

Universidad ~~de~~ Loja Particular de Loja  
 BIBLIOTECA GENERAL

Revisado el II-11-81

Valor \$ 200.00

Número Clasificación 4981 J91 IC 151



625  
 Planificación de Carreteras  
 Bella Vista Manu  
 Saraguro  
625.725  
 625

625-0744

625X 244 DL

UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



# **Volúmen I**

**ESTUDIO DISEÑO DE LA CARRETERA  
BELLAVISTA MANU  
Km. 21+614.67 - Km. 25+880**

***CARLOS A. JUAREZ ESPARZA***

**TESIS  
INGENIERO CIVIL**

**Loja - Ecuador**

**1980**



*Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NY-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>*

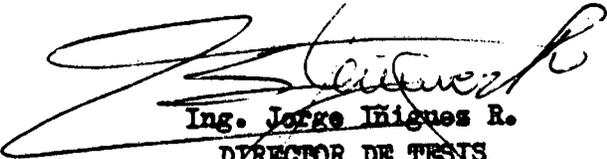
*Septiembre, 2017*

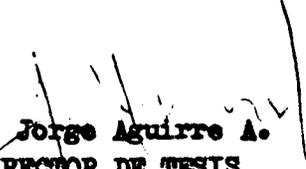
Loja, 15 de Agosto de 1980.

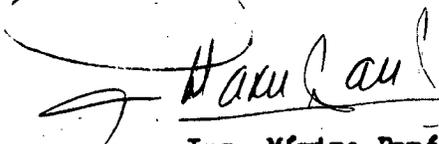
LOS DIRECTORES DE TESIS

CERTIFICAMOS:

Que la presente Tesis de Grado de Ingeniero Civil realizada por el Sr. Egresado Carlos A. Juárez E., ha sido dirigida y revisada prolijamente, la misma que en su desarrollo muestra una adecuada investigación de los lineamientos básicos de la Ingeniería Vial y se encuentra enmarcada dentro de especificaciones técnicas válidas. Razón por la cual autorizamos su presentación al H. Consejo de Facultad para los fines consiguientes.

  
Ing. Jorge Iñiguez R.  
DIRECTOR DE TESIS

  
Ing. Jorge Aguirre A.  
DIRECTOR DE TESIS

  
Ing. Máximo Ramón C.  
DIRECTOR DE TESIS

## INDICE

Pág.

### CAPITULO I

#### INTRODUCCION.

SECCION 1.1. GENERALIDADES.	1
SECCION 1.2. ANTECEDENTES E IMPORTANCIA DEL PROYECTO.	3
SECCION 1.3. UBICACION GENERAL DEL PROYECTO.	4

### CAPITULO II

#### SELECCION DE LA RUTA.

SECCION 2.1. PUNTOS OBLIGADOS.	6
SECCION 2.2. RECONOCIMIENTO GENERAL DE LA RUTA.	6

### CAPITULO III

#### ESTUDIO PRELIMINAR.

SECCION 3.1. LINEA DE GRADIENTE.	10
SECCION 3.2. POLIGONO PRELIMINAR.	12
SECCION 3.3. NIVELACION DEL POLIGONO PRELIMINAR.	15
SECCION 3.4. PERFILES TRANSVERSALES.	18
SECCION 3.5. OBSERVACIONES SOLARES.	20
SECCION 3.6. COORDENADAS RECTANGULARES.	27
3.6.1. Cálculo de Rumbos.	
3.6.2. Cálculo de Coordenadas Rectangulares.	

### CAPITULO IV

#### DISEÑO GEOMETRICO.

SECCION 4.1. ELEMENTOS BASICOS PARA EL DISEÑO.	33
4.1.1. Vehículo.	
4.1.2. Tráfico.	
4.1.2.1. Clasificación de las carreteras de acuerdo al tráfico.	
4.1.3. Velocidad de diseño.	
4.1.3.1. Relación con la velocidad de circulación.	
SECCION 4.2. PROYECTO HORIZONTAL	40
4.2.1. Línea cero.	
4.2.2. Proyecto del eje de la vía.	
4.2.3. Curvas horizontales.	
4.2.3.1. Coeficiente de fricción lateral.	
4.2.3.2. Radio mínimo de curvatura.	

4.2.3.3.	Curvas de transición.	
4.2.3.4.	Longitud de la espiral.	
4.2.3.5.	Cálculo de los elementos de las curvas horizontales.	
4.2.4.	Distancias de visibilidad.	
4.2.4.1.	Distancia de visibilidad de <u>pa</u> rada.	
4.2.4.2.	Distancia de visibilidad para rebasamiento.	
4.2.4.3.	Visibilidad en curvas horizontales.	
4.2.5.	Peralte.	
4.2.5.1.	Magnitud del peralte.	
4.2.5.2.	Desarrollo del peralte.	
4.2.6.	Sobreeancho.	
4.2.6.1.	Magnitud del sobreeancho.	
4.2.6.2.	Obtención del sobreeancho.	
4.2.7.	Tangentes mínimas.	
SECCION 4.3.	PROYECTO VERTICAL.	66
4.3.1.	Gradientes.	
4.3.2.	Curvas verticales.	
4.3.2.1.	Curvas verticales convexas,	
4.3.2.2.	Curvas verticales cóncavas.	
4.3.2.3.	Cálculo de curvas verticales.	

CAPITULO V

ESTUDIO DE SUELOS.

SECCION 5.1.	GENERALIDADES.	72
SECCION 5.2.	OBTENCION DE MUESTRAS.	76
SECCION 5.3.	ENSAYOS DEL LABORATORIO.	76
SECCION 5.4.	CLASIFICACION DE LOS SUELOS.	78
5.4.1.	Sistema de clasificación del <u>Departamen</u> to de Caminos Públicos.	
5.4.2.	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.	
SECCION 5.5.	PERFIL DEL SUB-SUELO.	86
SECCION 5.6.	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS.	86
SECCION 5.7.	CONCLUSION: ESTUDIO DE SUB-RASANTE.	187
SECCION 5.8.	CONCLUSION: ESTUDIO DE AFIRMADOS.	189
SECCION 5.9.	DISEÑO DE PAVIMENTOS.	190
5.9.1.	Sub-base.	
5.9.2.	Base.	

- 5.9.3. Capa de rodadura.
- 5.9.4. Capa de desgaste o sello.
- 5.9.5. Cálculo de los espesores de las capas del pavimento.

## CAPITULO VI

### ESTRUCTURAS DE DRENAJE.

SECCION 6.1. OBJETO E IMPORTANCIA.	197
SECCION 6.2. CUNETAS.	198
6.2.1. Cunetas de coronación.	
6.2.2. Cunetas de plano (cunetas laterales).	
SECCION 6.3. ALCANTARILLAS.	202
6.3.1. Ubicación.	
6.3.2. Dimensionamiento.	
SECCION 6.4. DISEÑO DEL PUENTE SOBRE LA QUEBRADA "EL SALADO".	210
6.4.1. Datos para el diseño.	
6.4.1.1. Ubicación.	
6.4.1.2. Datos hidráulicos.	
6.4.1.3. Tipo de puente.	
6.4.1.4. Naturaleza del suelo.	
6.4.1.5. Fatigas admisibles.	
6.4.1.6. Cargas de diseño.	
6.4.2. Diseño de la superestructura.	
6.4.2.1. Esfuerzos por carga muerta.	
6.4.2.2. Esfuerzos por carga viva.	
6.4.2.3. Esfuerzos totales.	
6.4.2.4. Diseño de la losa.	
6.4.3. Diseño de la subestructura.	
6.4.3.1. Estribo y muro de ala en la parte más alta.	
6.4.3.2. Muro de ala en la parte más baja.	

## CAPITULO VII

### MOVIMIENTO DE TIERRAS.

SECCION 7.1. SECCION TRANSVERSAL DE LA VIA.	223
7.1.1. Generalidades.	
7.1.2. Ancho de la sección transversal.	
SECCION 7.2. CURVA DE AREA.	226
SECCION 7.3. CURVA DE VOLUMENES.	228
SECCION 7.4. CURVA DE MASAS.	229

CAPITULO VIII

## ESTUDIO DE LA MAQUINARIA.

SECCION 8.1.	GENERALIDADES.	243
SECCION 8.2.	RENDIMIENTOS Y COSTOS HORARIOS.	244
8.2.1.	Tractor D-8-K.	
8.2.2.	Tractor D-7-G.	
8.2.3.	Mototrailla 621B.	
8.2.4.	Motoniveladora 12G.	
8.2.5.	Rodillo pata de cabra VAP-70P.	
8.2.6.	Rodillo liso vibratorio autopropulsado, VAP-70L.	
8.2.7.	Cargadora de ruedas 930.	
8.2.8.	Concreteira BRIGGS - STRATTON.	

CAPITULO IX

## PRESUPUESTO.

SECCION 9.1.	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS.	262
9.1.1.	Estudios.	
9.1.2.	Limpieza y desbroce.	
9.1.3.	Excavación no clasificada.	
9.1.4.	Excavación en roca.	
9.1.5.	Excavación para obras de arte.	
9.1.6.	Conformación de rellenos.	
9.1.7.	Limpieza de derrumbes.	
9.1.8.	Conformación de la sub-rasante.	
9.1.9.	Sub-base compactada.	
9.1.10.	Base compactada.	
9.1.11.	Imprimación.	
9.1.12.	Doble tratamiento superficial bituminoso.	
9.1.13.	Aloantarillas metálicas $\emptyset$ 42".	
9.1.14.	Aloantarillas metálicas $\emptyset$ 48".	
9.1.15.	Hormigón simple clase "A".	
9.1.16.	Encofrado para estructuras.	
9.1.17.	Hormigón simple clase "B".	
9.1.18.	Hormigón ciclópeo.	
9.1.19.	Acero de refuerzo.	
SECCION 9.2.	PRESUPUESTO GENERAL.	272

CAPITULO X

PROGRAMACION PARA LA CONSTRUCCION DEL PROYECTO.	273
BIBLIOGRAFIA.	

## CAPITULO I

### INTRODUCCION

---

#### SECCION 1.1. GENERALIDADES

El transporte es el factor fundamental de la economía y el desarrollo de un país, hay que considerar en él los diferentes tipos que lo conforman, a saber: transporte aéreo, marítimo y terrestre. De éstos el más usado y quizá el más importante es el transporte terrestre, que se lo realiza en vehículos y ferrocarriles, los mismos que son capaces de transportar pasajeros y carga de uno a otro lugar donde las condiciones lo permitan. Se dice que es importante porque en cierta forma los tipos restantes de transporte dependen de éste, tal es así que el transporte marítimo no solo necesita de puertos y barcos, sino también de la carretera y el ferrocarril para que a él lleguen y de él salgan los productos que por esta vía han de movilizarse.

El transporte aéreo no solo precisa de excelentes aeropuertos sino también de buenos accesos terrestres.

Para el transporte terrestre se utiliza las carreteras y las líneas férreas, me ocuparé de las primeras por estar relacionadas con el motivo de este estudio.

En un país el transporte terrestre interno se lo efectúa a través de una red de carreteras que constituye el sistema de vía más usual, ya que una extensa red existente, tiene una repercusión económica sobre el costo del transporte y por otra parte, facilita la comunicación desde los lugares más alejados a las grandes ciudades y viceversa.

La red de carretera está constituida por:

- a) Vías de interés nacional, las cuales serán utilizadas por una gran cantidad de automotores con velocidades comerciales elevadas y capaces de soportar una gran densidad de tráfico.
- b) Carreteras de interés provincial unidas a las vías de interés nacional.
- c) La red local que comprende los caminos que enlazan los sitios más apartados al sistema vial principal.

Si bien es cierto que las vías de interés nacional son tan importantes por la función que desempeñan, también no es menos cierto que las vías de interés local revisten características sumamente importantes porque permiten llegar a zonas de producción alejadas de los centros poblados que consumen dicha producción.

Pero siendo distinto el tráfico que van a soportar, es lógico suponer que también serán distintas las características técnicas de las vías secundarias con relación a las principales, tanto en velocidad de diseño, anchos de vía, curvas, pendientes, firmes, etc., características que están en función de los intereses socio-económicos de las regiones a enlazarse mediante las citadas redes viales nacionales.

En la presente tesis me ocuparé de un tramo de carretera de interés provincial que corresponde al proyecto SELVA ALEGRE - MANU, en el sector comprendido entre BELLAVISTA - MANU por considerarlo de gran importancia para la economía y el desarrollo provincial.

#### SECCION 1.2. ANTECEDENTES E IMPORTANCIA DEL PROYECTO

La carretera SELVA ALEGRE - MANU es la segunda etapa del estudio y construcción de la carretera SARAGURO - MANU. La primera etapa en la actualidad se está terminando su construcción.

Al momento la ruta que une las poblaciones de Selva Alegre, - Bellavista y Maní, la constituye un angosto y muy accidentado camino que permite el transporte en acémilas y muy rara vez cuando la necesidad lo exige y el temporal lo permite algún vehículo pequeño. Como es lógico suponer el transporte por este medio actual aparte de causar demoras en la movilización, encarece los productos que entran y salen de la zona.

La construcción de una carretera es muy importante por los enormes beneficios que ella determina y mucho más cuando la misma atraviesa zonas nada o parcialmente explotadas como es el caso de la vía que me ocupa. Esta zona es considerada de mucha importancia en cuanto a producción de trigo se refiere, también produce maíz, fréjol y patatas en considerable escala y dispone de una región ganadera circundante. Muchos de estos productos se pierden por la imposibilidad de transportarlos hacia lugares de comercialización y consumo, por este motivo sus pobladores reclaman que se satisfaga sus aspiraciones mediante la construcción de una vía que facilite el libre comercio de sus productos, que permita el ingreso de productos provenientes de otros lugares y que agilite el transporte y comunicación con el resto de la provincia y del país.

