,02	0,72
Op. Tractor	1	1,39	1,39	0,02	0,72
Ay. Mecánico	2	1,27	2,54	0,04	1,32
Peón	1	1,24	1,24	0,02	0,64
Topógrafo	0,3	1,32	0,396	0,01	0,21
Ayudante	1	1,26	1,26	0,02	0,65
Chofer C	2	1,29	2,58	0,04	1,34
			Total (N)	0,15	5,60
(O) MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	COSTO UNITARIO	%
			Total (O)	0	0
(P) TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	COSTO UNITARIO	%
			Total (P)	0	0
(G) Costos unitario directo (M+N+O+P)				2,00	72,76
(I) Gastos generales 18% (G)				0,36	13,10
(J) Imprevistos 4 % (G+ I)				0,09	3,43
(K) Utilidades 12 % (G+I+J)				0,29	10,71
(N) Precio Unitario Total (G+I+ J +K)				2,75	100,00

COSTO OFERTADO 2,75

SON: **DOS CON 75/100 US DOLARES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA: **CONSTRUCCION DE LA TEODORO ALVARADO OLEA**

RENDIMIENTO= 45 m3/h

COEFICIENTE= 0,022 h/m3

RUBRO : 307-2(1)	Excavación y desalojo para estructuras menores (inc.desalojo)				UNIDAD m3
(M) EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA $/HORA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO	%
Retroexcavadora 85 HP	1	23,00	23,00	0,51	53,86
Equipo topográfico	0,2	12,00	2,40	0,05	5,62
Herram. Menor (2% de mano de obra)				0,00	0,26
			Total (M)	0,57	59,74
(N) MANO DE OBRA	CANTIDAD	JORNAL Básico / h.	COSTO HORA	COSTO UNITARIO	%
Op. Retroexcavadora	1	1,39	1,39	0,03	3,26
Ay. Mecánico	1	1,27	1,27	0,03	2,97
Peón	1	1,24	1,24	0,03	2,90
Topógrafo	0,3	1,32	0,396	0,01	0,93
Ayudante	1	1,26	1,26	0,03	2,95
			Total (N)	0,12	13,01
(O) MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	COSTO UNITARIO	%
			Total (O)	0	0
(P) TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	COSTO UNITARIO	%
			Total (P)	0	0
(G) Costos unitario directo (M+N+O+P)				0,69	72,76
(I) Gastos generales 18% (G)				0,12	13,10
(J) Imprevistos 4 % (G+ I)				0,03	3,43
(K) Utilidades 12 % (G+I+J)				0,10	10,71
(N) Precio Unitario Total (G+I+ J +K)				0,95	100,00

COSTO OFERTADO 2,75

SON: **DOS CON 75/100 US DOLARES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA: **CONSTRUCCION DE LA TEODORO ALVARADO OLEA**

RENDIMIENTO= 65 m3/h
COEFICIENTE= 0,015 h/m3

RUBRO : 304-1(1)E	Material de préstamo local (inc. Tendido y compactado)				UNIDAD m3
(M) EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA $/HORA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO	%
Volqueta (9 m3)	3	20,00	60,00	0,92	22,46
Retroexcavadora 85 HP	1	23,00	23,00	0,35	8,61
Motoniveladora 140 HP	1	45,00	45,00	0,69	16,85
Rodillo pata de Cabra 150 HP	1	33,00	33,00	0,51	12,35
Tanquero (7 m3)	1	20,00	20,00	0,31	7,49
Herram. Menor (2% de mano de obra)				0,00	0,10
			Total (M)	2,79	67,86
(N) MANO DE OBRA	CANTIDAD	JORNAL Básico / h.	COSTO HORA	COSTO UNITARIO	%
Chofer C	4	1,29	5,16	0,08	1,93
Op. Retroexcavadora	1	1,39	1,39	0,02	0,52
Ay. Mecánico	3	1,27	3,81	0,06	1,43
Op. Motoniveladora	1	1,39	1,39	0,02	0,52
Op. Rodillo	1	1,34	1,34	0,02	0,50
			Total (N)	0,20	4,90
(O) MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	COSTO UNITARIO	%
			Total (O)	0	0
(P) TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	COSTO UNITARIO	%
			Total (P)	0	0
(G) Costos unitario directo (M+N+O+P)				2,99	72,76
(I) Gastos generales 18% (G)				0,54	13,10
(J) Imprevistos 4 % (G+ I)				0,14	3,43
(K) Utilidades 12 % (G+I+J)				0,44	10,71
(N) Precio Unitario Total (G+I+ J +K)				4,11	100,00

COSTO OFERTADO 4,11

SON: **CUATRO CON 11/100 US DOLARES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA: **CONSTRUCCION DE LA TEODORO ALVARADO OLEA**

RENDIMIENTO= 80 m3/h

COEFICIENTE= 0,0125 h/m3

RUBRO : 304-1(2)1E	Material de préstamo importado (inc Tendido y compactado)				UNIDAD m3
(M) EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA $/HORA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO	%
Retroexcavadora 85 HP	1	23,00	23,00	0,29	2,26
Tractor 120 HP	1	37,00	37,00	0,46	3,64
Volqueta (9 m3)	3	20,00	60,00	0,75	5,91
Motoniveladora 140 HP	1	45,00	45,00	0,56	4,43
Rodillo Liso Vibratorio 150 HP	1	38,00	38,00	0,48	3,74
Tanquero (7m3)	1	20,00	20,00	0,25	1,97
Herram. Menor (2% de mano de obra)				0,00	0,03
			Total (M)	2,79	21,99

(N) MANO DE OBRA	CANTIDAD	JORNAL Básico / h.	COSTO HORA	COSTO UNITARIO	%
Op. Tractor	1	1,39	1,39	0,02	0,14
Op. Retroexcavadora	1	1,39	1,39	0,02	0,14
Op. Motoniveladora	1	1,39	1,39	0,02	0,14
Op. Rodillo	1	1,34	1,34	0,02	0,13
Chofer C	4	1,29	5,16	0,06	0,51
Ay. Mecánico	2	1,27	2,54	0,03	0,25
Peón	2	1,24	2,48	0,03	0,24
			Total (N)	0,20	1,54

(O) MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	COSTO UNITARIO	%
Cascajo grueso	m3	1,25	1,8	2,25	17,72
			Total (O)	2,25	17,72

(P) TRANSPORTE	UNIDAD	DIST. PROMED	COSTO	COSTO UNITARIO	%
Cascajo grueso	m3 - Km	20	0,20	4,00	31,50
			Total (P)	4,00	31,50

(G) Costos unitario directo (M+N+O+P)	9,24	72,76
(I) Gastos generales 18% (G)	1,66	13,10
(J) Imprevistos 4 % (G+ I)	0,44	3,43
(K) Utilidades 12 % (G+I+J)	1,36	10,71
(N) Precio Unitario Total (G+I+ J +K)	12,70	100,00

COSTO OFERTADO 12,70

SON: **DOCE CON 70/100 US DOLARES**

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL ESPOL

CIB-ESPOL

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA: **CONSTRUCCION DE LA TEODORO ALVARADO OLEA**

RENDIMIENTO= 50 m3/h
COEFICIENTE= 0,02 h/m3

RUBRO : 403-1(2)E	Sub-base clase I (Inc. Transporte)				UNIDAD m3
(M) EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA $/HORA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO	%
Motoniveladora 140 HP	1	45,00	45,00	0,90	4,48
Rodillo Liso Vibratorio 150 HP	1	38,00	38,00	0,76	3,78
Tanquero (7m3)	1	20,00	20,00	0,40	1,99
Herram. Menor (2% de mano de obra)				0,00	0,01
			Total (M)	2,06	10,27
(N) MANO DE OBRA	CANTIDAD	JORNAL Básico / h.	COSTO HORA	COSTO UNITARIO	%
Op. Motoniveladora	1	1,39	1,39	0,03	0,14
Op. Rodillo	1	1,39	1,39	0,03	0,14
Ay. Mecánico	1	1,27	1,27	0,03	0,13
Peón	1	1,24	1,24	0,02	0,12
Chofer C	1	1,29	1,29	0,03	0,13
			Total (N)	0,13	0,65
(O) MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	COSTO UNITARIO	%
SUB-BASE CLASE I	m3	1,15	7,5	8,625	42,92
			Total (O)	8,625	42,92
(P) TRANSPORTE	UNIDAD	DIST. PROMED	COSTO	COSTO UNITARIO	%
SUB-BASE CLASE I	m3 - Km	20	0,19	3,80	19,66
			Total (P)	3,80	19,66
(G) Costos unitario directo (M+N+O+P)				14,62	72,76
(I) Gastos generales 18% (G)				2,63	13,10
(J) Imprevistos 4 % (G+ I)				0,69	3,43
(K) Utilidades 12 % (G+I+J)				2,15	10,71
(N) Precio Unitario Total (G+I+ J +K)				20,09	100,00

COSTO OFERTADO 20,09

SON: **VEINTE CON CON 09/100 US DOLARES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA: **CONSTRUCCION DE LA TEODORO ALVARADO OLEA**

RENDIMIENTO= 5,5 m3/h

COEFICIENTE= 0,1818 h/m3

RUBRO : 405-8 1E	Pavimento de hormigón de cemento Portland F´c= 280 kg/cm2 (Inc. Relleno de juntas) e= 0.25m				UNIDAD m3
(M) EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA $/HORA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO	%
Vibrador	2	2,50	5,00	0,91	0,65
Herram. Menor (2% de mano de obra)				0,05	0,04
			Total (M)	0,96	0,69
(N) MANO DE OBRA	CANTIDAD	JORNAL Básico / h.	COSTO HORA	COSTO UNITARIO	%
Peón	4	1,24	4,96	0,90	0,65
Albañil	3	1,27	3,81	0,69	0,50
Carpintero	2	1,27	2,54	0,46	0,33
Maestro de obra	1	1,29	1,29	0,23	0,17
Ayudantes	2	1,26	2,52	0,46	0,33
			Total (N)	2,75	1,98
(O) MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	COSTO UNITARIO	%
Hormigon F'c = 280 Kg/cm2	m3	1,05	90,90	95,45	68,64
Encofrado	ml	0,80	1,80	1,44	1,04
Asfalto AP3	gal	0,45	0,60	0,27	0,19
Arena	m3	0,04	7,60	0,30	0,22
			Total (O)	97,46	70,09
(P) TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	COSTO UNITARIO	%
			Total (P)	0,00	0,00
(G) Costos unitario directo (M+N+O+P)				101,17	72,76
(I) Gastos generales 18% (G)				18,21	13,10
(J) Imprevistos 4 % (G+ I)				4,78	3,43
(K) Utilidades 12 % (G+I+J)				14,90	10,71
(N) Precio Unitario Total (G+I+ J +K)				139,06	100,00

COSTO OFERTADO 139,06

SON: **CIENTO CUARENTA CON 19/100 US DOLARES**

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL ESPOL
CIB-ESPOL

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA: **CONSTRUCCION DE LA TEODORO ALVARADO OLEA**

RENDIMIENTO= 90 Kg/h

RUBRO : 405-8(2) | Acero de refuerzo Fy=4200kg/cm2 (pavimento) | COEFICIENTE= 0,01111 h/Kg