Constituyendo la fuente principal de trabajo en esta región la agricultura y en cierta forma la ganadería es de imperiosa necesidad la construcción de una carretera de acceso rápido, cómoda y segura que enlace estas poblaciones, manteniendo de esta forma a sus habitantes en los lugares de origen, estimulándolos al incremento de la producción ya que lo contrario acarrea el problema de la desocupación y la emigración de los agricultores a las ciudades constituyendo en ellas un gran problema social.

Además esta vía se torna más importante aún porque a más de que en lugares adyacentes se están haciendo estudios para detectar la presencia de minerales, también se habla de ruinas arqueológicas como es el caso del sitio denominado "ARCOS" que es muy visitado por estudiantes y por personas extranjeras.

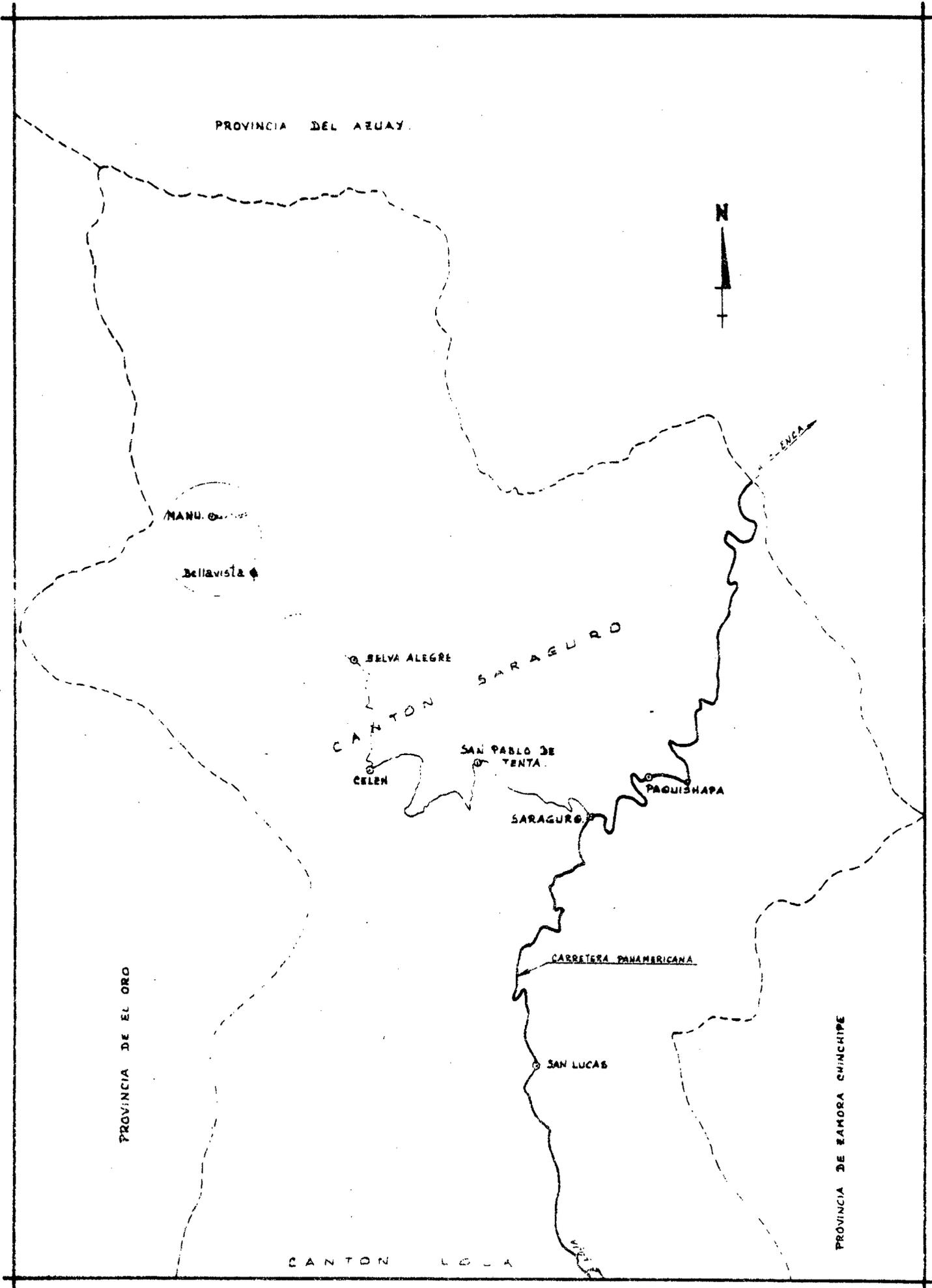
Otro interés que se adiciona a los anteriormente expuestos, es que puede proyectarse en el futuro la apertura de una vía de Maná a Huanazan, caso que esto se torne realidad se estaría enlazando las provincias de Loja y El Oro y proporcionando una ruta alterna hacia la costa, de gran interés no solo para el cantón Saraguro sino para la provincia de Loja en general.

### SECCION 1.3. UBICACION GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto tema de este trabajo, y que forma parte del estudio de la carretera SELVA ALEGRE - BELLAVISTA - MANU, se encuentra enlazado en el cantón Saraguro de la provincia de Loja, al noroeste de la cabecera cantonal de Saraguro.

El proyecto en general tiene una longitud aproximada de 27 km distribuidos así: Selva Alegre-Bellavista ..... 20 km.  
Bellavista-Manú ..... 7 km. aproximadamente. De este último sector se ha considerado un tramo de 4 km. aproximadamente para el presente estudio.

UBICACION GENERAL DEL PROYECTO



## CAPITULO II

### SELECCION DE LA RUTA

---

La fase más delicada y difícil del estudio y trazado de una vía es indudablemente la determinación de la ruta más conveniente, por que aparte de proporcionar el consiguiente beneficio social, tendrá que satisfacer los criterios técnicos requeridos.

Para el presente estudio se ha considerado un tramo de 4,5 km. para aplicarlo a carretera de Tercer Orden, según se verificará luego; para lo cual fijo los pasos obligados.

#### SECCION 2.1. PUNTOS OBLIGADOS

Los poblados a enlazar aquí son: el barrio Bellavista y la parroquia Maní del cantón Saraguro, que constituyen los puntos extremos obligados del proyecto, existiendo dos lugares intermedios de interés, para este caso como son la colina de San Nicolás y el paso sobre la quebrada El Salado.

#### SECCION 2.2. RECONOCIMIENTO GENERAL DE LA RUTA

El tipo empleado fué el reconocimiento terrestre, el mismo -

que se lo efectuó en dos etapas:

- a) En la primera etapa se hizo un recorrido en forma general por las posibles rutas, con el objeto de recopilar datos - relacionados con producción, topografía del terreno y obstáculos naturales. En este recorrido se aprovechó para hacer conocer a los habitantes de la región el inicio del estudio del citado proyecto de carretera con el objeto de obviar problemas de cualquier índole que se pudieran presentar con posterioridad, a la vez que se pidió su colaboración en el sentido de no destruir señales que van a dejarse a lo largo de la ruta; también se trató de persuadir a los pobladores la necesidad de cruzar sus terrenos con una carretera que brinde mayor capacidad de servicio, al mismo tiempo haciéndoles ver que el beneficio que reportará la carretera compensará con creces el valor del terreno afectado.
  
- b) Una vez terminado este primer recorrido, se procedió a la segunda etapa del reconocimiento, que se enmarcó ya en detalles técnicos de ingeniería de caminos. Aquí ya se utilizó implementos topográficos como clinómetro, jalones, cinta y brújula; y se consideró características determinantes tales como: gradientes máximas, obras de arte, pendientes transversales, obstáculos a salvar, posibles obras de drenaje, tipo de suelo, características geológicas y demás datos que pudieran incidir en la evaluación de las rutas propuestas.

Para el reconocimiento anteriormente expuesto se consideró -  
dos rutas:

- La primera que partiendo de la colina de San Nicolás, elevación 2420 m.s.n.m. con rumbo SW, desciende hasta la quebrada El Salado, elevación 2385 m.s.n.m. para luego después de atravesarla continuar el descenso con un rumbo NE hasta Surundel, elev. 2270 m.s.n.m., este tramo sigue en una forma más o menos paralela al camino actual. De Surundel continúa bajando con rumbo NW hasta las cercanías de Manú, elev. 2180 m.s.n.m..

- La segunda alternativa parte de San Nicolás con dirección NE, desciende a lo largo de una distancia aproximada de 1 km., hasta el borde de la colina para luego tener que atravesar la quebrada El Salado y continuar descendiendo con dirección NW pasando por Surundel hacia Manú.

Haciendo un análisis comparativo de las dos rutas consideradas se observó que la más conveniente era la primera por las siguientes razones:

- Permite un mayor desarrollo en distancia, necesario para vencer la diferencia de nivel que existe entre los dos poblados, manteniéndose las gradientes dentro de las normas del MOP.
- Pendientes transversales no pronunciadas en su mayor parte.
- Se limitan los trabajos de drenaje y de futuras socavaciones en terraplenes.
- No existen fallas geológicas que puedan perturbar la estabilidad de la vía.
- Se puede preveer mejor terreno de fundación.

- Se estima menor movimiento de tierras en función de las pendientes transversales.
- Por esta ruta se tendrá la construcción de un puente de menor luz y menor altura de la superestructura.
- Permite atravesar por terrenos más extensos y más productivos.
- Alrededor de esta ruta se encuentran asentadas las viviendas de la mayor parte de los agricultores del lugar.

Como puede verse las ventajas son determinantes en la elección de la ruta escogida y a la postre repercutirá en el menor costo de construcción, en una mayor facilidad para la movilización del tráfico, además del mayor aprovechamiento de los recursos naturales existentes en la zona.

## CAPITULO III

### ESTUDIO PRELIMINAR

---

#### SECCION 3.1. LINEA DE GRADIENTE

Conocida la ruta a seguirse en el trazado de la vía, se procedió a colocar la línea de gradiente. El objeto de la misma es determinar en el terreno puntos que obedezcan a una gradiente impuesta en diferentes tramos de tal manera que permita el enlace de los pasos obligados. Las gradientes adoptadas en esta etapa fueron inferiores a las admisibles para que puedan ser debidamente ajustadas en el proyecto vertical.

IMPLEMENTOS USADOS: clinómetro  
jalones  
machetes  
balizas  
libreta de gradientes.

ESPECIFICACIONES: El MOP tiene las siguientes:

- a) Gradiente longitudinal máxima:
  - 10% para altitudes de 0 a 1000 m.s.n.m.
  - 9% para altitudes de 1000 a 2000 m.s.n.m.

8% para altitudes de 2000 a 3000 m.s.n.m.

7% para altitudes de 3000 a 3500 m.s.n.m.

6% para altitudes de 3500 a 4000 m.s.n.m.

Las correspondientes gradientes máximas se emplearan en tramos no mayores de 500 metros.

- b) Gradiente longitudinal mínima: la mínima normal debe ser de 0.5%, se puede adoptar una gradiente del 0% para casos de sobelevaciones de 1 metro - del altura o más.

PROCEDIMIENTO: La forma de colocar la línea de gradiente, una vez che queado el clinómetro es como sigue:

- Se fija la graduación deseada de gradiente en el clinómetro.
- A través de la ruta escogida se envía al portajalón delante ro para que ubique el jalón, y de vista.
- El operador que está en el punto de partida, apoyando el cli nómetro en el jalón a la altura del ojo del observador, gene ralmente y por facilidad de identificación a 1.50 mts., tra ta de hacer ubicar el jalón en el lugar donde la visual del observador haga coincidir el retículo horizontal del clinóme tro y la altura de 1.50 mts. en el jalón delantero, chequean do al mismo tiempo la posición correcta del nivel del mismo clinómetro.
- Localizado así el punto se procede a dejarlo señalado emplean do para esto balizas que sobrepasen al 1 mts. de altura y - que sean fácilmente visibles en el terreno.

- Luego se pasa el observador con el clinómetro y el jalón al punto localizado y marcado con la baliza y se repite el procedimiento anterior.
- Cuando sea necesario cambiar la gradiente se modificará la misma en el clinómetro y se procederá en la misma forma anterior.
- Se debe tomar nota de las diferentes gradientes adoptadas a lo largo de la ruta.

Una idea de la gradiente a adoptarse nos da la diferencia de altura entre los puntos obligados dividida para la distancia aproximada que los separa.

### SECCION 3.2. POLIGONO PRELIMINAR

Denominado también polígono fundamental es una línea poligonal exacta que sirve como referencia para obtener la planimetría y la información topográfica y demás datos pertenecientes a la faja de terreno en la que se proyectará la vía. Junto con los perfiles transversales el polígono preliminar sirve para preparar un mapa con las curvas de nivel cada metro, en donde se trazará el proyecto de la carretera que se convertirá con los probables ajustes de menor importancia, realizados durante el proceso de replanteo en el proyecto definitivo.

IMPLEMENTOS USADOS: Teodolito Keuffel (con brújula)

Jalones

Piquetes

Cinta metálica de 30 mts.

Plomadas

Combo

Libreta de topografía

Estacas, puntos, tachuelas

Machetes.

**ERRORES ADMISIBLES:** Dados por el MOP (Manual de diseño de Carreteras).

- Para distancias: No mayor de 0.50% (0.05%)
  
- Para ángulos de deflexión comprobados mediante observaciones solares:  $\pm$  20 segundos por vértice.

**PROCEDIMIENTO GENERAL:**

- Se procedió a referenciar el punto de inicio del polígono PI # 123 = Est. 21+614.67 (se estimó conveniente seguir con el abscisado general del proyecto).

Con el teodolito colocado en posición de trabajo en el PI # 123, se da línea hacia delante, tratando de compensar a cada lado del alineamiento los puntos marcados en la colocación de la línea de gradiente; igual criterio se empleo para el trazo de los demás alineamientos del polígono.

- Determinada la alineación se procede al abscisado cada 20 mts. y en sitios de difícil topografía cada 10 mts.; en cada abscisa se colocó puntos de madera de sección circular, dejando a un costado "estacas testigo" de aproximadamente 40 cm. de altura que sirven para la identificación de los puntos, en éstas se marcó las abscisas correspondientes y se las colocó en el terreno de tal manera que facilite la lectura de las mismas en el sentido de avance del polígono.

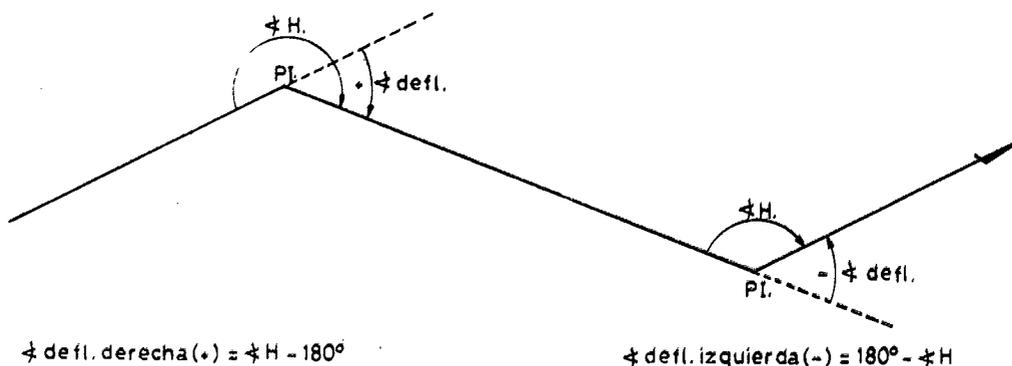
y generalmente hacia arriba en laderas.

- Terminado el abscisado de este alineamiento y registrada la abscisa que le corresponde al PI # 124, se transporta el teodolito y se lo coloca sobre éste PI en posición de trabajo, se encara al PI # 123, se transita el aparato y se lee la deflexión al PI # 125 y se procede al abscisado de este nuevo alineamiento; la primera estación luego del PI será la que corresponda a la abscisa redonda inmediata.

Tanto en el primero como en el último alineamiento del polígono se hizo lecturas chequeadas del rumbo magnético, para compararlos con los determinados mediante observaciones solares.

Con el objeto de reducir al mínimo los errores se tomaron - las siguientes precauciones:

- La medida de las distancias se hizo de ida y vuelta, cuidando que las mismas sean hechas en forma correcta.
- La medición de las deflexiones fué chequeada volviendo a encerrar el aparato y midiendo los ángulos horizontales horarios.



- En los puntos que marcan los PIs del polígono se dejó incrustadas tachuelas que determinan más exactamente las deflexiones de los alineamientos.

**REFERENCIAS:**

Lo constituyen mojones de hormigón simple de sección cuadrada de 12 cm. de lado y 60 cm. de largo, en la parte superior se coloca un clavo que sobresalga más o menos 1/2 pulgada.

Las referencias fueron colocadas en base de ángulos y distancias medidas con exactitud. Cada visual tendrá dos puntos de referencia y se midió distancias parciales entre los puntos. Los mojones se colocaron de tal manera que no vayan a ser destruidos durante el proceso de la construcción.

Cerca de cada mojón se dejó estacas testigo en las cuales se marcó en el un lado el número de referencia y nominación del punto referenciado y en el otro la distancia parcial.

Ejemplo: Ref. # 1 - PI # 123

D = 25.76 mts.

**SECCION 3.3. NIVELACION DEL POLIGONO PRELIMINAR**

Para conocer el perfil del trazo y preliminar y además apoyar en la poligonal la topografía que se va a levantar, se nivelan todos los puntos estacados que se encuentran sobre los lados de dicha poligonal.

**IMPLEMENTOS USADOS:** Nivel Wild

Mira de nivelación

Libreta de nivelación

Machetes

ERRORES ADMISIBLES: El MOP especifica lo siguiente (Manual de Diseño de Carreteras): El error máximo admisible por kilómetros nivelado y comprobado será de 15 mm. de acuerdo a la fórmula

$$e = \pm 0.010 \sqrt{K}.$$

siendo K = número de kilómetros, sumando la longitud de nivelación de ida y vuelta, para comprobación.

Encontrado el error admisible en la nivelación de un kilómetro, para continuar la nivelación del siguiente km., se calculará la cota corregida del último BM. que será la cota de nivelación original  $\pm$  la mitad del error encontrado en la comprobación.

La nivelación realizada del polígono fué de tipo geométrico y en circuito cerrado o sea nivelación de ida por los puntos abscisados, y de vuelta por un camino distinto al anterior. La nivelación de regreso sirve como comprobación, la misma que se efectuó cada kilómetro; además se hizo comprobaciones cada 500 mts. con el empleo del método del punto auxiliar que consiste en llevar una nivelación paralela a la efectuada sobre el abscisado.

Como el punto de inicio de este estudio lo constituye un mojón de hormigón debidamente referenciado, se consideró su cota como base para la nivelación del polígono; la cota del mismo fué proporcionado por los estudios del tramo que antecede y que tiene derivación de un IGM (Instituto Geográfico Militar) localizado al inicio del proyecto general.

El BM # 21' = Ref # 1 del PI # 123 se consideró como BM de partida y cuya elevación se determinó en base de la cota del PI # 123.

que fue dada.

**PROCEDIMIENTO GENERAL:**

Se coloca el nivel en posición de operación en un sitio donde puedan visarse varios puntos abscisados en condiciones satisfactorias y se procede mediante la ayuda de la mira colocada en cada uno de los puntos abscisados a hacer lecturas; la primera se registra como lectura atrás, las siguientes como lecturas intermedias y la última - que se haga desde la misma parada del nivel como lectura adelante, luego se transporta el aparato a otro sitio de similares condiciones al anterior, y colocándolo en posición de operación se comienza haciendo la primera lectura al punto - que sirvió de cambio y se registra como lectura atrás; y se continúa de idéntica manera a lo anteriormente expuesto.

Los cálculos se da en la libreta de nivelación y sus resultados obedecen a las siguientes ecuaciones:

$$(H + I) = \text{cota} + \text{lectura atrás.}$$

$$\text{COTA} = (H + I) - \text{lectura intermedia o lectura adelante (según el caso)}$$

Cada cambio de lugar del nivel ocasionará un nuevo valor del  $(H + I)$ .

**REFERENCIAS:**

Denominados BM. formados por mojones de iguales caracte-

rísticas a los usados para referenciar el polígono preliminar.

Generalmente y cuando existen referencias del polígono preliminar cercanas al kilómetro, las mismas son usadas como BM. de nivelación. Así mismo en "estacas testigo" colocadas en un lugar visible se dejó marcado el número de orden que le corresponde a ese kilómetro y su respectiva cota. Ejemplo:

BM. # 21' COTA: 2.428,85 m.s.n.m.

#### SECCION 3.4. PERFILES TRANSVERSALES

Consisten en perfiles normales en cada estación al eje del polígono preliminar. El objeto de los mismos es proporcionar los datos necesarios para la conformación de la franja topográfica.

En los vértices del polígono la línea del perfil transversal siguió la dirección de la bisectriz del ángulo interior, y en vértices cuya deflexión sea grande se tomaron perfiles adicionales con el objeto de facilitar el dibujo de las curvas de nivel.

IMPLEMENTOS USADOS: Nivel de mano  
Regletas de perfiles  
Jalones  
Cinta metálica de 30 mts.  
Libreta de perfiles  
Machetes.

ANCHO DE LA FAJA TOPOGRAFICA:

El MOP especifica los anchos siguientes en función de la pendiente transversal (Manual de Diseño de Carre

teras):

Pendiente transversal del terreno	Longitud mínima a cada lado del polígono
80% o más	30 mts.
40% a 80%	60 mts.
0% a 40%	100 mts.

Para este estudio se consideró una faja de 120 mts. de ancho a lo largo de todo el polígono, esto es 60 mts. a cada lado.

#### PRECISION DE LOS PERFILES TRANSVERSALES:

Tolerancias dadas por el MOP

(Manual de Diseño de Carreteras):

- ERROR: - En distancias no debe exceder del 5%.  
- En elevación no debe exceder de 20 cm.  
- En desviación de la perpendicular no deberá ser mayor de 2.0 mts. por cada 100 mts. de perfil.

#### PROCEDIMIENTO GENERAL:

El operador se coloca sobre la estación que se va a obtener el perfil transversal, con los brazos abiertos en cruz de modo que uno apunte hacia atrás y el otro hacia delante del alineamiento, luego cerrando los ojos se juntan hacia adelante palma con palma las manos y esta dirección señalada con los brazos juntos es aproximadamente la perpendicular buscada.

Para colocar el jalón que sirva de referencia de la perpendicular se usa como colimador el espacio que queda entre los pulgares.

Con este jalón localizado y el otro ubicado en la estación se da vista a lado y lado y se limpia la vegetación en esa dirección para facilitar la toma del perfil, luego se procede a tomar los datos concernientes.

Conocida la cota de la estación, con el empleo de las reglas de perfiles y el nivel de mano se procede a sacar el perfil, para ello primero se toma la distancia que corresponde a la cota redonda inmediata y luego se continua sacando el perfil metro a metro de desnivel ya sea subiendo o bajando en el terreno según el caso.

En cada uno de los puntos donde se obtenga la diferencia de nivel deseada se medirá la distancia horizontal, la misma que será acumulada a partir de la estación del eje de la poligonal.

Aquí se fueron registrando datos correspondientes a borde del camino existente, casas ubicadas dentro de la faja topográfica, quebradas y demás características topográficas importantes.

### SECCION 3.5. OBSERVACIONES SOLARES

#### OBSERVACION SOLAR # 1

#### LECTURAS PARA DETERMINACION DEL RUMBO GEOGRAFICO.

Lugar: San Nicolás (Bellavista)	Altitud: 2.422 m. = 7.944 pies
Fecha: 14 de mayo de 1978	Cronómetro: Orient
Observó: C. Juárez E.	Corrección Cronóm.
Visto con: Pantalla	Temperatura: 28°C = 82.4°F
Estación: PI #123=21+614.67	Barómetro:
Señal: PI #124 = 21+690.21	Longitud: 79° 23' 45" W.
Teodolito: Keuffel	Latitud: S 03° 30' 15"

POSICION	OBJETO VISADO	LECTURAS								
		CRONOMETRO			CIRCULO HORIZONTAL			CIRCULO VERTICAL		
		h	m	s	°	'	"	°	'	"
d		3	58	30	86	52	00	30	51	00
d		3	59	15	86	48	00	30	40	00
d		4	00	10	86	44	00	30	28	00
d		4	01	20	86	38	00	30	12	00
i		4	02	30	265	57	00	29	25	00
i		4	03	25	265	53	00	29	13	00
i		4	04	15	265	49	00	29	01	00
i		4	05	00	265	45	00	28	51	00
Promedios		4h 01m 48s			86°	18'	15"	29°	50'	08"

CORRECCION DEL TIEMPO (TCG)

Hora de observación 4h 01m 48s  
 Corrección para la base de 24 horas + 12h  
 Corrección por longitud:  $1h - 15^{\circ} 79^{\circ} 23' 45'' =$  5h 17m 35s  
15


---

 Tiempo Civil de Greenwich (TCG) 21h 19m 23s

CORRECCION POR REFRACCION (R)

Coefficiente de refracción (Cr): (tabla 1, efemérides solar)

h = 29° Cr = 1.73'

h = 30° Cr = 1.66' Interpolando : h=29° 50' 08" → Cr = 1.6715'

Factor de elevación (fe): (tabla 2da. efemérides solar)

elev = 7597 pies fe = 0.77

elev = 7960 pies fe = 0.76. Interpolando: elev = 7944 pies ⇒ fe = 0.760

Factor de temperatura (ft): (tabla 2a, efemérides solar)

T = + 80°F            ft = 0.94  
T = + 90°F            ft = 0.93            Interpolando: T = 82.4°F    ft = 0.9376

Refracción Corregida: R = Cr x fe x ft

$$R = 1.6715' \times 0.76 \times 0.9376 = 1,19107' = 01' 11''$$

$$R = \underline{01' 11''}$$

CORRECCION POR PARALAJE (P)

(tabla 2, efemérides solar)

h = 29°            P = 0.13'

h = 30°            P = 0.13'            Por lo tanto: h = 29° 50' 08"    P=0.13'=08"

ALTURA CORREGIDA O CALCULADA

hc = h.media - Refracción + Paralaje

$$hc = 29° 50' 08'' - 01' 11'' + 00' 08'' = 29° 49' 05''$$

$$hc = \underline{29° 49' 05''}$$

DECLINACION DEL SOL (d)

(tabla 1, efemérides solar-año 1978)

Declinación del sol el 14 de mayo de 1978 a las 0 horas: d=N 18° 29.1'

Declinación por hora: 0.60'

Declinación en las 21h 19m 23s : 0.60' x 21.323h = 12.794'

Declinación del sol el 14 de mayo de 1978 a las 21.323h :

$$d = N 18° 29.1' + 12.794' = N 18° 41.89'$$

$$d = N 18° 41' 53''$$

RUMBO DEL SOL

$$\text{Cos } Z = \frac{\text{Sen } d - \text{Sen } h \times \text{Sen } l}{\text{Cos } h \times \text{Cos } l}$$

Z = rumbo del sol

d = declinación

h = altura medida del sol

l = latitud tomada del mapa

La latitud sur así como la declinación sur han de tomarse con signo negativo.