(M) EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA $/HORA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO	UNIDAD Kg %
Soldadora Electrica	2	1,50	3,00	0,03	3,65
Cortadora de Hierro	2	1,00	2,00	0,02	2,43
Herram. Menor (2% de mano de obra)				0,00	0,29
			Total (M)	0,06	6,38

(N) MANO DE OBRA	CANTIDAD	JORNAL Básico / h.	COSTO HORA	COSTO UNITARIO	%
Peón	4	1,24	4,96	0,06	6,04
Soldador Electrico	2	1,29	2,58	0,03	3,14
Maestro	0,5	1,29	0,65	0,01	0,79
Fierrero	3	1,27	3,81	0,04	4,64
			Total (N)	0,13	14,60

(O) MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	COSTO UNITARIO	%
Hierro Estructural	Kg	1,05	0,45	0,47	51,77
			Total (O)	0,47	51,77

(P) TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	COSTO UNITARIO	%
			Total (P)	0,00	0,00

(G) Costos unitario directo (M+N+O+P)		0,66	72,76
(I) Gastos generales	18% (G)	0,12	13,10
(J) Imprevistos	4 % (G+ I)	0,03	3,43
(K) Utilidades	12 % (G+I+J)	0,10	10,71
(N) Precio Unitario Total	(G+I+ J +K)	0,91	100,00

COSTO OFERTADO 0,91

SON: **UNO CON 01/100 US DOLARES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA: **CONSTRUCCION DE LA TEODORO ALVARADO OLEA**

RENDIMIENTO= 0,030 u/h

COEFICIENTE= 33,3333 h/u

RUBRO : 609 - 2E	CONSTRUCCION DE CAMARA DE H.A. (Inc. Tapa y cerco metálico)					UNIDAD U
(M) EQUIPO		CANTIDAD	TARIFA $/HORA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO	%
Vibrador		1	1,75	1,75	58,33	4,37
Herram. Menor (2% de mano de obra)					5,90	0,44
				Total (M)	64,23	4,81
(N) MANO DE OBRA		CANTIDAD	JORNAL Básico / h.	COSTO HORA	COSTO UNITARIO	%
Peón		2	1,24	2,48	82,67	6,19
Albañil		1	1,27	1,27	42,33	3,17
Maestro		1	1,29	1,29	43,00	3,22
Carpintero		2	1,27	2,54	84,67	6,34
Fierrero		1	1,27	1,27	42,33	3,17
				Total (N)	295,00	22,09
(O) MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	COSTO UNITARIO	%
Hormigon F'c = 240 Kg/cm2		m3	4,00	80,12	320,48	24,00
Encofrado		glob	1,00	72,48	72,48	5,43
Acero de refuerzo		Kg	310,00	0,45	139,50	10,45
Cerco de hierro fundido d=24"		pza	1,00	30,00	30,00	2,25
Tapa de hierro fundido d=24"		pza	1,00	50,00	50,00	3,74
				Total (O)	612,46	45,86
(P) TRANSPORTE		UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	COSTO UNITARIO	%
				Total (P)	0,00	0,00
(G) Costos unitario directo (M+N+O+P)					971,69	72,76
(I) Gastos generales	18% (G)				174,90	13,10
(J) Imprevistos	4 % (G+ I)				45,86	3,43
(K) Utilidades	12 % (G+I+J)				143,10	10,71
(N) Precio Unitario Total	(G+I+ J +K)				1335,56	100,00

COSTO OFERTADO 1335,56

SON: **MIL TRESCIENTOS TREINTA Y TRES CON 56/100 US DOLARES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA: **CONSTRUCCION DE LA TEODORO ALVARADO OLEA**

RENDIMIENTO= 0,3 m3/h

COEFICIENTE= 3,3333 h/m3

RUBRO : 607 - (3)1E	Sunidero Sencillo de Hormigón Simple (inc.rejilla y exc.)				UNIDAD m3
(M) EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA $/HORA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO	%
Soldadura	1	1,50	1,50	5,00	3,03
Herram. Menor (2% de mano de obra)				0,02	0,02
			Total (M)	5,02	3,05
(N) MANO DE OBRA	CANTIDAD	JORNAL Básico / h.	COSTO HORA	COSTO UNITARIO	%
Peón	3	1,24	3,72	12,40	7,52
Albañil	1	1,27	1,27	4,23	2,57
Maestro	0,5	1,29	0,65	2,15	1,30
Carpintero	1	1,27	1,27	4,23	2,57
Fierrero	1	1,27	1,27	4,23	2,57
			Total (N)	27,25	16,53
(O) MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	COSTO UNITARIO	%
Hormigon F'c = 240 Kg/cm2	m3	0,80	80,12	64,10	38,89
Encofrado	glob	1,00	2,50	2,50	1,52
Acero de refuerzo	Kg	20,00	0,45	9,00	5,46
Platina 3/4" x 3/16"	ml	11,00	0,60	6,60	4,00
Platina 2" x 1/4"	ml	8,00	0,68	5,44	3,30
			Total (O)	87,64	53,18
(P) TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	COSTO UNITARIO	%
			Total (P)	0,00	0,00
(G) Costos unitario directo (M+N+O+P)				119,91	72,76
(I) Gastos generales 18% (G)				21,58	13,10
(J) Imprevistos 4 % (G+ I)				5,66	3,43
(K) Utilidades 12 % (G+I+J)				17,66	10,71
(N) Precio Unitario Total (G+I+ J +K)				164,81	100,01

COSTO OFERTADO 164,81

SON: **CIENTO SESENTA Y CUATRO CON 81/100 US DOLARES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA: **CONSTRUCCION DE LA TEODORO ALVARADO OLEA**

RENDIMIENTO= 14 ml/h

COEFICIENTE= 0,0714 h/ml

RUBRO : 610-(1)1	BORDILLO CUNETA f´c=210kg/cm2				UNIDAD ml
(M) EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA $/HORA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO	%
Vibrador	1	2,50	2,50	0,18	0,85
Herram. Menor (2% de mano de obra)				0,01	0,06
			Total (M)	0,19	0,90
(N) MANO DE OBRA	CANTIDAD	JORNAL Básico / h.	COSTO HORA	COSTO UNITARIO	%
Peón	4	1,24	4,96	0,35	1,68
Albañil	1	1,27	1,27	0,09	0,43
Carpintero	1	1,27	1,27	0,09	0,43
Maestro de obra	0,5	1,29	0,645	0,05	0,22
			Total (N)	0,58	2,77
(O) MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	COSTO UNITARIO	%
Hormigon F'c = 210 Kg/cm2	m3	0,17	78,10	13,28	63,14
Encofrado	ml	1,00	1,25	1,25	5,94
			Total (O)	14,53	69,08
(P) TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	COSTO UNITARIO	%
			Total (P)	0,00	0,00
(G) Costos unitario directo (M+N+O+P)				15,30	72,76
(I) Gastos generales 18% (G)				2,75	13,10
(J) Imprevistos 4 % (G+ I)				0,72	3,43
(K) Utilidades 12 % (G+I+J)				2,25	10,71
(N) Precio Unitario Total (G+I+ J +K)				21,03	100,00

COSTO OFERTADO 21,03

SON: **VEINTE Y UNO CON 03/100 US DOLARES**



CIB-ESPOL

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA: **CONSTRUCCION DE LA TEODORO ALVARADO OLEA**

RENDIMIENTO= 16 ml/h

COEFICIENTE= 0,0625 h/ml

RUBRO : 610-(1)2	BORDILLO PARTERRE f´c=210kg/cm2				UNIDAD ml
(M) EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA $/HORA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO	%
Vibrador	1	2,50	2,50	0,16	1,03
Herram. Menor (2% de mano de obra)				0,01	0,05
			Total (M)	0,16	1,09
(N) MANO DE OBRA	CANTIDAD	JORNAL Básico / h.	COSTO HORA	COSTO UNITARIO	%
Peón	3	1,24	3,72	0,23	1,54
Albañil	1	1,27	1,27	0,08	0,53
Carpintero	1	1,27	1,27	0,08	0,53
Maestro de obra	0,2	1,29	0,258	0,02	0,11
			Total (N)	0,41	2,70
(O) MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	COSTO UNITARIO	%
Hormigon F'c = 210 Kg/cm2	m3	0,12	78,10	9,37	62,02
Encofrado	ml	1,00	1,05	1,05	6,95
			Total (O)	10,42	68,97
(P) TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	COSTO UNITARIO	%
			Total (P)	0,00	0,00
(G) Costos unitario directo (M+N+O+P)				10,99	72,76
(I) Gastos generales 18% (G)				1,98	13,10
(J) Imprevistos 4 % (G+ I)				0,52	3,43
(K) Utilidades 12 % (G+I+J)				1,62	10,71
(N) Precio Unitario Total (G+I+ J +K)				15,11	100,00

COSTO OFERTADO 15,11

SON: **QUINCE CON 11/100 US DOLARES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA: **CONSTRUCCION DE LA TEODORO ALVARADO OLEA**

RENDIMIENTO= 8,50 m2/h

COEFICIENTE= 0,1176 h/m2

RUBRO : 609-2(05)	Aceras (e = 0.08m)					UNIDAD m2
(M) EQUIPO		CANTIDAD	TARIFA $/HORA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO	%
Herram. Menor (2% de mano de obra)					0,02	0,18
				Total (M)	0,02	0,18
(N) MANO DE OBRA		CANTIDAD	JORNAL Básico / h.	COSTO HORA	COSTO UNITARIO	%
Peón		2	1,24	2,48	0,29	2,66
Albañil		1	1,27	1,27	0,15	1,36
Carpintero		1	1,27	1,27	0,15	1,36
Maestro		0,5	1,29	0,645	0,08	0,69
				Total (N)	0,67	6,08
(O) MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	COSTO UNITARIO	%
Hormigon F'c = 210 Kg/cm2		m3	0,08	78,10	6,25	57,02
Encofrado		m2	0,25	4,15	1,04	9,47
				Total (O)	7,29	66,49
(P) TRANSPORTE		UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	COSTO UNITARIO	%
				Total (P)	0,00	0,00
(G) Costos unitario directo (M+N+O+P)					7,97	72,76
(I) Gastos generales	18% (G)				1,43	13,10
(J) Imprevistos	4 % (G+ I)				0,38	3,43
(K) Utilidades	12 % (G+I+J)				1,17	10,71
(N) Precio Unitario Total	(G+I+ J +K)				10,96	100,00

COSTO OFERTADO 10,96

SON: **DIEZ CON 96/100 US DOLARES**

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL ESPOL

CIB-ESPOL

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA: **CONSTRUCCION DE LA TEODORO ALVARADO OLEA**

RENDIMIENTO= 4,5 ml/h
COEFICIENTE= 0,2222 h/ml

RUBRO : 608-(6)1	Canal de Drenaje de H.S. F´c=210 kg/cm2				UNIDAD ml
(M) EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA $/HORA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO	%
Herram. Menor (2% de mano de obra)				0,05	0,25
			Total (M)	0,05	0,25

(N) MANO DE OBRA	CANTIDAD	JORNAL Básico / h.	COSTO HORA	COSTO UNITARIO	%
Peón	6	1,24	7,44	1,65	7,77
Albañil	2	1,27	2,54	0,56	2,65
Maestro	0,5	1,29	0,65	0,14	0,67
Carpintero	1	1,27	1,27	0,28	1,33
			Total (N)	2,64	12,43

(O) MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	COSTO UNITARIO	%
Hormigon F'c = 210 Kg/cm2	m3	0,16	78,10	12,50	58,76
Encofrado	ml	0,10	2,80	0,28	1,32
			Total (O)	12,78	60,08

(P) TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	COSTO UNITARIO	%
			Total (P)	0,00	0,00

(G) Costos unitario directo (M+N+O+P)	15,47	72,76
(I) Gastos generales 18% (G)	2,78	13,10
(J) Imprevistos 4 % (G+ I)	0,73	3,43
(K) Utilidades 12 % (G+I+J)	2,28	10,71
(N) Precio Unitario Total (G+I+ J +K)	21,27	100,00

COSTO OFERTADO 21,27

SON: **VEINTE Y UNO CON 27/100 US DOLARES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA: **CONSTRUCCION DE LA TEODORO ALVARADO OLEA**

RENDIMIENTO= 20,0 ml/h
COEFICIENTE= 0,0500 h/ml

RUBRO : 705 - 3.02	Señalización Horizontal				UNIDAD ml
(M) EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA $/HORA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO	%
Equipo topográfico	1	11,16	11,16	0,56	29,96
Herram. Menor (2% de mano de obra)				0,01	0,42
			Total (M)	0,57	30,38

(N) MANO DE OBRA	CANTIDAD	JORNAL Básico / h.	COSTO HORA	COSTO UNITARIO	%
Peón	2	1,24	2,48	0,12	6,66
Maestro	0,2	1,29	0,26	0,01	0,69
Pintor	1	1,27	1,27	0,06	3,41
Ayudante	3	1,26	3,78	0,19	10,15
			Total (N)	0,39	20,91

(O) MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	COSTO UNITARIO	%
Pintura de tráfico blanca	gln	0,01	15,00	0,15	8,05
Accesorios varios	ml	1,00	0,25	0,25	13,42
			Total (O)	0,40	21,47

(P) TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	COSTO UNITARIO	%
			Total (P)	0,00	0,00

(G) Costos unitario directo (M+N+O+P)	1,36	72,76
(I) Gastos generales 18% (G)	0,24	13,10
(J) Imprevistos 4 % (G+ I)	0,06	3,43
(K) Utilidades 12 % (G+I+J)	0,20	10,71
(N) Precio Unitario Total (G+I+ J +K)	1,86	100,00

COSTO OFERTADO 1,86

SON: **TRES CON 47/100 US DOLARES**



CIB-ESPOL

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA: CONSTRUCCION DE LA TEODORO ALVARADO OLEA

RENDIMIENTO= 6,0 ml/h
COEFICIENTE= 0,1667 h/ml

RUBRO : 605-1	Sub-dren (en zonas de corte)				UNIDAD ml
(M) EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA $/HORA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO	%
Herram. Menor (2% de mano de obra)				0,01	0,07
			Total (M)	0,01	0,07

(N) MANO DE OBRA	CANTIDAD	JORNAL Básico / h.	COSTO HORA	COSTO UNITARIO	%
Peón	2	1,24	2,48	0,41	2,64
Ayudante	0,5	1,26	0,63	0,11	0,67
Maestro	0,2	1,29	0,258	0,04	0,27
			Total (N)	0,56	3,58

(O) MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	COSTO UNITARIO	%
Tubo PVC perforado d=4"	ml	0,30	8,20	2,46	15,70
Kalipega y accesorios	glob	1,00	2,00	2,00	12,77
Geotextil	m2	0,33	12,20	4,03	25,70
Piedra 3/4"	m3	0,36	6,50	2,34	14,94
			Total (O)	10,83	69,10

(P) TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	COSTO UNITARIO	%
			Total (P)	0,00	0,00

(G) Costos unitario directo (M+N+O+P)	11,40	72,76
(I) Gastos generales 18% (G)	2,05	13,10
(J) Imprevistos 4 % (G+ I)	0,54	3,43
(K) Utilidades 12 % (G+I+J)	1,68	10,71
(N) Precio Unitario Total (G+I+ J +K)	15,67	100,00

COSTO OFERTADO 15,67

SON: **QUINCE CON 67/100 US DOLARES**

Anexo # 4

Estudio de Impacto Ambiental



CIB-ESPOL

PROYECTO DE ESTUDIO

ESTUDIO DE AMPLIACION DE LA AVENIDA TEODORO ALVARADO OLEA DESDE LA AVENIDA FRANCISCO DE ORELLANA HASTA LA VIA A DAULE.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

1. DESCRIPCION DEL PROYECTO

1.1 Localización geográfica:

Para la ampliación de la Avenida Teodoro Alvarado Olea se ha considerado 2.73 kilómetros de terreno colindante con el Fuerte Huancavilca, ubicado en el norte del cantón Guayaquil, provincia del Guayas.

1.2 Justificación del Proyecto

La ciudad de Guayaquil, como el mayor centro económico del país, se encuentra en un proceso de desarrollo, con un acelerado crecimiento poblacional con notorios cambios de hábitos de comercio.

Esta vía va a permitir un fácil y rápido acceso entre la Av. Francisco de Orellana con la Vía a Daule, la se ha convertido en parte vital del comercio con la zona norte del país.

1.3 Magnitud de la obra

Para la ampliación de la Avenida Teodoro Alvarado Olea se cuenta con un terreno de 5.06 ha, de propiedad del M. I. Municipio de Guayaquil. Se estima un tráfico vehicular de 2000 vehículos diarios.

1.4 Clasificación del clima

El sitio seleccionado para la ampliación de la Avenida Teodoro Alvarado Olea, está ubicado en la región, clasificada por Cananas como, Muy seco Tropical, que se caracteriza por temperaturas medias entre 23 y 26 grados C, una precipitación promedia entre los 500 y 1000 milímetros. En esta zona se identifican dos estaciones, la lluviosa que se extiende de enero a mediados de mayo y, la estación seca de mayo a diciembre. Los meses secos fluctúan entre 5 y 8 meses.

1.5 Marco legal ambiental

La preocupación por la problemática ambiental en nuestro país no es reciente, existe un elevado número de publicaciones en las cuales se introduce el tema a la ciudadanía y que empezaron con la declaración de los principios y políticas ambientales ecuatorianas en la década de los 90.

Actualmente el Ecuador cuenta con una Legislación Ambiental que está en pleno desarrollo y que se acopla a los avances tecnológicos. La M.I. Municipalidad de Guayaquil ha establecido un conjunto de mecanismos tendientes a controlar los impactos ambientales, a fin de asegurar que las actividades se inscriban dentro de los planes y políticas más

generales de ordenamiento territorial y de proteger la calidad ambiental de la ciudad.

El presente Estudio de Impacto Ambiental ha sido realizado bajo las siguientes leyes, reglamentos y ordenanzas vigentes:

- Ley de Gestión Ambiental, publicada el 30 de julio 1999 en el Registro Oficial No.245; en el Título III, capítulo II, Art. 19 dice "Los proyectos de inversión públicos o privados que puedan causar impacto ambiental serán calificados previamente a su ejecución, por los organismos descentralizados de control". Y el Art. 21. "los sistemas de manejo ambiental incluirán auditorias ambientales.

- Ley de prevención y control de la contaminación de aguas, Título III, capítulo I, art. 8 "Las aguas residuales, previamente a su descarga, deberán ser tratadas, de conformidad con los usos determinados en este respectivo reglamento. Art. 9, Usos; Capítulo III, art. 18 al 27 De los criterios de calidad de agua. Título IV, capítulo I De las descargas de los residuos líquidos, capitulo II De las normas de descarga.

- Reglamento de la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental. En lo Relativo al recurso Agua. Acuerdo 21- 44-45 (Registro Oficial 204,5 VI - 89)

- Reglamento de la Ley para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, que establece las normas de calidad del aire y sus métodos de medición, publicado en el Registro Oficial No. 726 del 15 de julio de 1991.
- Reglamento para el manejo de los Desechos Sólidos. Acuerdo 14630 (registro oficial 991,3 VIII-92)

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL ESPOL
CIB-ESPOL

- Reglamento de la Ley para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental. Manual Operativo del Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental originada por la emisión de Ruido. 1.- Acuerdo 77-89. (Registro Oficial 560,12 XII-90) – acuerdo 11338 – A(registro oficial 726,15 VII-91) – acuerdo 0056 (registro oficial 337,6 VIII-98) – acuerdo 0023 (registro oficial 209,10 VI-99)

- Reglamento de seguridad e Higiene del Trabajo, normas emitidas por el Consejo Superior del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social. Resolución No. 172.

- Reglamento que establece las normas generales de emisión para fuentes fijas y los métodos generales de medición, publicado en el registro Oficial No. 303 de octubre 15 de 1993.

- Ordenanza Municipal "Estudios Ambientales Obligatorios en obras civiles, la Industria, El Comercio y otros servicios", vigente en el cantón Guayaquil desde el 15 de febrero de 2001.

2.- DESCRIPCION DEL AMBIENTE SELECCIONADO

2.1 Caracterización del medio físico

Superficie

En el sector en estudio se encuentran pequeños cerros, formando una sabana ondulada. El sitio propiamente dicho del proyecto tiene una superficie de 5.06 ha.

Vegetación

En la zona, la vegetación natural se ha modificado a consecuencia de las actividades agrícolas, pecuarias, forestales y urbanas de la población, ahora se encuentran arbustos dispersos y especies menores.

La escasa vegetación existente en el lugar, sobrevive gracias al riego natural por acción de la lluvia en la etapa invernal.

Topografía y Suelos

En forma general, el área está conformada por cerros y lomas que tienen pendientes entre 1 y 7 %. Estos suelos son relativamente pobres, por lo que su vocación agrícola es limitada para pastizales.

Geología

El sector carece de cobertura de suelo. La estratigrafía de la zona presenta una cobertura Miembro Basal Cayo sobre un basamento ígneo o Formación Piñón.

El rasgo estructural más destacado de la zona es el fallamiento y plegamiento simultáneo que sufren las rocas Miembro Basal Cayo con dirección NE-SO. Además, existe una intrusión ígnea de composición andesítica con la forma de dique de espesor métrico y dirección NE-SO.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL ESPOL

CIB-ESPOL

2.2 Descripción del proceso

El presente estudio desarrollará las siguientes actividades para determinar la factibilidad de la ejecución de las obras de diseño, construcción y operación de la ampliación de la Avenida Teodoro Alvarado Olea, tomando en cuenta la población a servir, la magnitud del tráfico y el uso de la vía.

2.2.1 Preparación del sitio

2.2.1.1 Vías de acceso

En actualidad el sector cuenta con vías de primer orden que facilitan el transporte de la ciudadanía desde diversos puntos del sector norte de la ciudad.