Los resultados se indican en el cuadro siguiente:

DETERMINACION DEL RUMBO

Lugar: San Nicolás (Bellavista)      Estación: PL#123 = 21+614.67  
Fecha: 14 mayo 1978                      Señal : PL#124 = 21+690.21  
Teodolito: Keuffel                        Latitud : S 03° 30' 15"

---

Temperatura	28°C = 82.4°F
Barómetro	
Tiempo Civil de Greenwich (TCG)	21h 19m 23s
h. observada	29° 50' 08"
Refracción	-01' 11"
Paralaje	+ 08"
h. calculada	29° 49' 05"
d	N 18° 41' 53"
l	S 03° 30' 05"
Sen d	0.320581
Sen h	0.497247
Sen l	- 0.061121
Sen h x Sen l	- 0.030392
Sen d - Sen h x Sen l	0.350973
Cos h	0.867609
Cos l	0.998130
Cos h x Cos l	0.865987
Cos Z	0.405287
Z rumbo del sol	66° 05' 27"
Lectura promedio señal	86° 18' 15"
Rumbo astronómico de la señal	S 27° 36' 18" W

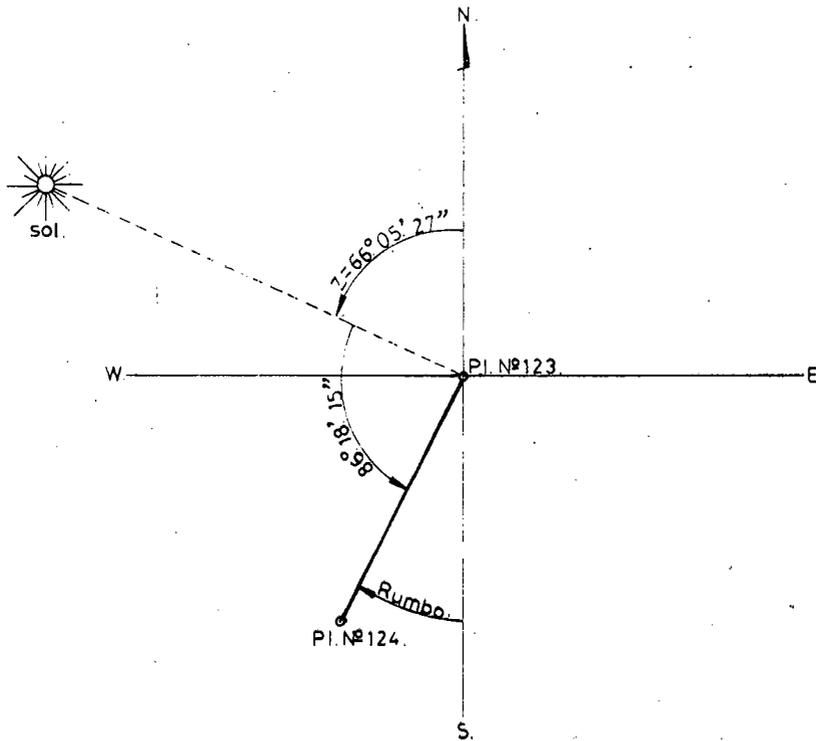
Rumbo calculado por deflexiones

Error

---

Como la observación fué hecha por la tarde el rumbo será OESTE o sea hacia la izquierda.

CROQUIS DE LA OBSERVACION



Rumbo del sol: N  $66^{\circ} 05' 27''$  W  
Azimut de la alineación:  $207^{\circ} 36' 18''$   
Rumbo de la alineación: S  $27^{\circ} 36' 18''$

OBSERVACION SOLAR # 2

LECTURAS PARA DETERMINACION DEL RUMBO GEOGRAFICO

Lugar: Maná (cementerio)	Altitud: 2170 m = 7118 pies
Fecha: 17 de mayo de 1978	Cronómetro: Orient
Observó: C. Juárez E.	Corrección Cronóm.
Visto con: Pantalla	Temperatura: $32^{\circ}C = 89.6^{\circ}F$
Estación: PI # 150	Barómetro:

Señal: PI # 151

Longitud: 79° 24' 10" W

Teodolito: Keuffel

Latitud: S 03° 29' 02"

POSICION	OBJETO VISADO	LECTURAS								
		CRONOMETRO			CIRCULO HORIZONTAL			CIRCULO VERTICAL		
		h	m	s	o	'	"	o	'	"
d		2	17	00	83	40	00	52	41	00
d		2	17	55	83	28	00	52	32	00
d		2	18	40	83	17	00	52	25	00
d		2	19	25	83	08	00	52	17	00
i		2	21	20	261	53	00	51	15	00
i		2	22	00	261	45	00	51	09	00
i		2	22	40	261	37	00	51	04	00
i		2	23	25	261	28	00	50	59	00
Promedios		2h 20m 18s			82° 32' 00"			51° 47' 45"		

DETERMINACION DEL RUMBO

Lugar: Maná

Estación: PI # 150

Fecha: 17 de mayo de 1978

Señal : PI # 151

Teodolito: Keuffel

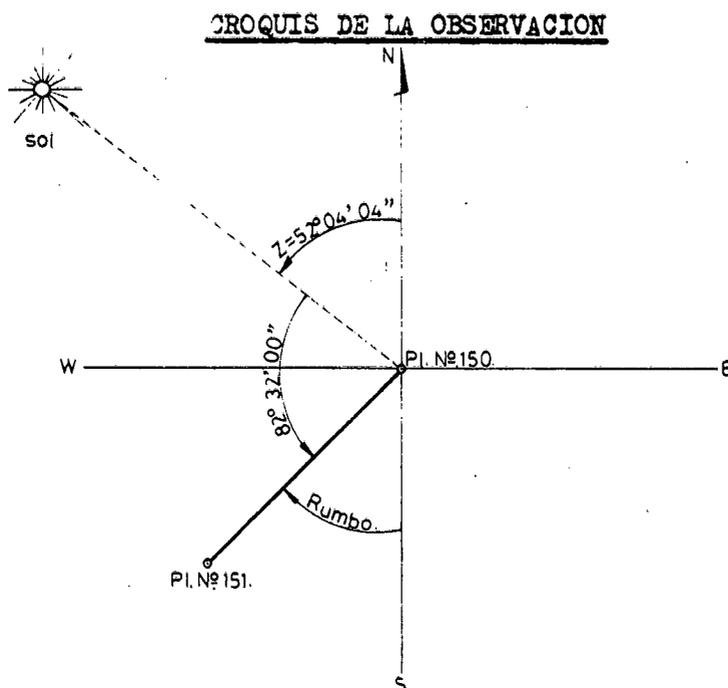
Latitud: S 03° 29' 02"

---

Temperatura	32°C = 89.6F
Barómetro	
Tiempo Civil de Greenwich (TCG)	19h 37m 55s
h. observada	51° 47' 45"
Refracción	- 33"
Paralaje	+ 05"
h. calculada	51° 47' 17"

d	N 19° 22' 42"
l	S 03° 29' 02"
Sen d	0.331804
Sen h	0.785728
Sen l	- 0.060768
Sen h x Sen l	- 0.047747
Sen d - Sen h x Sen l	0.379551
Cos h	0.618572
Cos l	0.998152
Cos h x Cos l	0.617429
Cos Z	0.614728
Z rumbo del sol	52° 04' 04"
Lectura promedio señal	82° 32' 00"
Rumbo astronómico señal	S 45° 23' 56" W
Rumbo calculado por deflexiones	S 45° 29' 18" W
Error	00° 05' 22"

$$\cos Z = \frac{\text{Sen } d - \text{Sen } h \times \text{Sen } l}{\text{Cos } h \times \text{Cos } l}$$



Rumbo del sol:	N 52° 04' 04" W
Azimut de la alineación	225° 23' 56"
Rumbo de la alineación	S 45° 23' 56" W

### ERROR ANGULAR

Error admisible  $\pm$  20 segundos por vértice

Número de vértices del polígono: 27

Error angular total admisible:  $20'' \times 27 = 540'' = 09'$

Error angular cometido: 05' 22''

Como puede apreciarse el error cometido es menor al admisible por lo tanto es aceptable.

El error cometido se ha repartido de acuerdo a criterios de dificultad de visibilidad; y su compensación se muestra en los cuadros de coordenadas.

### SECCION 3.6. COORDENADAS RECTANGULARES

#### 3.6.1. Cálculo de rumbos

Se los calculó en base a los siguientes conceptos:

- a) Rumbo es el ángulo horizontal agudo que forma una alineación con una línea que apunta hacia el Norte Verdadero, especificando el cuadrante en el cual se toma.
- b) El rumbo no puede ser mayor de 90°.
- c) Signos de los rumbos: Positivos los rumbos NE y SW (I y III cuadrante).  
Negativos los rumbos SE y NW (II y IV cuadrante).

d) Rumbo a determinar = rumbo conocido + ángulo de deflexión.

Considerando para ello las deflexiones con su signo:

- deflexión derecha      positiva (+)

- deflexión izquierda    negativa (-)

Los resultados están incluidos en las hojas de coordenadas.

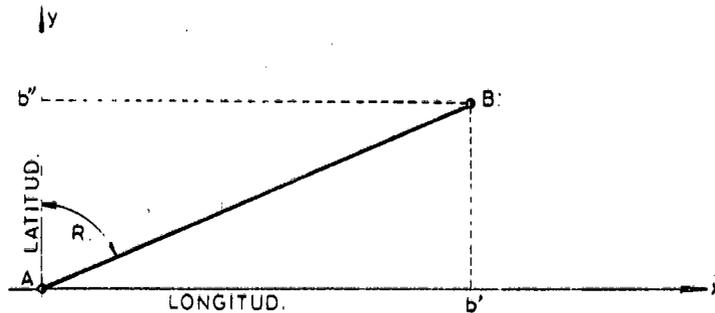
### 3.6.2. Cálculo de coordenadas rectangulares

#### COORDENADAS PARCIALES

De un vértice son las que se calculan considerando el vértice como origen del sistema.

Longitud.- De una línea es su proyección ortogonal sobre la línea Este-Oeste (paralelo).

Latitud.- De una línea es su proyección ortogonal sobre la línea Norte-Sur (meridiano).



Alineamiento AB: longitud =  $Ab' = AB \times \text{Sen } R.$

latitud =  $Ab'' = AB \times \text{Cos } R.$

En general: LONGITUD = distancia horizontal por el seno del rumbo.

LATITUD = distancia horizontal por el coseno del rumbo

La longitud puede ser: Este (positiva)

Oeste (negativa)

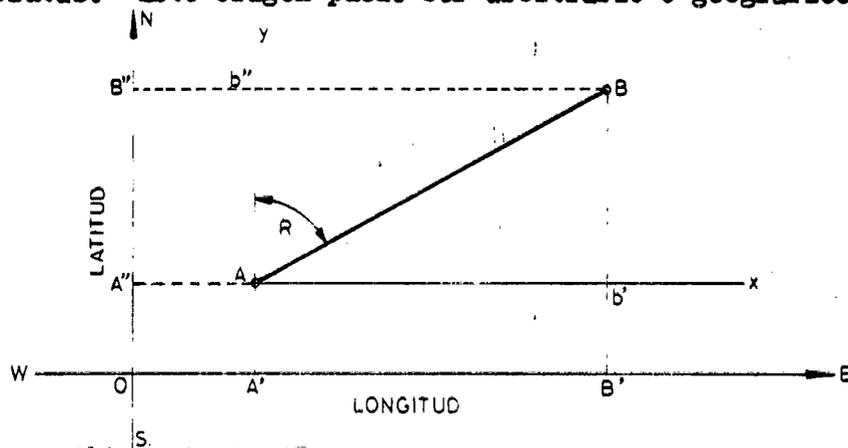
La latitud puede ser: Norte (positiva)

Sur (negativa)

Los signos de las coordenadas parciales servirán para el cálculo de las coordenadas acumuladas.

### COORDENADAS ACUMULADAS O ABSOLUTAS

Son las que se calculan referidas a un origen de coordenadas absolutas. Este origen puede ser arbitrario o geográfico.



Alineamiento AB:

$$\begin{aligned} \text{Longitud} &= OB' = OA' + A'B' \\ &= OB' = OA' + AB \times \text{Sen } R. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Latitud} &= OB'' = OA'' + A''B'' \\ &= OB'' = OA'' + AB \times \text{Cos } R. \end{aligned}$$

Para este proyecto se consideró un origen de coordenadas geográfico deducido de la carta topográfica editada por el Instituto Geográfico Militar (IGM), y que obedece a la siguiente identificación:

Carta de Selva Alegre: CT - NVI - D3,3783 - 111.- Serie J.721  
Referencia del origen de coordenadas: 782125.-

El citado origen registró las siguientes coordenadas geográficas (inicio del polígono):

LONGITUD: 678.195,00 MTS.

LATITUD : 9'612.515,00 MTS.

Las mismas que fueron consideradas como coordenadas absolutas de partida; en base de éstas se fueron acumulando las coordenadas de los vértices subsiguientes y los resultados del cálculo se indican en los cuadros de coordenadas que adjunto.

# HOJA DE CALCULO DE COORDENADAS

Proyecto: SELVA ALEGRE - BELLAVISTA - MANU.

Calculado por: E. JUAREZ, E.

Fecha: JULIO / 78.