La vía a Daule es el principal acceso, actualmente está en proceso de ejecución la ampliación de esta vía, se tiene además otra vía de similares características como es la Avenida Francisco de Orellana.

2.2.1.2 Drenaje de Aguas Lluvias

Por las condiciones climatológicas de la región es muy importante construir drenajes para canalizar el agua lluvia de las áreas vecinas que podrían escurrirse sobre ampliación de la Avenida Teodoro Alvarado Olea causando serias dificultades durante la operación. Por lo que se ha previsto construir tres alcantarillas a lo largo del tramo.

En los planos del proyecto constan las secciones y perfiles de todas estas alcantarillas.

2.2.1.3 Limpieza y desbroce

En esta operación se preparará el terreno que servirá de base, es necesario la tala de arbustos para facilitar la construcción de la vía.

2.2.1.4 Cortes

Para mayor estabilidad de la obra, los cortes de los taludes se los realizará dependiendo del tipo de suelo y de la topografía del sector.

3.- IDENTIFICACION Y EVALUACION DE IMPACTOS

3.1 Identificación de impactos

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
ESPOL
CIB-ESPOL

Fase de Construcción

Esta fase comprende las actividades de movimiento de tierras y el inicio de la construcción de ampliación de la Avenida Teodoro Alvarado Olea. Tales acciones son preparación del sitio, la construcción de la vía, construcción de drenajes. Estas acciones son causa para que se presenten diversos impactos sobre el medio como: ruido, tráfico pesado de camiones y maquinaria, polvo, alteración de habitats, paisaje, drenajes naturales etc., que tienen un período de duración corto, pero que deben ser analizados. En la Tabla 1, se presentan la lista de las causas y los impactos que podrían afectar al medio.

TABLA 1: LISTA DE CAUSAS E IMPACTOS PARA LA AMPLIACIÓN DE LA AVENIDA TEODORO ALVARADO OLEA EN LA FASE DE CONSTRUCCION

CAUSAS	ELEMENTOS DE IMPACTO
Limpieza y desmonte	Ocupación del área
Tratamiento del suelo de soporte	Alteración del paisaje
Cortes	Emisión de polvo y partículas

Fase de Operación Normal

Los impactos identificados en esta fase se presentan en la tabla 2, y que están relacionados con las actividades ordinarias de la operación de la Avenida Teodoro Alvarado Olea, y que ocasionan impactos potenciales como los que a continuación se describen:

TABLA 2: LISTA DE CAUSAS E IMPACTOS PARA LA FASE DE OPERACIÓN DE LA AMPLIACION DEL RELLENO SANITARIO LAS IGUANAS

CAUSAS	ELEMENTOS DE IMPACTOS
Tráfico Vehicular	Ruido y polvo
Asentamientos poblacionales	Ocupación del área

En la matriz mm, se correlaciona las causa o actividades del proyecto que podrían producir efectos negativos y positivos durante la construcción y funcionamiento de la ampliación del relleno sanitario Las Iguanas.

MATRIZ DE CORRELACION ENTRE LAS CAUSAS Y LOS ELEMENTOS DE IMPACTO

1 CAUSAS	Degradación ambiental	Emisión de polvo y partículas	Ruido	Tráfico	Dispersión de material fino	Ocupación del área	Riesgo de accidentes	Empleo
	Construcción							
Decisión de construir	x							
Sistema vial		x	x	x	x	x	x	x
Drenajes de aguas lluvias		x	x			x		x
Limpieza y desmonte		x			x			x
Tratamiento suelo soporte			x	x		x		x
Corte: taludes y terrazas		x	x	x	x	x		x
	Operación							
Tráfico		x	x	x			x	x
Asentamientos	x				x	x		

INDICADORES AMBIENTALES

Los componentes ambientales pueden ser medidos, esta magnitud será expresada, mediante un indicador capaz de demostrar el estado del ambiente sin proyecto y con proyecto, es decir en este ultimo caso, medir los posibles cambios de los componentes ambientales, durante las fases de construcción y operación de la vía.

Una vez, identificados los elementos de impactos, se ha procedido a identificar los indicadores ambientales que podrían ser medidos según el componente ambiental al cual afectan. Para esto, se ha elaborado la tabla 4, en el cual se enumeran estas variables.

TABLA 4: Lista de indicadores y componentes ambientales para la ampliación del relleno sanitario Las Iguanas

INDICADORES AMBIENTALES	COMPONENTES AMBIENTALES
Calidad	Aguas superficiales y subterráneas
Clima	Suelo y subsuelo
Terremotos	Nivel de ruido
Disponibilidad de material para drenaje y cobertura	Aire
Red Vial	Flora y fauna
Distancia desde los cantones	Salud y seguridad
Morfología del área	Clima
Condiciones socio-económicas del área	Tráfico
Planeamiento urbano	Recursos y orden territorial
Situación sanitaria	Relaciones sociales
Clasificación y estado de las especies	Valores culturales
Características hidrogeológicas y geotécnicas	Ocupación y actividades económicas

Para mayor claridad se ha elaborado la Matriz en la que se representa la relación existente entre el indicador seleccionado y el componente ambiental que podría ser medido en las diferentes fases de la construcción del proyecto.

MATRIZ DE CORRELACION DE INDICADORES Y COMPONENTES AMBIENTALES

INDICADORES AMBIENTALES	COMPONENTES AMBIENTALES										
	Agua superficial y subterránea	Suelo y subsuelo	Nivel de ruido	Aire	Flora y fauna	Paisajes	Salud y seguridad	Viabilidad y trafico	Ordenamiento territorial	Relaciones Sociales	Ocupación y actividad económica
Calidad	X	X	X	X							
Terremotos		X					X		X		
Disponibilidad de material para drenaje y cobertura						X					
Red Vial		X	X			X		X			
Distancia desde los cantones								X			
Morfología del área		X				X					
Condiciones socio-económicas del área										X	X
Planeamiento urbano			X			X		X	X	X	
Situación sanitaria							X				
Clasificación y estado de las especies					X						
Características hidrogeológicas y geotécnicas	X	X					X			X	

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL ESPOL
CIB-ESPOL

VALORACION

Metodología

Para la valoración de los impactos identificados se optó por un método cualitativo, para ello se elaboró una escala cromática para los impactos negativos. Este método usa las opiniones del equipo de trabajo a través de un proceso consensuado se valora el impacto sobre el componente ambiental. Una ventaja importante de esta opción es el hecho que permite visualizar, el tipo de efecto que las actividades del proyecto causarían al ambiente.

3.2 Evaluación

El estudio de impacto ambiental en la obra de la ampliación de la Avenida Teodoro Alvarado Olea, pretende predecir las potenciales respuestas del ambiente a las actividades a realizarse. El estudio analiza, las iteraciones directas que se establece entre el ambiente y los destinatarios del proyecto.

Es evidente que el objetivo del proyecto de ampliación responde a la necesidad de mejorar la calidad de vida de los habitantes del cantón Guayaquil y de las parroquias aledañas, pero esto no obsta a que cualquier modificación que se ejecute en su ambiente tarde o temprano, podría repercutir en el funcionamiento de los ecosistemas y afectar gravemente a las condiciones de vida de la población misma.

Una vez identificada, en forma anticipada los impactos futuros de las acciones que involucran la ampliación de la Avenida Teodoro Alvarado

Olea, se analizan los efectos sobre cada uno de las características y condiciones ambientales.

3.2.1 Agua Superficial y subterránea

El recurso agua podría sufrir un impacto negativo significativo debido a la alteración de la escorrentía natural afectando el aporte y curso de las aguas superficiales de la micro cuenca de la que forman parte las áreas en estudio.

3.2.2 Suelo y subsuelo

El tráfico de camiones y el equipo caminero ocasionaría alteraciones del suelo y el subsuelo.

CIB-ESPOL

3.2.3 Nivel de ruido

La apertura y lastrado de la vía, la formación de la subrasante, la presencia de equipo pesado, en la fase de construcción y, el tráfico, en la fase de operación producirán ruido en la zona en estudio, alterando negativamente las condiciones de trabajo de los habitantes del sector.

3.2.4 Aire

El movimiento de tierras, la extracción de material de préstamo, son actividades que producirían polvo y, durante la fase de operación el tránsito vehicular también ocasionarían emisión de partículas finas con el consiguiente deterioro significativo de este componente ambiental.

3.2.5 Flora y Fauna

Las áreas adyacentes en las que se proyecta la ampliación de la Avenida Teodoro Alvarado Olea están dentro del perímetro urbano aprobado por la M.I. Municipalidad de Guayaquil. La escasa vegetación compuesta por arbustos, hierbas y especies menores se perderían por completo debido a la remoción de la capa vegetal y movimiento drástico de tierras que demanda el proyecto.

Al ser un área intervenida por la población, en el sector sólo se encuentra una fauna muy pobre que sería afectada, por el ruido durante la ejecución de las obras de ingeniería necesarias para el proyecto, en forma negativa.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL ESPOL
CIB-ESPOL

3.2.6 Paisaje

La ocupación del terreno para uso de la ampliación de la Avenida Teodoro Alvarado Olea es uno de los elementos de impacto ambiental de mayor afección al paisaje y la estética del lugar por las acciones de remoción de la capa vegetal y la extracción del material de préstamo.

3.2.7 Salud y Seguridad

La ampliación de la Avenida Teodoro Alvarado Olea y su normal funcionamiento se revertirá en beneficio de los habitantes de la ciudad y sus parroquias cercanas. Sin embargo se deberá tomar en consideración que la apertura de vías principales facilitarían la invasión de terrenos próximos al proyecto, sin las obras básicas de infraestructura. Lo que hace presumir un incremento de estos pueblos jóvenes con los consiguientes problemas sociales de salubridad y

seguridad del sector, ocasionando impactos negativos, y aunque indirectos a las acciones del proyecto podrían ser de muy alta intensidad sino se toman las medidas necesarias.

Elevados niveles de ruido podrían ocasionar enfermedades auditivas transitorias o permanentes a los moradores cercanos al área del proyecto.

La salud y seguridad de las personas podría ser afectadas desfavorablemente por la ocurrencia de accidente e imprevistos durante la construcción y operación de la vía.

3.2.8 Tráfico

La afluencia de vehículos y tráfico pesado podría ocasionar un incremento de tráfico en las vías que conducen a esta vía, y se podría causar congestionamientos.

3.2.9 Ordenamiento Territorial

El uso actual del suelo, según la planificación territorial del cantón Guayaquil, es una área destinada a equipamiento, dentro del perímetro urbano, no apto para fines agropecuarios por algunos elementos limitantes como: son la falta de riego, las pendientes y la calidad misma del suelo. La decisión de construir tiene un impacto mediano.

3.2.10 Relaciones Sociales

Los factores que podrían ocasionar impactos negativos en las relaciones sociales con la ciudadanía que vive cerca de los predios del

proyecto, están en función de los niveles de ruido y la seguridad de los moradores del sector.

3.2.11 Ocupación y actividad económica

La oportunidad de empleo es un impacto positivo que tendría el proyecto sobre la población. La fase de construcción generaría empleo temporal de mano de obra.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
ESPOL
CIB-ESPOL

IMPORTANCIA DEL IMPACTO

Una vez identificados las acciones y los factores del medio que podrían ser alterados, se procedió a valorar los impactos en forma cualitativa, para ello se utilizó como herramienta la *matriz de importancia* para facilitar la comprensión de cada acción impactante sobre cada componente ambiental afectado.

La metodología aplicada en la presente valoración cualitativa se basa en el signo del impacto que hace alusión al carácter perjudicial o negativo de las acciones del proyecto. La intensidad se refiere al grado de incidencia de la acción. La extensión se refiere al área de influencia del impacto con relación al entorno. La persistencia hace relación a la permanencia del efecto. La reversibilidad se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado. La recuperabilidad es la posibilidad de reconstrucción del factor afectado. La sinergia contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. El efecto de impacto hace referencia a la relación causa-efecto que puede ser directo o indirecto. La periodicidad hace referencia a la regularidad de manifestación del efecto, que podría ser irregular, periódico o continuo.

La importancia del impacto viene representada por un número que se deduce mediante el siguiente modelo propuesto por V. Conesa.

$$I = +-[3i+2Ex+Mo+Pe+Rv+Si+Ac+Ef+Pr+Mc]$$

Donde:

I = Importancia
Ex = Extensión
Mo = Momento
Pe = Persistencia
Rv = Reversibilidad
Si = Sinergia
Ac = Acumulación
Ef = Efecto
Pr = Periodicidad
Mc = Recuperabilidad

Para la valoración de los impactos, el equipo de trabajo, procedió a calcular de acuerdo a su criterio y en función de los puntajes establecidos, para cada variable, por la citada metodología y que se adjuntan en el anexo No. 1 y No 2. A continuación se exponen las equivalencias que determinan la importancia del impacto.

Tabla No. 5 Importancia del Impacto

PUNTAJE	CRITERIO
< 25	Irrelevante
25 – 50	moderado
50 – 75	Severo
>75	Crítico

Los resultados sobre la importancia del impacto se establecen en la matriz No. 1, en la cual se observa que el impacto sobre la ocupación del área y el volumen es de carácter severo; así como, los de más están dentro del rango de moderado. El empleo temporal tiene un efecto positivo y ha sido representado con color azul.



CIB-ESPOL

MATRIZ DE VALORACION DE IMPORTANCIA DEL IMPACTO

ELEMENTOS DE IMPACTO	PUNTAJE	EQUIVALENCIA
Decisión de ampliar		
Emisión de polvo y partículas	30	Moderado
Ruido	40	Moderado
Tráfico	38	Moderado
Dispersión de material fino	27	Moderado
Ocupación del área y volumen	68	Severo
Riesgo de accidentes	37	Moderado
Empleo		

En la matriz No 2 Se confrontan los componentes ambientales con los elementos de impacto y la importancia de los mismos.

MATRIZ DE CORRELACION ENTRE IMPACTO Y COMPONENTE AMBIENTAL

ELEMENTOS DE IMPACTO	IMPORTANCIA	COMPONENTES AMBIENTALES									
		Aguas superficiales	Suelo y subsuelo	Nivel de ruido	Aire	Flora y fauna	Paisajes	Salud y seguridad	Viabilidad y trafico	Ordenamiento territorial	Relaciones Sociales
Emisión de polvo y partículas	30				X			X			
Ruido	40			X		X		X			X
Trafico	38		X	X					X	X	X
Dispersión de material fino	27				X		X				
Ocupación del área y volumen	68					X	X			X	
Riesgo de accidentes	37							X			X
Empleo											

MEDIDAS DE PREVENCION, MITIGACION Y CONTROL DE IMPACTOS AMBIENTALES.

IMPACTO No. 1: Emisión de Polvo y Partículas

CARÁCTER DE LA MEDIDA: Mitigación.

NATURALEZA DE LA MEDIDA: Complementaria a las medidas técnicas de ingeniería civil.

TIPO DE MEDIDA: Seguimiento de los parámetros de calidad establecida por el Reglamento de la Ley contra la Contaminación del Aire.

OPORTUNIDAD DE APLICACIÓN: La medida deberá ejecutarse durante la fase de construcción de ampliación de la Avenida Teodoro Alvarado Olea.

UBICACIÓN ESPACIAL: Localizada en puntos donde se produzca movimiento de tierra.

DESCRIPCION DE LA MEDIDA

Con el fin de mitigar el impacto de la emisión de polvo y partículas hacia la atmósfera se recomienda aplicar las siguientes medidas:

- El movimiento de tierras como limpieza y desmonte, cortes, tratamiento del suelo de soporte se haga por etapas, para evitar que las aguas de escorrentía causen erosión al terreno y el viento arrastre la menor cantidad de polvo o partículas.
- Conservar y almacenar la cubierta vegetal de las áreas iniciales del terreno. El almacenamiento podría ser al aire libre durante la estación seca, durante la lluviosa deberá estar cubierta.
- Durante los meses de verano para controlar la cantidad de polvo y partículas se recomienda rociar las zonas críticas con agua.

IMPACTO No 2.: Emisión de ruido

CARÁCTER DE LA MEDIDA: Preventiva.
NATURALEZA DE LA MEDIDA: Complementaria.
TIPO DE MEDIDA: Instrucciones de carácter interno.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL ESPOL
CIB-ESPOL

DESCRIPCION DE LA MEDIDA

Establecer normas de seguridad a los conductores que vayan a hacer uso de la vía además de los peatones al cruzar la vía, dando a la vía una buena señalización que ayude a prevenir cualquier tipo de accidentes.

IMPACTO No. 4: Dispersión de material fino

CARÁCTER DE LA MEDIDA: Correctiva.
NATURALEZA DE LA MEDIDA: Complementaria.
TIPO DE MEDIDA: Instrucciones de carácter interno.
OPORTUNIDAD DE APLICACIÓN: Construcción y operación de la vía.
UBICACIÓN ESPACIAL: Frente de trabajo diario

DESCRIPCION DE LA MEDIDA

Mantener limpias las áreas adyacentes al frente de trabajo diario es muy importante, puesto que la acumulación de basura liviana como papel, plásticos, arrastrados por el viento, afecta la apariencia estética de la vía.

El material fino que sea arrastrado por el viento se debe recoger diariamente.

IMPACTO No. 5: Riesgos de accidentes y salud

CARÁCTER DE LA MEDIDA: Mitigación.
NATURALEZA DE LA MEDIDA: Complementaria.
TIPO DE MEDIDA: Instrucciones de carácter interno.

OPORTUNIDAD DE APLICACIÓN: Construcción y Operación de la vía.
UBICACIÓN ESPACIAL: Area de la vía.

DESCRIPCION DE LA MEDIDA

Para minimizar los problemas que se puedan presentar, a continuación se indican algunas recomendaciones:

- Elaborar normas de seguridad de trabajo, con las respectivas indicaciones para el uso del equipo.

- Evaluar las causas de accidentes más comunes y adoptar las medidas preventivas del caso.

- Asearse las manos antes de servirse los alimentos.

- Usar equipo y herramientas, de acuerdo a las normas determinadas por el departamento de seguridad industrial del IESS, en lo relacionado a la protección de las vías respiratorias, oídos, y pesos.

IMPACTO No. 6: Ocupación del área y volumen del sitio

CARÁCTER DE LA MEDIDA: Mitigación.
NATURALEZA DE LA MEDIDA: Complementaria.
TIPO DE MEDIDA: Obra de Ingeniería Ambiental.
OPORTUNIDAD DE APLICACIÓN: Cierre del relleno
UBICACIÓN ESPACIAL: Área del relleno

DESCRIPCION DE LA MEDIDA

El área que servirá de base de soporte de la vía sufrirá un cambio definitivo en su topografía y la pérdida de la vegetación natural y de especies faunísticas.

4. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

4.1 0bjetivo

Elaborar un plan de Manejo Ambiental que permita poner en práctica las medidas de corrección que fueran formuladas en el Estudio de Impacto Ambiental a causa de las actividades de la ampliación de la Avenida Teodoro Alvarado Olea en su fase de construcción y operación.

4.2 Resultados Generales Esperados

Con la Aplicación de las medidas de contingencia se espera disminuir el efecto de los impactos identificados como moderados y severos, los mismos que se resumen en el cuadro siguiente.

MATRIZ No. 3 REPRESENTACION DE LOS IMPACTOS RESIDUALES

ELEMENTOS DE IMPACTO	IMPORTANCIA	COMPONENTES AMBIENTALES									
		Aguas superficiales	Suelo y subsuelo	Nivel de ruido	Aire	Flora y fauna	Paisajes	Salud y seguridad	Viabilidad y trafico	Ordenamiento territorial	Relaciones Sociales
Emisión de polvo y partículas	< 25				x			x			
Ruido	< 25			x		x		x			x
Tráfico	< 25		x	x					x	x	x
Dispersión de material fino	< 25				x		x				
Ocupación del área y volumen	< 25					x	x			x	
Riesgo de accidentes	< 25							x			x

a) Emisión de Polvo y Partículas

Con las medidas propuestas para controlar la emisión de polvo en la etapa de construcción de la ampliación de la Avenida Teodoro Alvarado Olea, se espera que el impacto no sea significativo ni para la atmósfera ni para la salud de los operadores del equipo caminero.

b) Ruido

Con la aplicación de buenas practicas operacionales en las maquinarias y vehículos que se disminuirá la producción de ruido. De la misma manera, la utilización de protectores auditivos protegerá al trabajador de niveles altos de ruido que puedan afectar su salud.

c) Tráfico vehicular

Un plan de ordenamiento del tránsito vehicular facilitarán el normal desenvolvimiento de los camiones y equipo pesado, reduciendo significativamente el impacto.

d) Dispersión del material fino

Mantener una buena apariencia estética de la vía, libre de basura liviana que puede molestar a los vecinos del lugar, se puede conseguir con las medidas formuladas para la corrección de este impacto.

e) Riesgo de accidentes

El resultado esperado en este acápite es reducir el nivel de riesgo para los operadores del equipo pesado y de la población que está asentada dentro del área de influencia de la ampliación de la Avenida Teodoro Alvarado Olea.

f) Ocupación del área y volumen del sitio

Como ya se citó anteriormente el suelo destinado para la ampliación de la Avenida Teodoro Alvarado Olea sufrirá un cambio irreversible en su forma y uso.

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
ESPOL
CIB-ESPOL

BIBLIOGRAFIA

- Residuos Sólidos Municipales, Organización Panamericana de la Salud, Jorge Jaramillo, Washington, D.C., septiembre de 1991.

- Diseño y Operación de Rellenos Sanitarios, Héctor Collazos, Colombia, 2001.

- Química Ambiental, Xavier Doménech, Miraguano Ediciones, Madrid, 1993.

- Ciclo de Seminarios en Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Escuela Politécnica Nacional, Quito, agosto de 1989.

- Método para la Evaluación del Impacto Ambiental de Un Relleno Sanitario, Institute of Sanitary Engineering Polytechnic of Milan, G. Andreottola, Milán, 1989.