ESTACION	DISTANCIAS	DEFLEXIONES		RUMBOS	COSENO R	SENO R	COORDENADAS PARCIALES				COORDENADAS ACUMULADAS	
		DERECHA	IZQUIERDA				LATITUD		-LONGITUD		LATITUD	LONGITUD
							N (+)	S (-)	E (+)	W (-)		
Pt #123 = 21+614.67											9'612.515,00	678.195,00
	75.54			5.27° 36' 18" W	0.886163	0.463373		66.94		35.00		
Pt #124 = 21+690.21		25° 52' 48"									9'612.448,06	678.160,00
	127.19			5.53° 29' 06" W	0.595033	0.803701		75.68		102.22		
Pt #125 = 21+817.40		38° 49' 48"									9'612.372,38	678.057,98
	116.40			N.87° 41' 06" W	0.040393	0.999184	4.70			116.31		
Pt #126 = 21+933.80			55° 52' 12"								9'612.377,08	677.941,47
	178.95			5.36° 26' 42" W	0.804427	0.594051		143.95		106.31		
Pt #127 = 22+112.95		64° 09' 48"									9'612.233,13	677.835,16
	32.72			N.79° 23' 30" W	0.184094	0.982909	6.02			32.16		
Pt #128 = 22+145.47		76° 19' 48"									9'612.239,15	677.803,00
	256.03			N.03° 03' 42" W	0.998573	0.053411	255.66			13.67		
Pt #129 = 22+401.50		71° 34' 48"									9'612.494,81	677.789,33
	153.76			N.68° 31' 06" E	0.366203	0.930535	56.31		143.08			
Pt #130 = 22+555.26			41° 00' 12"								9'612.551,12	677.932,41
	65.46			N.27° 30' 54" E	0.886890	0.461981	58.06		30.24			
Pt #131 = 22+620.72			40° 26' 12"								9'612.609,18	677.962,65
	144.54			N.12° 55' 18" W	0.974677	0.223619	140.88			32.32		
Pt #132 = 22+765.26		48° 36' 48"									9'612.750,06	677.930,33
	231.31			N.35° 41' 30" E	0.812168	0.583423	187.86		134.95			
Pt #133 = 22+996.57			26° 50' 12"								9'612.937,92	678.065,28
	88.86			N.08° 51' 18" E	0.988081	0.153934	87.80		13.68			
Pt #134 = 23+085.43			31° 53' 12"								9'613.025,72	678.078,96
	284.90			N.23° 01' 54" W	0.920289	0.391240	262.01		111.39			
Pt #135 = 23+370.13		35° 48' 48"									9'613.287,73	677.967,57
	299.08			N.12° 46' 54" E	0.975220	0.221235	291.67		66.17			
Pt #136 = 23+669.21		45° 29' 48"									9'613.579,40	678.033,74
	313.39			N.58° 16' 42" E	0.525793	0.850612	164.78		266.57			
Pt #137 = 23+982.60											9'613.744,18	678.300,31

# HOJA DE CALCULO DE COORDENADAS

Proyecto: SELVA NEGRE - BELAVISTA - MANU

Calculado por: E. JUAREZ

Fecha: Julio 1978.

ESTACION	DISTANCIAS	DEFLEXIONES		RUMBOS	COSENO R	SENO R	COORDENADAS PARCIALES				COORDENADAS ACUMULADAS	
		DERECHA	IZQUIERDA				LATITUD		LONGITUD		LATITUD	LONGITUD
							N (+)	S (-)	E (+)	W (-)		
Pt. # 137 = 23 + 982.60			54° 06' 12"								9° 613.744, 18	678.300, 31
	259.81			N. 04° 10' 30" E.	0.997346	0.072803	259.12		18.91			
Pt. # 138 = 24 + 242.41		22° 53' 48"									9° 614.003, 30	678.319, 22
	134.82			N. 27° 04' 18" E.	0.890438	0.455105	120.05		61.36			
Pt. # 139 = 24 + 377.23			29° 10' 12"								9° 614.123, 35	678.380, 58
	48.92			N. 02° 05' 54" W.	0.999329	0.036615	48.89		1.79			
Pt. # 140 = 24 + 426.15			85° 50' 12"								9° 614.172, 24	678.378, 79
	109.03			N. 87° 56' 06" W.	0.036033	0.999351	3.93		108.96			
Pt. # 141 = 24 + 535.18		62° 42' 48"									9° 614.176, 17	678.268, 83
	349.02			N. 25° 13' 18" W.	0.904666	0.426121	315.75		148.72			
Pt. # 142 = 24 + 884.20			46° 06' 12"								9° 614.491, 92	678.121, 11
	165.32			N. 91° 19' 30" W.	0.320200	0.947850	52.94		156.62			
Pt. # 143 = 25 + 049.52			15° 24' 12"								9° 614.544, 86	677.964, 49
	102.44			N. 86° 43' 42" W.	0.057070	0.998370	5.85		102.27			
Pt. # 144 = 25 + 151.96		48° 38' 48"									9° 614.550, 71	677.862, 22
	101.78			N. 39° 04' 54" W.	0.787132	0.616784	80.11		62.78			
Pt. # 145 = 25 + 253.74		21° 39' 48"									9° 614.630, 82	677.799, 44
	197.44			N. 16° 25' 06" W.	0.959224	0.282648	189.39		55.81			
Pt. # 146 = 25 + 451.18		34° 36' 48"									9° 614.820, 21	677.743, 63
	82.41			N. 18° 11' 42" E.	0.949339	0.312252	78.22		25.73			
Pt. # 147 = 25 + 533.59			43° 24' 12"								9° 614.898, 50	677.768, 36
	192.18			N. 25° 12' 30" W.	0.904765	0.425911	173.88		81.85			
Pt. # 148 = 25 + 725.77			103° 47' 11"								9° 615.072, 38	677.687, 51
	167.65			S. 51° 00' 18" W.	0.629253	0.977201		105.49	130.30			
Pt. # 149 = 25 + 893.42		08° 13' 48"									9° 614.966, 89	677.557, 21
	162.31			S. 59° 14' 07" W.	0.511514	0.859275		83.02	139.47			
Pt. # 150 = 26 + 055.73			13° 50' 11"								9° 614.983, 87	677.417, 74
	200.14			S. 45° 23' 56" W.	0.702167	0.712012		140.53	142.50			
Pt. # 151 = 26 + 255.87											9° 614.743, 34	677.275, 24

## CAPITULO IV

### DISEÑO GEOMETRICO

---

#### SECCION 4.1. ELEMENTOS BASICOS PARA EL DISEÑO

##### 4.1.1. Vehículo

El objetivo de una carretera es permitir la circulación rápida, económica, segura y cómoda de vehículos autopropulsados controlados por un conductor, por esta razón una carretera debe diseñarse de acuerdo a las características del vehículo que va circular en combinación con las reacciones y limitaciones del conductor.

#### TIPOS DE VEHICULOS.

En nuestro país el MOP adopta la siguiente clasificación:

- a) Vehículos livianos. Son aquellos cuya capacidad máxima es de nueve personas y la carga útil de 910 kg. es decir vehículos con características similares a un automóvil mediano. Se incluyen las camionetas y aquellos con transmisión a las cuatro ruedas.

b) Vehículos pesados. Pertenecen a esta clasificación los - vehículos que tienen uno o más ejes de doble llanta, incluidos aquí están los buses, camiones y auto-tractores; lo más importante de este grupo por ser propio de nuestro - país es el vehículo tipo mixto que es un camión de carga, con una cabina ampliada para el transporte de pasajeros, este tipo de camión es muy usado principalmente en zonas rurales.

#### 4.1.2. Tráfico

El tráfico es un factor básico que afecta directamente a las características de diseño geométrico de una carretera. Los datos de tráfico que se obtenga servirá para comparar con la capacidad es decir con el volumen máximo que puede absorber la carretera.

La información sobre tráfico debe comprender la determinación del tráfico actual (volumen y tipo de vehículos), en base a contajes, y el tráfico futuro en base a pronósticos.

En nuestro país es común la dificultad de cuantificar el tráfico, cuando se hacen estudios en zonas parcial o totalmente inexploradas; éste es el caso específico en esta tesis, que versa sobre el estudio de una carretera que incorporará nuevas zonas de producción.

Pero como este proyecto no es aislado, sino que forma parte - del ramal de carretera que unirá la cabecera cantonal de Saraguro con la parroquia de Manú, consideré prudente hacer investigaciones de tráfico al inicio del proyecto general esto es en Saraguro, para conocer el número y tipo de vehículos que usan al momento la vía que está construída hasta Selva Alegre.

Tráfico actual. Es el número de vehículos que circulan sobre una carretera antes de ser mejorada, o es aquel volumen que circularía al presente en una carretera nueva si ésta estuviera en servicio.

La unidad de medida del tráfico es el volumen de tráfico promedio diario anual TPDA.

Para determinar el tráfico actual en la unidad de medida de TPDA, lo ideal sería disponer de estaciones de contajes permanentes - que permitan conocer las variaciones diarias, semanales, estacionales y un registro de datos en un período de varios años que permita en forma confiable establecer el tráfico futuro. Pero como éste no fue posible por carecer de las mismas, para efectos de cálculos estimativos se consideró la información de tráfico siguientes, que corresponden a uno de los días feriados de mayor circulación:

Carretera: SARAGURO-TENTA-CULEN-SELVA ALBORN

<u>Vehículos Livianos</u>		<u>Vehículos Pesados</u>	
Automóviles	2	Buses	4
Camionetas	<u>15</u>	Camiones	<u>7</u>
	17		11

TOTAL: 28 vehículos por día.

Por tratarse de una carretera nueva en su mayor parte que no experimenta aún los incrementos debidos a tráfico desviado y tráfico por desarrollo, creí conveniente adicionarle un 20% por éstos aspectos.

Tráfico Actual Estimado:  $28 + 0.20(28) = 33.6 \approx 34$  vehículos  
por día.

Tráfico futuro. El pronóstico del volumen y composición del tráfico se basa en el tráfico actual. Los diseños se basan en predicciones de tráfico a 15 o 20 años, y el crecimiento previsto incluye el crecimiento normal del tráfico, el tráfico generado y el crecimiento del tráfico por desarrollo.

Tráfico proyectado. El MOP sugiere la siguiente fórmula:

$$T_p = T_a (1 + i)^n$$

En donde:  $T_p$  = Tráfico proyectado expresado en TPDA.

$T_a$  = Tráfico actual.

$i$  = Tasa de crecimiento.

$n$  = Período de proyección expresado en años.

Datos que se dispone:

$T_a$  = 34 vehículos por día (TPDA).

$i$  = 7% valor estimado para el Ecuador.

$n$  = 15 años.

luego  $T_p = 34 (1+0.07) = 93.81$  vehículos por día

$T_p = 94$  vehículos por día (TPDA)

Las proyecciones futuras de tráfico se usan para la clasificación de las carreteras e inciden en la determinación de la velocidad de diseño y demás datos geométricos del proyecto.

#### 4.1.2.1. Clasificación de carreteras de acuerdo al tráfico.

Para el Ecuador, el MOP recomienda la siguiente clasificación en función del pronóstico del tráfico para un período de 15 o 20 años (cuadro III-I-NDGC)\*:

\* Normas de Diseño Geométrico de Carreteras.

CUADRO 4-1

CLASIFICACION DE LAS CARRETERAS EN FUNCION DEL TRAFICO PROYECTADO

Clase de Carretera	Tráfico Proyectado TPDA
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

El TPDA indicado es el volumen de tráfico promedio diario a nual proyectado a 15 o 20 años.

Analizando el tráfico proyectado TPDA obtenido para este pro yecto y el cuadro de clasificación, se observa que corresponde a una carretera de V clase; pero por fines de orden académico se diseñará como de III clase, es decir adoptando un TPDA que oscila de 300 a - 1000 vehículos.

4.1.3. Velocidad de diseño

Es la velocidad máxima de seguridad que puede mantenerse a lo largo de una sección de carretera. La selección de la velocidad de diseño está influenciada por la clase de terreno, el tipo de ca rretera, los volúmenes de tráfico y por consideraciones de orden eco nómico.

Determinada la velocidad de diseño, todas las característi- cas geométricas de la carretera deben relacionarse a ella, con el ob jeto de obtener un proyecto equilibrado.

En el cuadro que a continuación se indica se dan valores de las velocidades de diseño recomendadas para el Ecuador (cuadro VI-1-NDGC)\*.

CUADRO 4-2

VELOCIDADES DE DISEÑO

(kph)

Clase de Carretera	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	L	O	M	L	O	M
R-I o R-II Más que 8000 TPDA	120	110	90	110	90	80
I 3000 a 8000 TPDA	110	100	80	100	80	70
II 1000 a 3000 TPDA	110	100	80	100	80	60
III 300 a 1000 TPDA	100	80	60	90	70	50
IV 100 a 300 TPDA	90	70	60	80	60	40
V Menos de 100 TPDA	70	60	50	50	40	40

L = Terreno Llano    O = Terreno Ondulado    M = Terreno Montañoso

La velocidad de diseño asumida para este estudio analizando factores como volúmenes de tráfico, vía de III clase y terreno montañoso es: Vd = 50 kph.

Se ha tomado el valor absoluto por considerar que el volumen de tráfico estimado es bajo comparado con el que es capaz de soportar la vía de III clase (orden) adoptada en este proyecto.

Igual criterio se observará a lo largo del desarrollo de la presente tesis.

\* Normas de Diseño Geométrico de Carreteras.

4.1.3.1. Relación con la velocidad de circulación.

La velocidad de circulación es la velocidad real de un vehículo a lo largo de una sección específica de carretera y es igual a la distancia recorrida dividida para el tiempo de circulación del vehículo.

La relación existente entre las velocidades de diseño y circulación está condicionada a los volúmenes de tráfico, y está dada por las siguientes ecuaciones:

a) Para volúmenes de tráfico bajos.

$$V_c = 0.8 V_d + 6.5 \quad \text{TPDA} < 1000$$

En donde:  $V_c$  = Velocidad de circulación, en kph.

$V_d$  = Velocidad de diseño, en kph.

b) Para volúmenes de tráfico intermedios.

$$V_c = 1.32 V_d^{0.89} \quad 1000 < \text{TPDA} < 3000$$

Las fórmulas de los literales a) y b) han sido deducidas de los valores suministrados por la AASHO, obtenidos a través de varias pruebas y observaciones.

Es importante anotar que los valores de la velocidad de circulación para tráfico bajos se los utiliza para el cálculo de la distancia de visibilidad para rebasamiento.

Para este caso particular, siendo  $V_d = 50$  kph., las velocidades de circulación son:

Para volúmenes de tráfico bajos:

$$V_c = 0.8 \times 50 + 6.5 = 46.50 \text{ kph.}$$

$$\underline{V_c = 47 \text{ kph.}}$$

Para volúmenes de tráfico intermedio:

$$V_o = 1.32 (50)^{0.89} = 42.92 \text{ kph.}$$

$$\underline{V_o = 43 \text{ kph}}$$

## SECCION 4.2. PROYECTO HORIZONTAL

### 4.2.1. Línea cero

Es una línea que pasando por los puntos obligados del proyecto conserva la pendiente media necesaria para vencer las diferencias de nivel de los mismos.

El trazo de esta línea es similar al realizado en el terreno para colocar la línea de gradiente, la diferencia es que en el terreno se utilizó clinómetro y en el plano topográfico se utiliza compás. Como se conoce la equidistancia entre las curvas de nivel de la faja topográfica, dibujada, que para este caso es de un metro, y la pendiente que se desea para la vía, se calcula la abertura del compás para que al interceptar con sus puntas dos curvas de nivel contiguas, la línea imaginaria que une esos dos puntos tenga la pendiente deseada. Las gradientes colocadas en esta fase del estudio son semejantes a las adoptadas en la línea de gradiente analizada anteriormente.

Con la misma escala con que está dibujado el plano se separan las puntas del compás y partiendo del punto inicial se procede a ascender o descender siempre brincando de curva en curva de nivel. La unión de estos puntos daría una línea teóricamente "a pelo de tierra". Esta línea quebrada (línea cero) es la base para proyectar el trazo de la línea definitiva de proyecto.

### 4.2.2. Proyecto del eje del camino

Este eje está formado por una sucesión de alineamientos rec-

tos empalmados entre sí por curvas, el mismo que se proyecta teniendo en cuenta la línea cero. Esta línea es básica para el proyecto del eje de la vía, el cual con las mayores tangentes posibles, deberá ajustarse lo más que se pueda a la línea cero. En la práctica es imposible lograr esto, pero se procurará compensar a izquierda y derecha de la citada línea, para lograr una adecuada compensación en planta.

Así mismo las tangentes se unen con curvas que igualmente se apeguen lo más posible a la línea cero.

En función de la pendiente transversal del terreno, resulta de mucha utilidad en el proyecto del eje de la vía los siguientes criterios utilizados:

- Cuando la pendiente transversal no es fuerte debe procurarse que la línea de proyecto coincida con la línea cero; cuando sea necesario apartarse de ésta hacia un lado, se tratará de apartarse luego hacia el otro, logrando así que el material que en un caso se corta, sirva en el otro para rellenar.
- Cuando la pendiente transversal es fuerte debe procurarse - que la línea de proyecto vaya más arriba de la línea cero, puesto que es más económico cortar terreno y botar tierra que efectuar un relleno difícil por lo inclinado del terreno; a la vez que se tendrá la vía en terreno firme y se evitará la construcción de muros de contención.
- En terreno más o menos plano, se trata de compensar a lado y lado la línea cero con la de proyecto para evitar el acarreo de material a grandes distancias.

#### 4.2.3. Curvas horizontales

El enlace entre las sucesivas alineaciones rectas del eje del proyecto se lo realiza por medio de curvas horizontales las mismas - que pueden ser: curvas circulares simples y curvas circulares con - transición en los extremos.

##### 4.2.3.1. Coefficiente de fricción lateral.

El coeficiente de fricción ( $f$ ) para el cual es inminente el deslizamiento depende principalmente de los siguientes factores:

- Velocidad del vehículo.
- Tipo y condición de la superficie de la calzada.
- Tipo y condición de las llantas.

Los coeficientes de fricción disminuyen con el incremento de la velocidad, esto ha sido estudiado por la AASHO y de sus pruebas - realizadas se ha llegado a adoptar coeficientes con un margen de seguridad cuya variación obedece a una función lineal expresada por la siguiente ecuación:

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

En donde:

V = Velocidad en kph.

f = Coeficiente de fricción lateral.

Cálculo del coeficiente de fricción lateral para este proyecto:

$$f = 0.19 - 0.000626 V.$$

$$f = 0.19 - 0.000626 (50)$$

$$\underline{f = 0.1587}$$

#### 4.2.3.2. Radio mínimo de curvatura

En las curvas horizontales el radio mínimo es un valor límite para una velocidad de diseño y se lo determina en base al máximo peralte admisible y al coeficiente de fricción lateral. El empleo de curvas con radios inferiores al mínimo, provocará peraltes que sobrepasen los límites prácticos de operación.

El radio mínimo (R) en condiciones de seguridad se lo calcula con la siguiente fórmula:

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

En donde:

V = Velocidad de diseño en kph.

e = Máximo peralte admisible. Según el MOP,  $e_{\text{máx}} = 0.10 \text{ m/m}$ .

f = Coeficiente de fricción lateral.

Para este caso:

$$R = \frac{50^2}{127 (0.10 + 0.1587)} = 76.09 \text{ mts.}$$

$$\underline{R = 76 \text{ mts.}}$$

El MOP redondeando valores y relacionándolos con la clase de carretera y el tipo de terreno ha confeccionado el cuadro siguiente (cuadro V-2-NDGC)\*

\* Normas de Diseño Geométrico de Carreteras.

CUADRO 4-3

VALORES DE DISEÑO DE LOS RADIOS MÍNIMOS PARA  $e_{máx} = 0.10$

(metros)

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

L = Terreno Llano      O = Terreno Ondulado      M = Terreno Montañoso

Para el caso que me ocupa y según normas del MOP: R = 80 mts.

4.2.3.3. Curvas de transición.

Son curvas que permiten un cambio gradual en el paso del alineamiento recto al circular.

Cuando se pasa de un alineamiento recto a una curva circular, aparece bruscamente la fuerza centrífuga que tiende a desviar el - vehículo de la trayectoria que debe recorrer, este hecho representa incomodidad y peligro, esto puede resolverse pasando de la alineación recta, a la curva circular por intermedio de una transición que con un radio de curvatura infinito en el punto de tangencia con la recta, vaya disminuyendo paulatinamente hasta el radio finito de la curva circular proyectada. La curva de transición recomendada en nuestro País es la Espiral.

La curva de transición será tanto más necesaria cuanto menor sea el radio de la curva circular y mayor la velocidad de cálculo.

Del empleo de las curvas de transición se pueden obtener entre otras las siguientes ventajas:

- Ofrece al conductor una trayectoria fácil de seguir, de modo que la fuerza centrífuga se incremente y disminuya gradualmente conforme el vehículo entra en la curva, circula y sale de ella.
- La longitud de la curva de transición permite un adecuado desarrollo del peralte.
- Cuando la sección transversal de una curva circular requiere ser ensanchada, la curva de transición facilita la transición del ancho.

Básicamente es necesario utilizar curvas de enlace o transición en el diseño de carreteras en condiciones de seguridad, pero cuando los radios son grandes o la velocidad de cálculo es baja, el empleo de las espirales de transición se hace innecesaria. El MOP sugiere los datos del siguiente cuadro (cuadro V-5-NDGC) para el uso de las espirales de transición:

CUADRO 4-4

RADIOS MÍNIMOS PARA NO UTILIZAR ESPIRALES

<u>Velocidad de Diseño</u> <u>(kph)</u>	<u>Radio Mínimo a partir del cual no es</u> <u>necesario usar espirales (metros)</u>
40	60

CUADRO 4-4

RADIOS MÍNIMOS PARA NO UTILIZAR ESPIRALES

Velocidad de Diseño (kph)	Radio Mínimo a partir del cual no es necesario usar espirales (metros)
40	60
50	100
60	150
70	210
80	350
90	450
100	550
110	680

4.2.3.4. Longitud de la espiral.

Se la calcula empleando las siguientes fórmulas (MOP):

$$Le = 0.072 \frac{V^3}{R \cdot C} \quad (A) \qquad Le = \frac{V^3}{n \cdot R} \quad (B)$$

En donde: Le = Longitud de la espiral en mts.

V = Velocidad de diseño en kph.

R = Radio de la curva en mts.

C = Coeficiente que varía de 1 a 3 y que constituye un índice del grado de comodidad y seguridad ofrecida por la espiral. Aquí se adopta C = 2.

n = Factor

n = 70	para	V ≤ 60 kph.
n = 46	"	60 < V < 100 kph.
n = 28	"	V ≥ 100 kph.

Para mi caso:

$$Le = 0.072 \frac{50^3}{80 \times 2} = 56.25 \text{ mts.}$$

$$L_e = \frac{50^3}{70 \times 80} = 22.32 \text{ mts.}$$

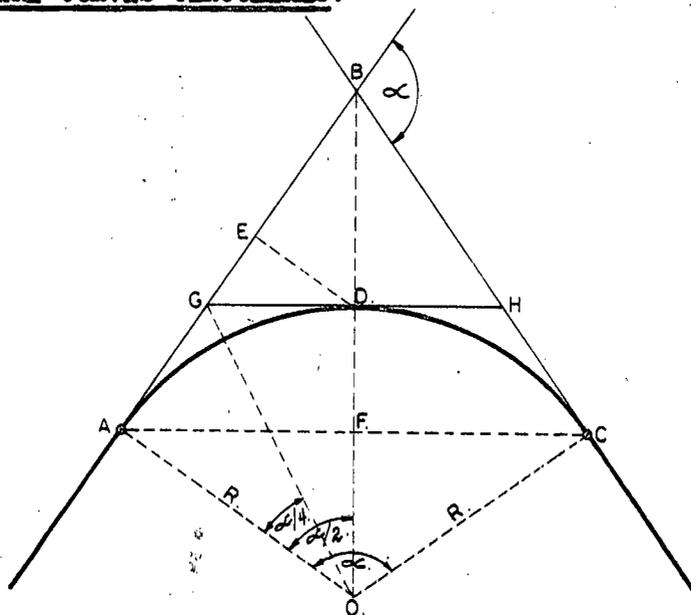
La fórmula (A) expresa la longitud mínima teórica de la espiral, basada en el tiempo de reacción normal del conductor que transita a la velocidad de diseño. Colocar ésta longitud de transición no siempre es posible en el terreno, dada la conformación topográfica del mismo. La fórmula (B) proporciona la longitud mínima de la espiral usada con frecuencia en zona topográficamente difíciles.

Un criterio importante y práctico es el de asumir la longitud de la espiral como la distancia necesaria para el desarrollo del peralte; criterio que se empleará en este trabajo.

#### 4.2.3.5. Cálculo de los elementos de las curvas horizontales.

Conocida la deflexión y determinado el radio, o el radio y la longitud de la espiral según la curva que se tenga, se procede al cálculo de los elementos de la curva con el empleo de las fórmulas que se resumen aquí:

##### a) PARA CURVAS CIRCULARES:



TANGENTE.  $AB = BC = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$

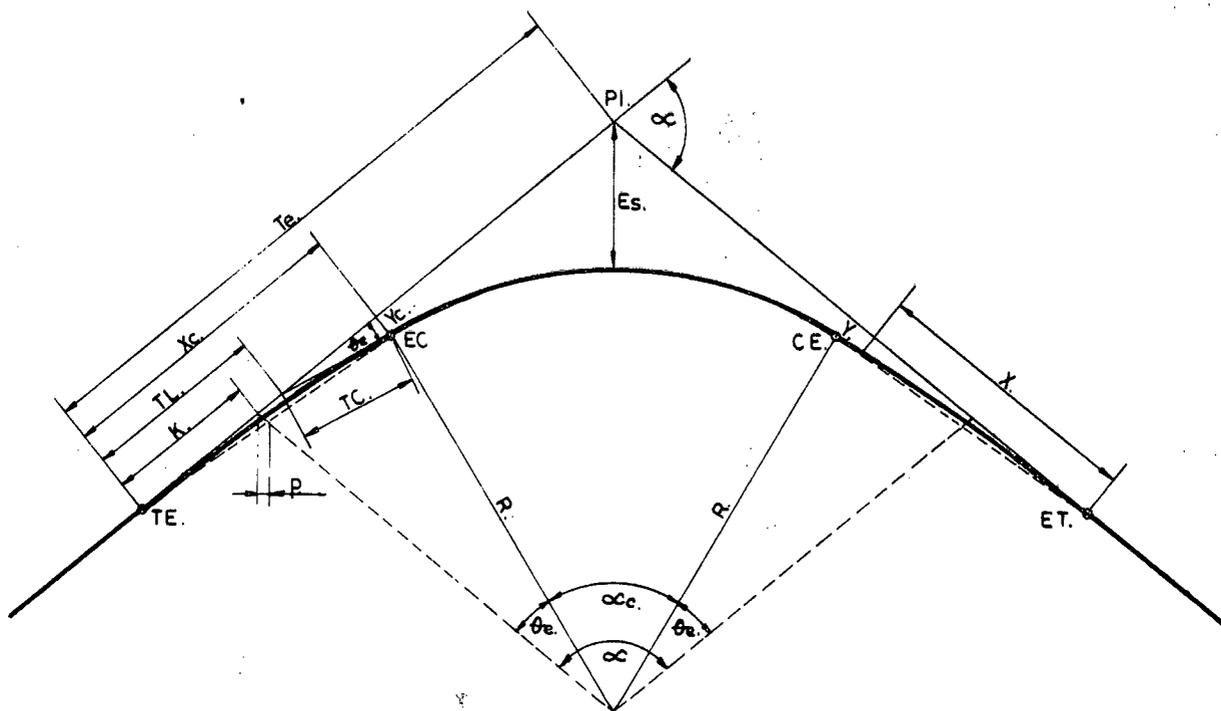
ESTERNA.  $BD = BO - R = R \left( \operatorname{Sec} \frac{\alpha}{2} - 1 \right)$

SEMICUERDA.  $AE = AF = R \cdot \operatorname{Sen} \frac{\alpha}{2}$

FLECHA.  $DE = FD = OD - OF$   
 $= R \left( 1 - \operatorname{Cos} \frac{\alpha}{2} \right)$

LONGITUD DE LA CURVA.  $ADC = R \frac{\pi \cdot \alpha}{180}$

b) PARA CURVAS CON ESPIRALES:



$\Theta_e = \frac{L_e}{2 R_c} \cdot (\text{en radianes})$

$\Theta_e = 28.65 \frac{L_e}{R_c} \cdot (\text{en grados})$

$p = Y_c - R_c(1 - \operatorname{Cos} \Theta_e)$

$K = X_c - R_c \cdot \operatorname{Sen} \Theta_e$

$T_c = (R_c + p) \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} + K$

$Es = (R_c + p) \left( \operatorname{Sec} \frac{\alpha}{2} - 1 \right) + p$

$\alpha_c = \alpha - 2\Theta_e$

$L_c = R_c \cdot \frac{\pi \cdot \alpha_c}{180}$

$L_t = L_c + 2 L_e$

$L_t = R \frac{\pi \cdot \alpha}{180} + L_e$

$TE$  = punto de unión de la tangente con la espiral.

$EC$  = punto de unión de la espiral con la curva circular.

$CE$  = punto de unión de la curva circular con la espiral.

$ET$  = punto de unión de la espiral con la tangente.

- $\alpha$  = ángulo de deflexión.
- $R_c$  = radio de la curva circular.
- $L_e$  = longitud de la espiral.
- $\theta_e$  = ángulo al centro de la espiral.
- $p$  = espacio necesario entre la curva circular y la tangente principal para insertar una espiral.
- $K$  = distancia entre el TE o ET al punto cuya distancia es  $p$ .
- $T_e$  = tangente total.
- $E_s$  = esternal.
- $\alpha_{cc}$  = ángulo al centro de la curva circular.
- $L_c$  = longitud de la curva circular.
- $L_t$  = longitud total de la curva.
- $X_e, Y_e$  = coordenadas del EC o del CE respecto a las tangentes principales.
- $TL$  = tangente larga de la espiral.
- $TC$  = tangente corta de la espiral.

#### 4.2.4. Distancias de visibilidad

##### 4.2.4.1. Distancia de visibilidad de parada.

Es la distancia necesaria para que el conductor pueda detener su vehículo ante la presencia intempestiva de un obstáculo sin que se produzca la colisión, la misma que es proporcional a la velocidad que lleva el vehículo en ese instante.

Su cálculo es como sigue:  $d = d_1 + d_2$ .

En donde:

$d$  = distancia recorrida por el vehículo desde que el conductor avisara el obstáculo hasta que aplica los frenos.

$d_1$  = distancia recorrida durante el tiempo de percepción más reacción (mts.).

$d_2$  = distancia de frenaje sobre la calzada a nivel (mts.).

Según pruebas realizadas por la AASHO se tiene:

Tiempo de percepción = 1.5 seg. (para condiciones normales).

Tiempo de reacción = 1.0 seg.

Tiempo total de percepción más reacción = 2.5 seg.

$$\text{Luego: } d_1 = \frac{1000 V_o}{3600 \text{ seg.}} \times 2.5 \text{ seg.} = 0.7 V_o. \quad \underline{d_1 = 0.7 V_o}$$

La distancia  $d_2$  se calcula con la fórmula de la "carga dinámica" considerando la acción de la fricción desarrollada. La fórmula en su forma más simplificada es:

$$d_2 = \frac{V_o^2}{254 f} \qquad f = \frac{1.15}{V_o^{0.3}}$$

En donde:  $V_o$  = Velocidad de circulación en kph (tráfico bajo).

$f$  = Coeficiente de fricción (pavimentos mojados).

Para el proyecto que me ocupa los valores son los siguientes:

$$\begin{array}{ll} d_1 = 0.7 \times 47 = 32.9 \approx 33 \text{ mts.} & \underline{d_1 = 33 \text{ mts.}} \\ f = \frac{1.15}{47^{0.3}} = 0.362 & \underline{f = 0.362} \\ d_2 = \frac{47^2}{254 \times 0.362} = 24.02 \text{ mts.} & \underline{d_2 = 24 \text{ mts.}} \\ d = d_1 + d_2 & d = 33 + 24 = 57 \text{ mts.} \quad \underline{d = 57 \text{ mts.}} \end{array}$$

El MOP en sus normas da como distancia mínima de visibilidad de parada 60 mts. como puede apreciarse en el cuadro siguiente (cuadro VI-1-NDGC)\*

\* Normas de Diseño Geométrico de Carreteras.

CUADRO 4-5

VALORES DE DISEÑO DE LAS DISTANCIAS DE VISIBILIDAD  
MINIMAS PARA PARADA DE UN VEHICULO  
(metros)

Criterio de Diseño: Pavimentos Mojados.

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

L = Terreno Llano

O = Terreno Ondulado

M = Terreno Montañoso

4.2.4.2. Distancia de visibilidad para rebasamiento.

Es la longitud de carretera necesaria para que un vehículo - pueda rebasar a otro que marcha a menos velocidad, sin peligro de colisión con otro vehículo que pueda circular en dirección opuesta. Es tos tramos que garantizan la maniobra de rebasamiento estarán espaciados por lo menos cada 2 km..

En el cálculo de la distancia de visibilidad de rebase, se asumen algunas hipótesis y se consideran las siguientes variables:

$d_1$  = distancia recorrida por el vehículo rebasante en el tiempo de percepción-reacción y durante la aceleración inicial hasta alcanzar el carril izquierdo.

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

$d_3$  = distancia recorrida por el vehículo que viene en sentido opuesto durante dos tercios del tiempo empleado por el vehículo rebasante mientras usa el carril izquierdo; es decir  $2/3$  de  $d_2$ . Se asume que la velocidad del vehículo que viene en sentido opuesto es igual a la del vehículo rebasante.

$d_4$  = distancia entre el vehículo rebasante y el vehículo que viene en sentido opuesto, al final de la maniobra.

Luego la distancia de visibilidad para rebasamiento ( $d_r$ ) es igual:

$$d_r = d_1 + d_2 + d_3 + d_4.$$

La distancia  $d_4$  se la determina en base de datos experimentales proporcionados por la AASHO. Para la realización de estas pruebas ha considerado cuatro grupos de velocidades y cuyos resultados se tabulan a continuación:

Grupo de Velocidad kph.	48-64	64-80	80-96	96-112
Veloc. Promedio para Rebasamiento kph.	56.0	70.0	84.0	99.0
Valores $d_4$ . mts.	30	55	76	91

Así mismo esta Asociación Americana tomando en consideración los resultados anotados y otros relacionados con este aspecto, ha deducido una ecuación simple equivalente en función de la velocidad, la misma que será usada en este estudio y es la siguiente:

$$d_r = 9.54 V - 218$$

$$30 < V < 100$$

En donde:  $d_r$  = distancia de visibilidad para rebasamiento ex-

presado en mts.

V = velocidad promedio del vehículo rebasante en kph.

Como la velocidad de circulación para este proyecto es  $V_0 = 43$  kph (tráfico intermedio), lo consideraré incluido en el grupo de velocidades de 48 a 64 kph. para el cual la velocidad promedio de rebasamiento es  $V = 56$  kph.

$$\text{Luego: } dr = 9.54 \times 56 - 218 = 316.24 \text{ mts.} \quad \underline{dr = 316 \text{ mts.}}$$

Para el Ecuador el MOP recomienda los valores descritos en el cuadro que sigue (cuadro VI-6-NDGC) :

CUADRO 4-6

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

Clase de Carretera	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	L	O	M	L	O	M
I 3000 a 8000 TPDA.	830	690	565	690	565	490
II 1000 a 3000 TPDA.	830	690	565	690	565	415
III 300 a 1000 TPDA.	690	565	415	640	490	345
IV 100 a 300 TPDA.	640	490	415	565	415	270
V Menos de 100 TPDA.	490	415	345	345	270	270

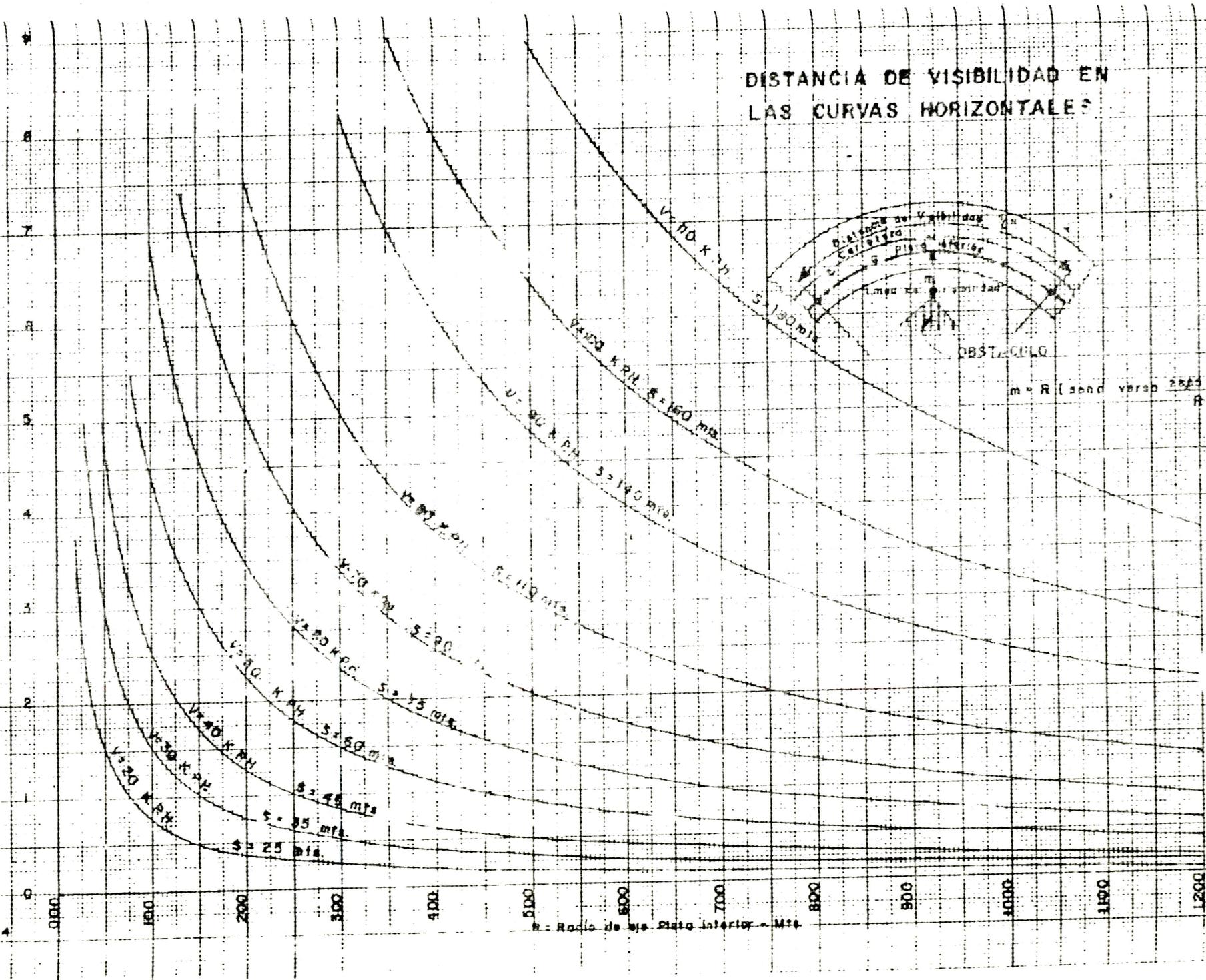
L = Terreno Llano      O = Terreno Ondulado      M = Terreno Montañoso.

4.2.4.3. Visibilidad en curvas horizontales.

Es importante prever una adecuada distancia de visibilidad so  
bre el borde interno de las curvas horizontales, por cuanto la existen

# DISTANCIA DE VISIBILIDAD EN LAS CURVAS HORIZONTALES

h = 0.45 metros + altura del ojo



R = Radio de las Plata Interior - Mts

cia de obstáculos laterales como taludes en corte, murallas, vegetación, etc., dificultan la visión al conductor ocasionando peligro de colisión.

Cuando sea necesario el diseño de curvas con radios menores - al estipulado por las normas de seguridad, se proyectará la construcción de banquetas que permitan la visibilidad a la altura del ojo del conductor, generalmente a 1.30 mts. sobre el nivel de la calzada.

La visibilidad en las curvas se calcula con la fórmula:

$$S = \frac{R}{28.65} \cdot \text{arc. Cos.} \frac{R - m}{R} .$$

En donde: S = distancia de visibilidad.

R = radio de la curva.

m = distancia del eje de la vía al obstáculo.

#### 4.2.5. Peralte

Cuando un vehículo pasa de una alineación recta a una circular se origina una fuerza centrífuga que tiende a arrojarlo hacia afuera de su trayectoria. Los efectos, que causa esta fuerza son: deslizamiento y volcamiento; y se la calcula con la fórmula:

$$F = \frac{P \cdot V^2}{g \cdot R}$$

En donde:

F = fuerza centrífuga.

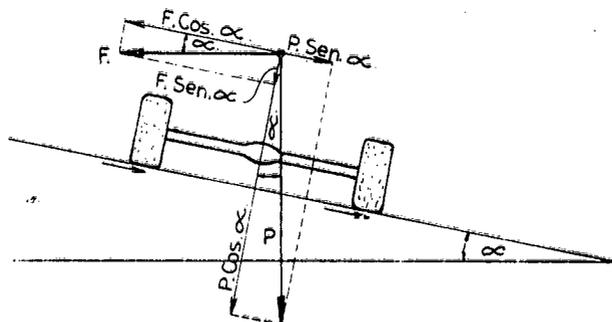
P = peso del vehículo.

V = velocidad expresada en metros por segundo.

g = aceleración de la gravedad = 9.78 m/seg<sup>2</sup>.

R = radio de la curva, expresado en metros.

Esta fuerza se contrarresta por las componentes del peso del vehículo, debido al peralte y por la fuerza de fricción desarrollada entre las llantas y la calzada.



Despreciando la fuerza  $f(F \cdot \text{Sen } \alpha)$ , que da un margen de seguridad a la efectividad del peralte, se tiene:

$$F \cdot \text{Cos } \alpha = P \cdot \text{Sen } \alpha + f(P \cdot \text{Cos } \alpha).$$

$$\frac{P \cdot V^2 \cdot \text{Cos } \alpha}{g \cdot R} = P \cdot \text{Sen } \alpha + f \cdot P \cdot \text{Cos } \alpha.$$

$$\frac{V^2}{g \cdot R} = \text{tg } \alpha + f.$$

Si se designa a  $\text{tg } \alpha = e$  y se expresa la velocidad en kph, la ecuación queda:

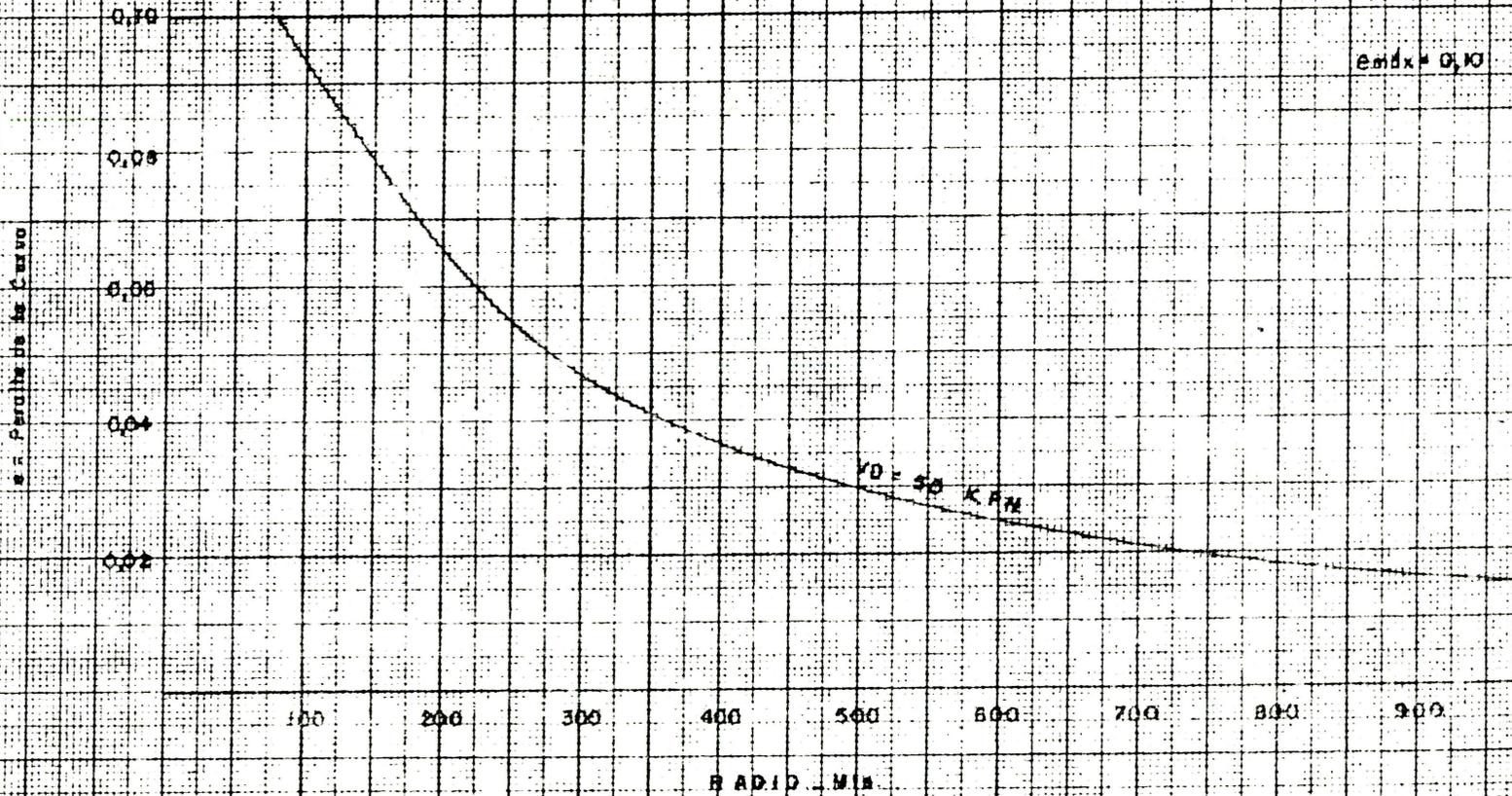
$$\frac{V^2}{127 \cdot R} = e + f.$$

- En donde:
- V = velocidad expresada en kph.
  - R = radio de la curva, expresado en metros.
  - e = peralte de la curva expresado en metros por metro de ancho de calzada.
  - f = máximo coeficiente de fricción lateral.

#### 4.2.5.1. Magnitud del peralte.

Para carreteras de dos vías en el Ecuador se recomienda un pe

# VALORES DE DISEÑO DEL PERALTE EN CARRETERAS DE 2 CARRILES



NOTA: El Peralte  $e$  y el coeficiente de fricción  $f$  han sido distribuidos de acuerdo al criterio de AASHO (1955)

FIG. V-7

ralte máximo del 10% (0.10 m/m). El peralte máximo corresponderá al radio mínimo.

Relacionando lo anteriormente expuesto al estudio que me ocupa:

$$R_{\text{mín}} = 80 \text{ mts.}$$

$$V = 50 \text{ kph.}$$

$$f = 0.1587 \text{ (calculado anteriormente).}$$

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

$$e = \frac{50^2}{127 \cdot 80} - 0.1587 = 0.087$$

$$\underline{e = 0.087 \text{ m/m} = 8.70\%}.$$

Este valor es menor al máximo admisible, pero en todo caso adoptaré los valores de peralte recomendados por el MOP para los diferentes radios, según el ábaco adjunto.

#### 4.2.5.2. Desarrollo del peralte.

El desarrollo del peralte requiere de una longitud necesaria para realizar el cambio de la sección normal de la calzada, a la sección completamente peraltada y viceversa.

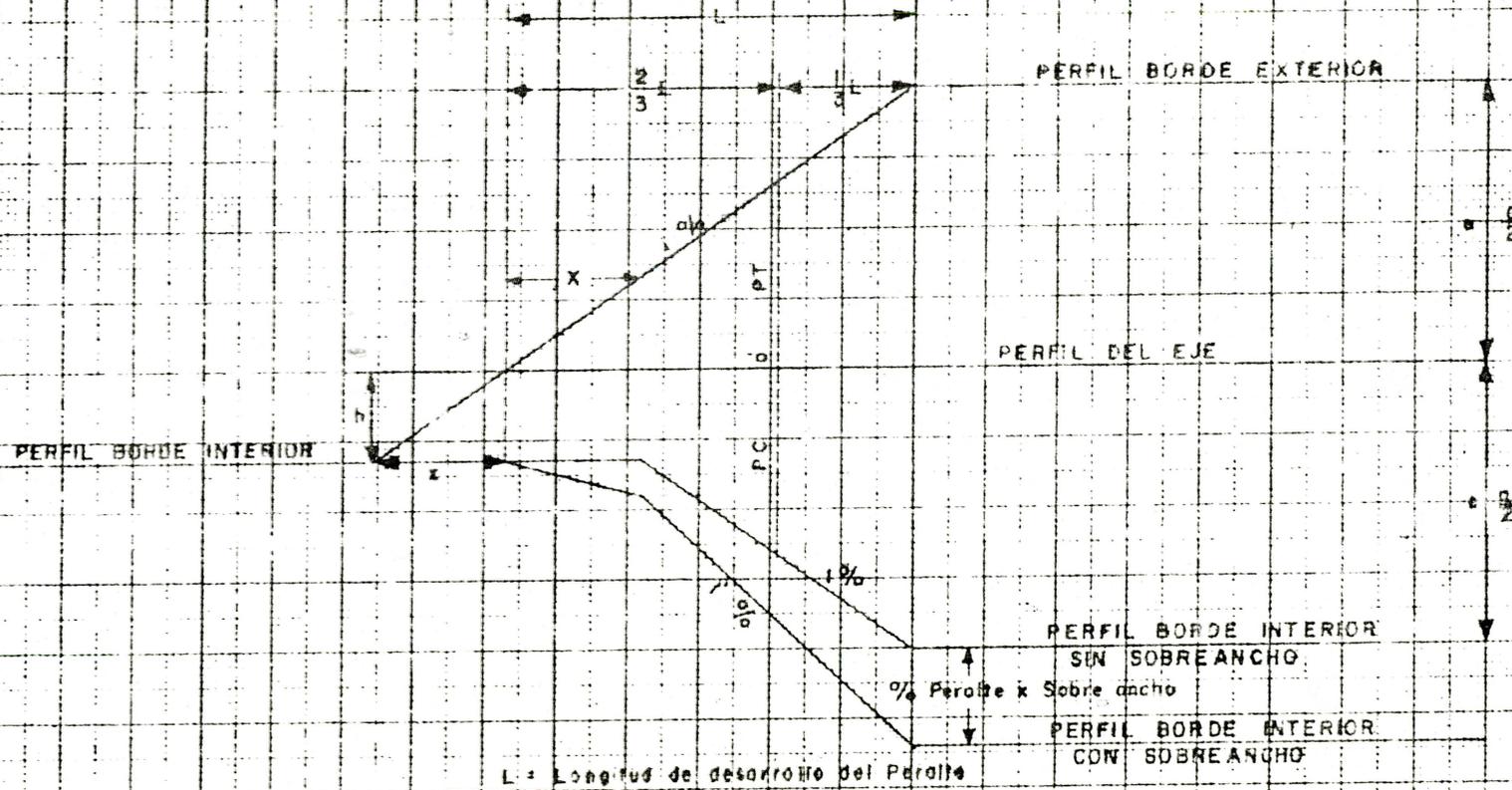
El método más apropiado para el desarrollo del peralte en terreno montañoso, es el que utiliza el giro de la calzada alrededor del eje de la carretera, el mismo que será usado en este proyecto.

Para determinar la longitud para el desarrollo del peralte, el MOP emplea la fórmula siguiente:

$$L = \frac{e \cdot a}{2 \cdot i} .$$

# LONGITUD DE DESARROLLO DEL PERALTE

(GIRO ALREDEDOR DEL EJE)



L = Longitud de desarrollo del Peralte

FIG. -V-15

En donde: L = longitud para el desarrollo del peralte.

e = peralte de la curva.

a = ancho de la calzada.

i = gradiente longitudinal para el desarrollo del peralte.

Para este caso se tiene:

e = 8.70%

a = 6.00 mts.

i = 0.65% (para V = 50 kph. tomado del cuadro V-4. NDGC) .

$$L = \frac{8.70 \times 6.00}{2 \times 0.65} = 40.15 \text{ m.} \quad \underline{L = 40 \text{ m.}}$$

La longitud mínima para el desarrollo se calcula con la fórmula:

$$L_{\text{mín}} = 0.56 \times V$$

V = velocidad de diseño kph.

$$L_{\text{mín}} = 0.56 \times 50 = 28 \text{ m.}$$

$$\underline{L_{\text{mín}} = 28 \text{ m.}}$$

Conociendo los valores extremos de L, los valores a adoptarse estarán en concordancia con éstos y con la topografía del terreno que determina la magnitud de los alineamientos.

Paralelamente al cálculo de L, se busca el valor de la distancia X cuyo significado es:

X = longitud necesaria, dentro de la tangente, para realizar el giro del carril exterior hasta colocarlo a nivel con la horizontal.

Se la calcula así:

$$X = \frac{p \cdot L}{e} = \frac{p \cdot a}{2 \cdot i}$$

p = gradiente transversal de la calzada (2%).

$$X = \frac{2 \times 6}{2 \times 0.65} = 9.23 \text{ m.}$$

$$\underline{X = 9.00 \text{ m.}}$$

Tomando en cuenta lo anteriormente expuesto, el desarrollo del peralte propiamente se lo hizo de la siguiente manera:

Para curvas circulares simples:

2/3.L dentro de la tangente.

1/3.L dentro de la curva.

Para curvas con espirales:

El desarrollo del peralte se lo hizo dentro de la longitud de la espiral.

#### 4.2.6. Sobreancho

Es necesario el sobreancho en las curvas horizontales causa de que los vehículos al entrar en ellas ocupan un ancho mayor que en recta, porque las ruedas traseras no siguen exactamente la línea de las delanteras, debido a la rigidez de la base del vehículo. Además proporciona una mayor visibilidad en donde suele ser más reducida la misma. En resumen el objetivo del sobreancho es permitir que la operación de los vehículos en las curvas sea comparable a aquella en las tangentes.

##### 4.2.6.1. Magnitud del sobreancho.

Calculado en la forma indicada en el texto "Normas de Diseño Geométrico de Carreteras", publicado por el MOP, empleando las siguientes fórmulas:

$$E = A_c - A_t.$$

$$A_c = 2(H + L) + F + Z.$$

En donde: E = ensanchamiento de la curva para carretera de dos carriles, expresados en metros.

Ac = ancho total necesario para la curva, expresado en metros.

At = ancho del pavimento en tangente, expresado en metros.

H = ancho de la huella de un vehículo, entre caras externas de las llantas, expresado en metros.

L = ancho libre para cada vehículo; se asume 0.60m., 0.70m., 0.75m., y 0.90m. para anchos de pavimento en tangente de 6.0m., 6.50m., 6.70m. y 7.30 m., respectivamente.

F = ancho tradicional requerido en la curva para la parte de la carrocería del vehículo que sobresale a un lado de la llanta delantera, expresado en metros.

Z = ancho adicional necesario en las curvas para la maniobra del vehículo, expresado en metros.

Los diversos elementos indicados anteriormente se expresan por las siguientes fórmulas:

$$H = R + 2.6 - \sqrt{R^2 - 37} . \quad F = \sqrt{R^2 + 16} - R .$$

$$Z = \frac{V}{9.5 \sqrt{R}} .$$

Donde