- Evaluación y Seguimiento del Impacto Ambiental en Proyectos de Inversión para el Desarrollo Agrícola Rural, GTZ, IICA, Costa Rica, 1996.

- Introducción a la Evaluación del Impacto Ambiental, CAAM, J. C. Páez, Quito, diciembre de 1999.

- Guía Metodológica par la Evaluación del Impacto Ambiental, Ediciones Mundi-Prensa, V. Conesa Fdez.-Vitora, Madrid, 1997.

- Manual de Disposición de Aguas Residuales, Programa de Salud Ambiental, Lima 1991.

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL ESPOL

CIB-ESPOL

- Curso de Evaluación de Impacto Ambiental, BID-CONADE, Rafael Calderón, abril, 1996.

- Tecnologías de Tratamiento de Aguas Residuales, ETAPA Unidad de Manejo Ambiental, Cuenca, julio de 1996.

- Solid Waste Disposal. H. Glas et al, Delft, January, 1994.

- Legislación y Normativa Ambiental, Dr. Fabián Andrade, Guayaquil, agosto de 2000.

CIB-ESPOL

ÍNDICE DE PLANOS

PLANO # 1: Diseño de Vía Km. 0+000 – 1+000

PLANO # 2: Diseño de Vía Km. 1+000 – 2+000

PLANO # 3: Diseño de Vía Km. 2+000 – 2+730

PLANO # 4: Diagrama de Masas Km. 0+000 – 1+000

PLANO # 5: Diagrama de Masas Km. 1+000 – 2+000

PLANO # 6: Diagrama de Masas Km. 2+000 – 2+730

PLANO # 7: Secciones Transversales Km. 0+000 – 0+480

PLANO # 8: Secciones Transversales Km. 0+500 – 0+980

PLANO # 9: Secciones Transversales Km. 1+000 – 1+480

PLANO # 10: Secciones Transversales Km. 1+500 – 1+980

PLANO # 11: Secciones Transversales Km. 2+000 – 2+480

PLANO # 12: Secciones Transversales Km. 2+500 – 2+720

6208800 6207700 6206600 6205500 6204400 6203300 6202200 620100 620000 619900 619800 619700

9766300

9766400

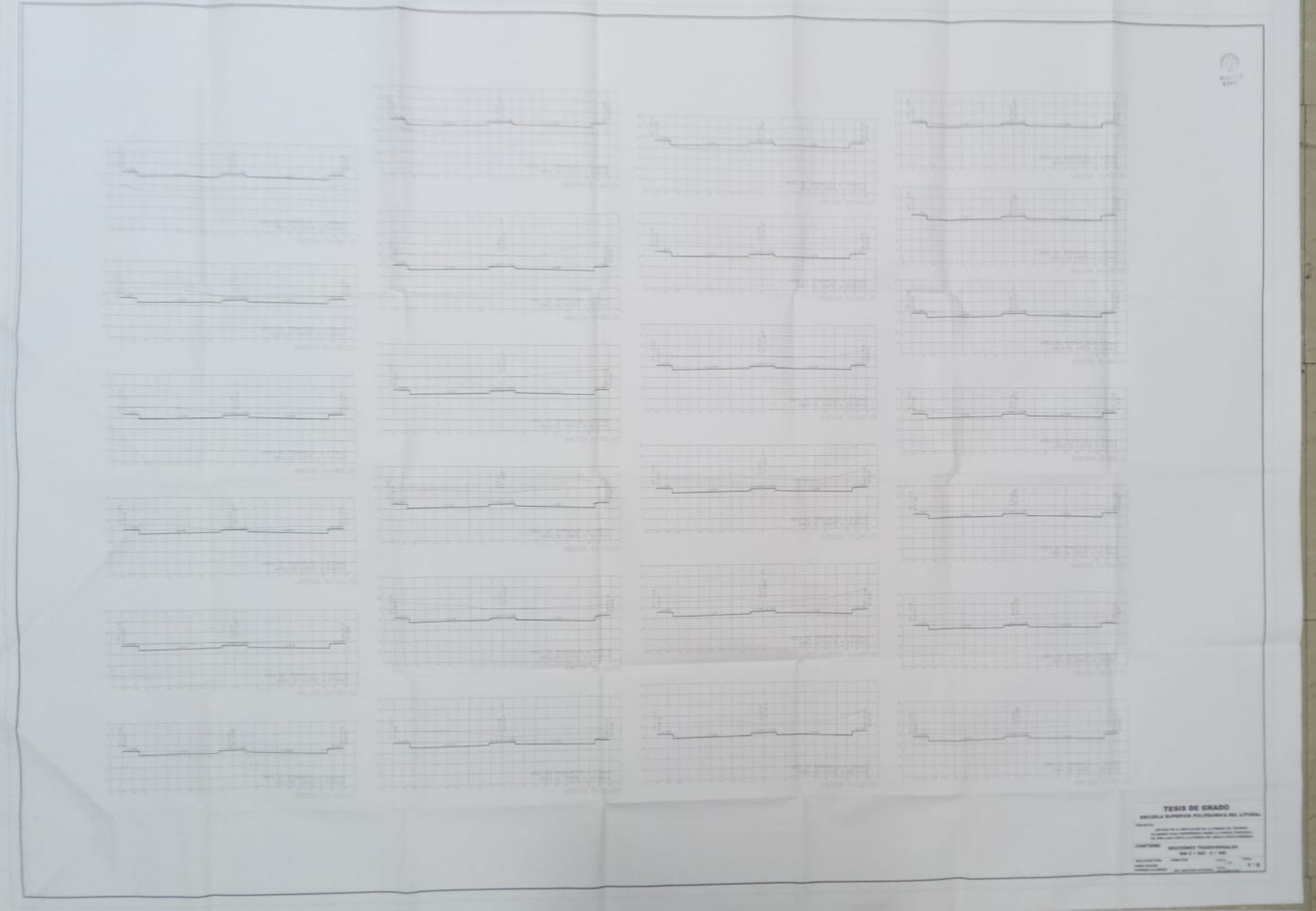
9766500

9766600

CDLA. EL CONDOR

FUERTE HUANCAVILCA

SECCIÓN TÍPICA



TESIS DE GRADO

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

620000 619100 619800 619700 619600 619500 619400 619300 619200 619100 619000 618900 618800

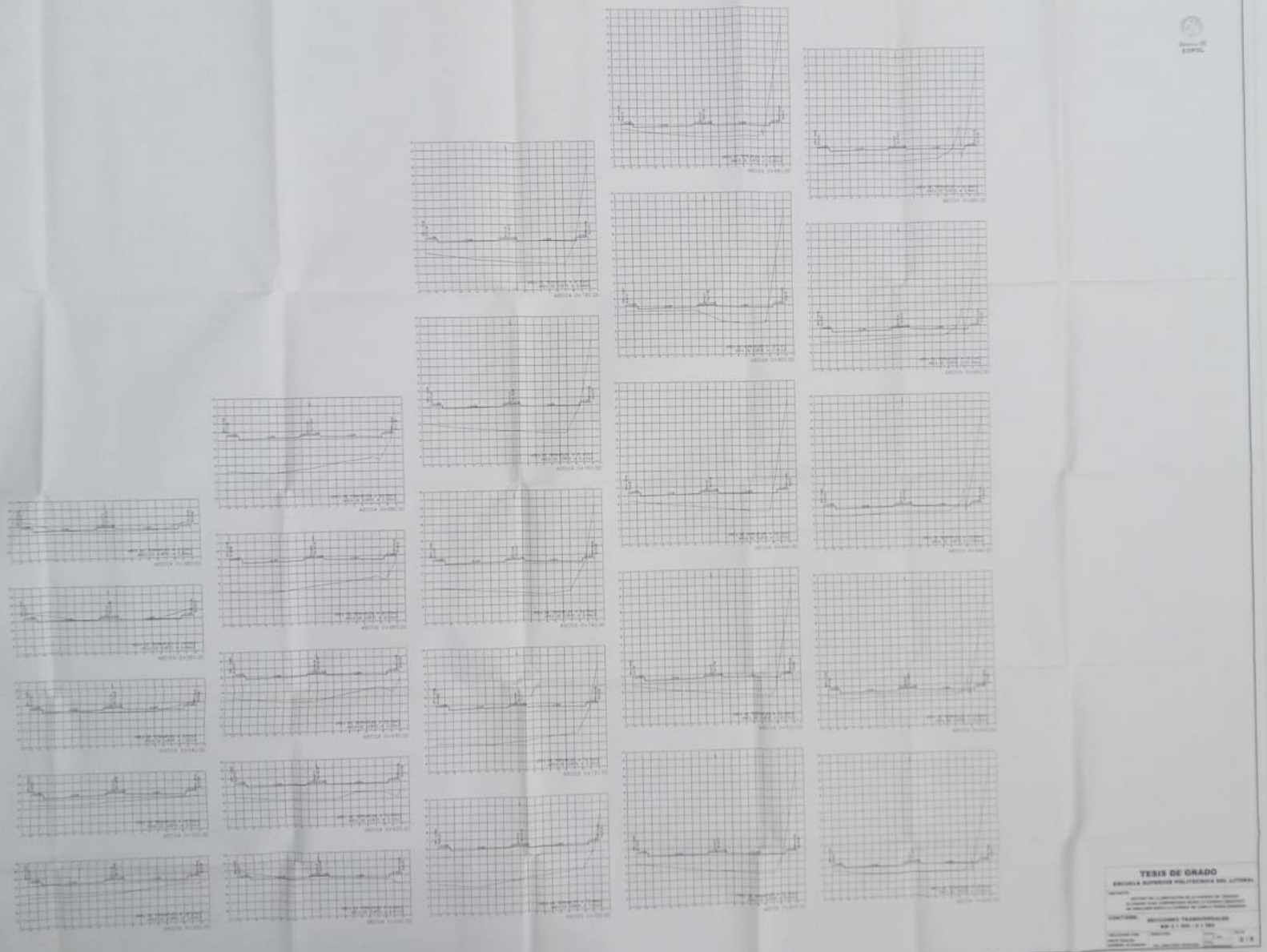
9766100
9766200
9766300
9766400
9766500

CDLA.JUAN MONTALVO

FUERTE HUANCAVILCA

0+800.00 0+900.00 1+000.00 1+100.00 1+200.00 1+300.00 1+400.00 1+500.00 1+600.00 1+700.00 1+800.00 1+900.00 2+000.00

SECCIÓN TÍPICA:



TESIS DE GRADO

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

619000 618900 618800 618700 618600 618500 618400 618300 618200 618100

9765900
9766000
9766100
9766200
9766300

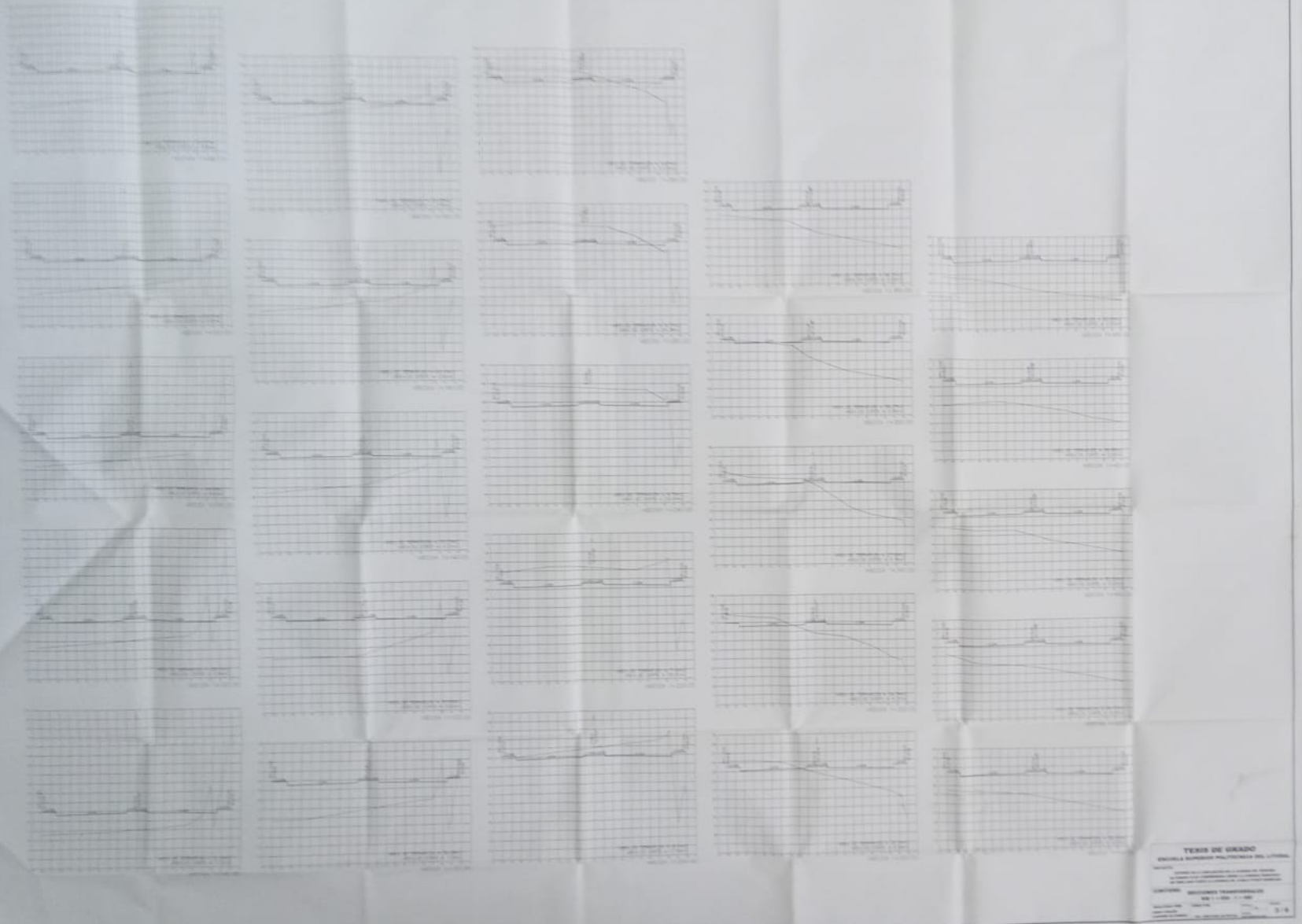
CDLA. JUAN MONTALVO

FUERTE HUANCAVILCA

AV. DR. CAMILO PONCE E.

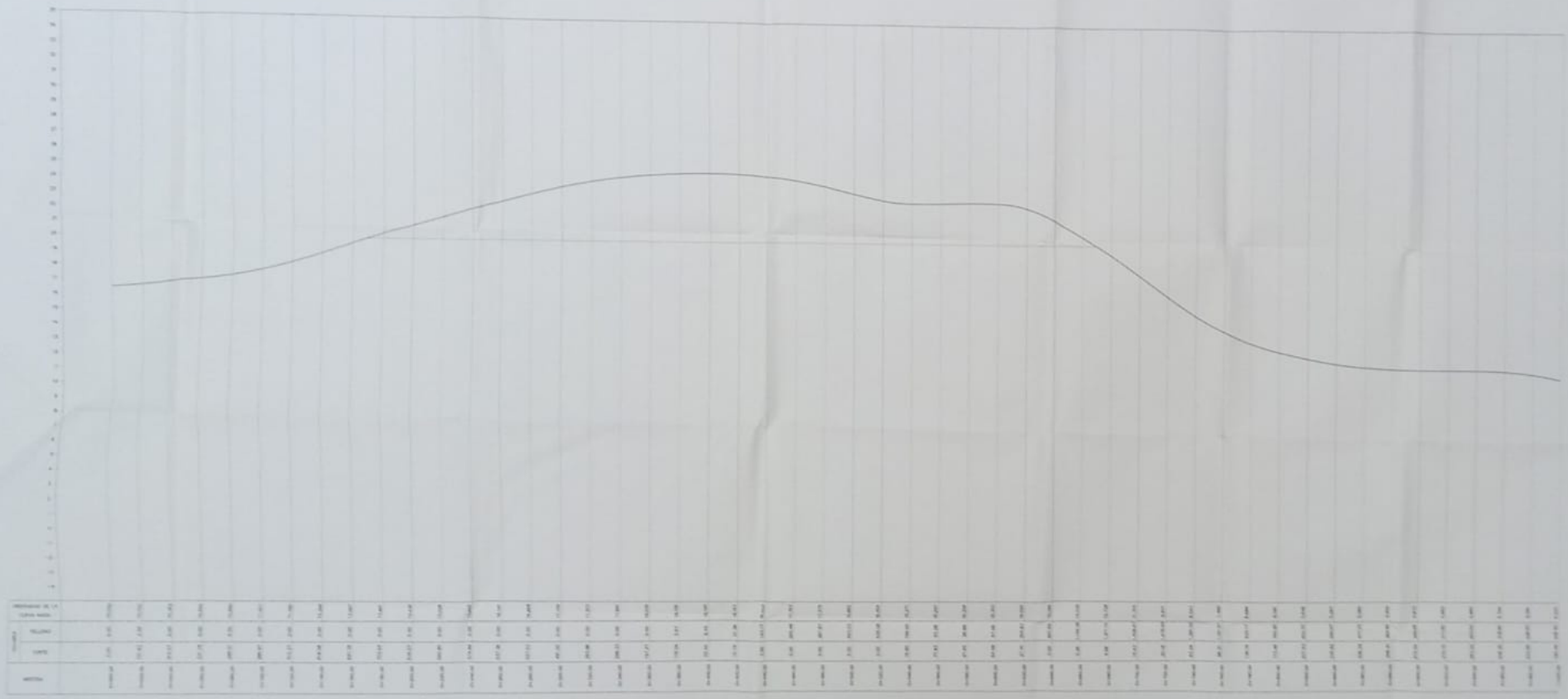
0+800.00 0+900.00 1+000.00 1+100.00 1+200.00 1+300.00 1+400.00 1+500.00 1+600.00 1+700.00

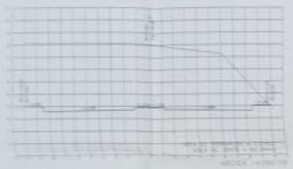
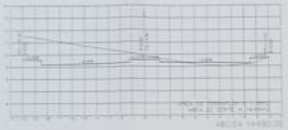
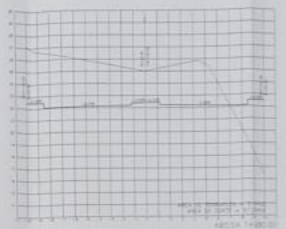
SECCIÓN TÍPICA:

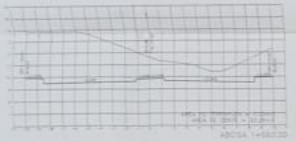
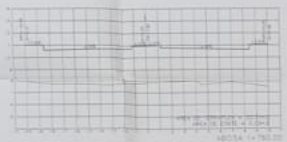
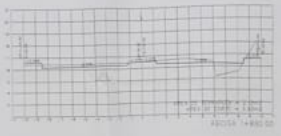
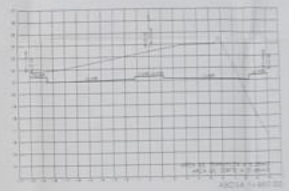
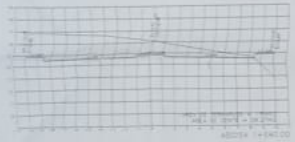
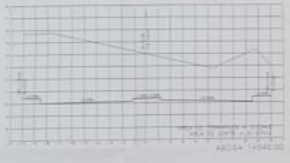
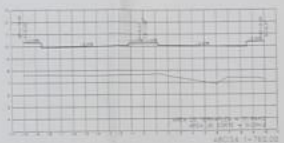
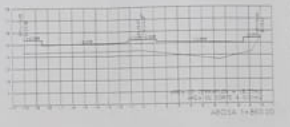
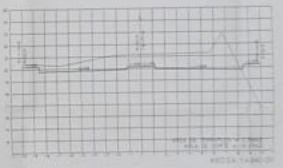
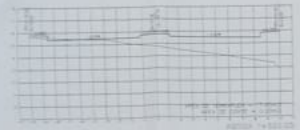
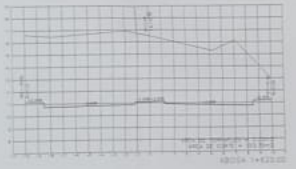
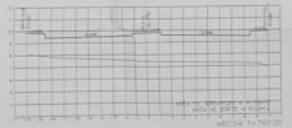
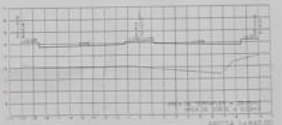
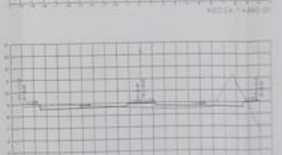
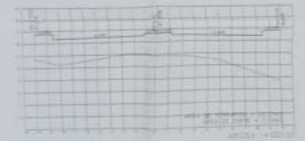
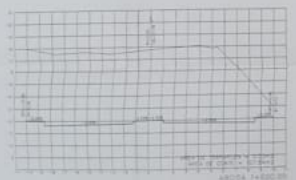
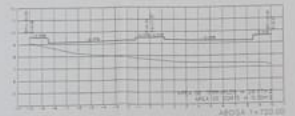
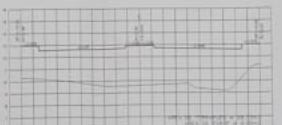


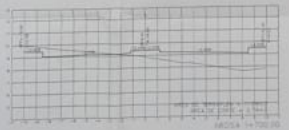
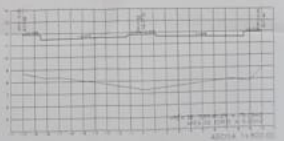
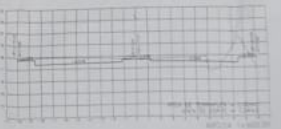
TESIS DE GRADO

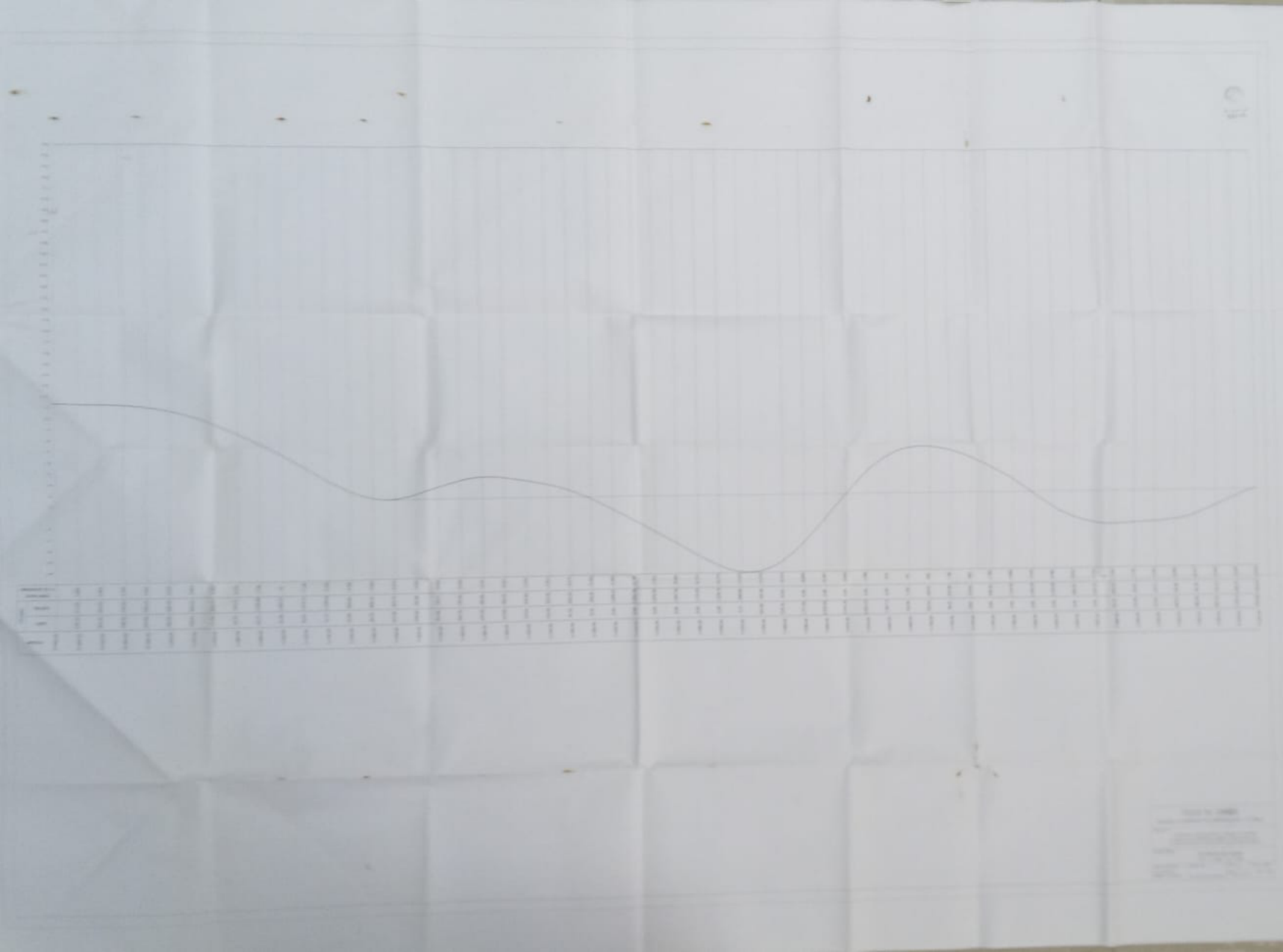
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

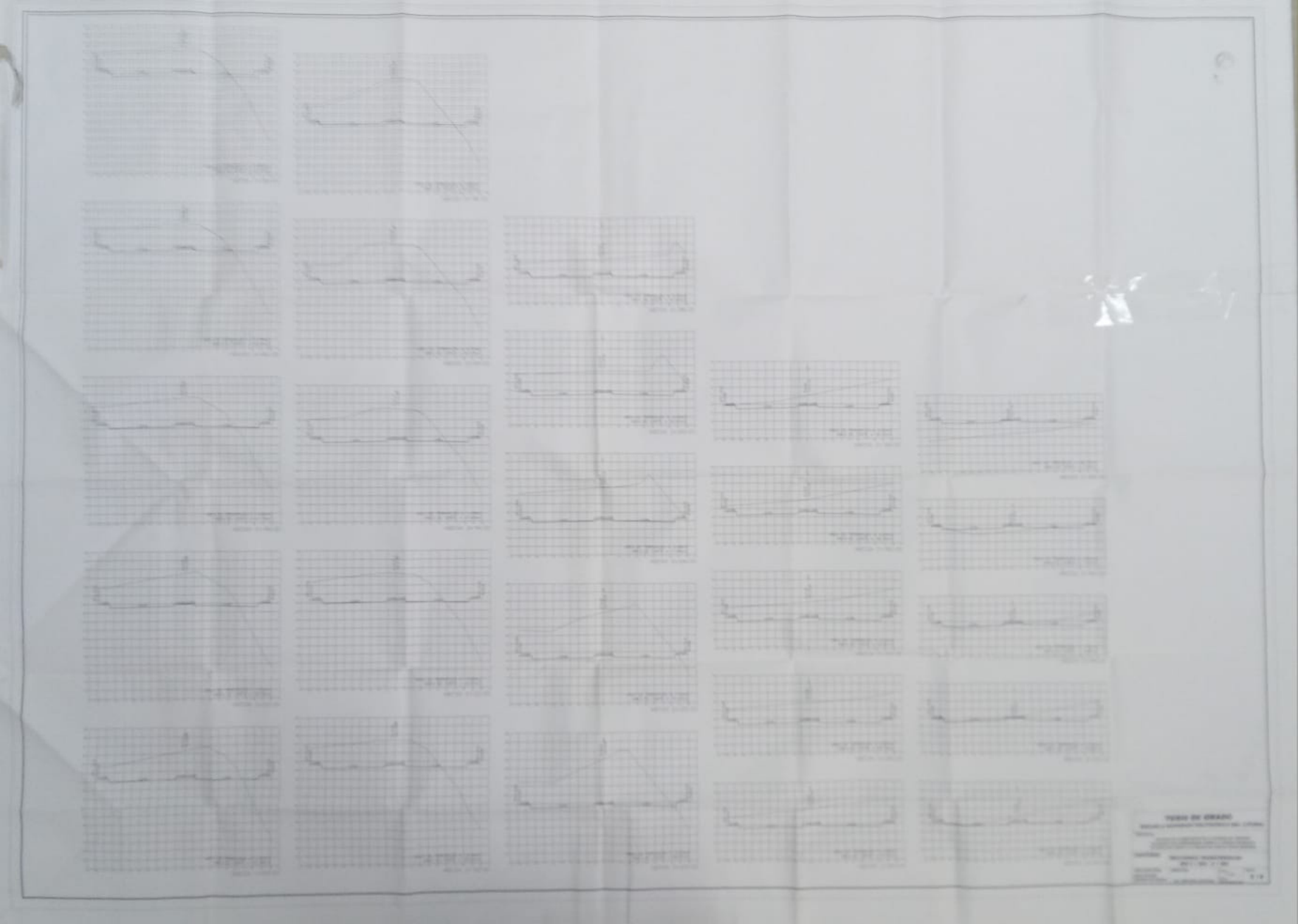


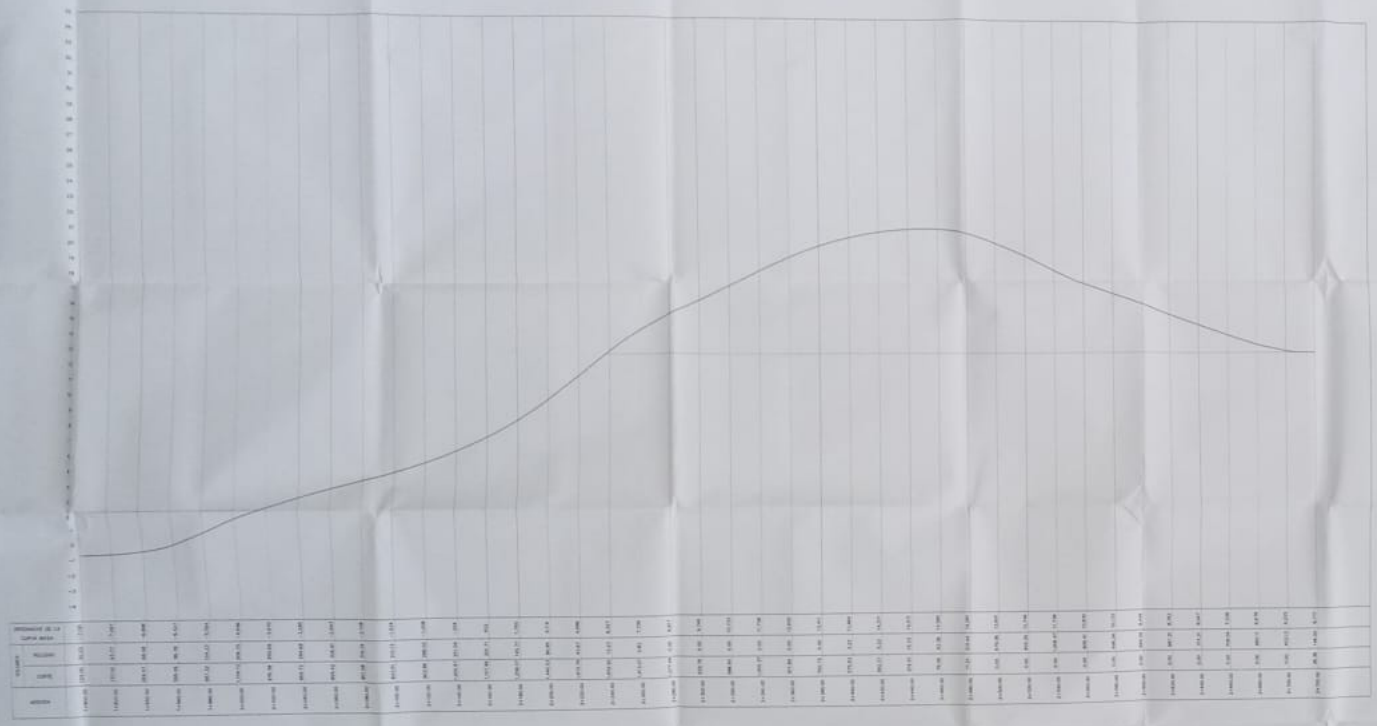








TESIS DE GRADO
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
CONTIENE:
SECCIONES TRANSVERSALES
KM 1 + 000 - 1 + 900
4 / 5







TESIS DE GRADO
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL



TESIS DE GRADO

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL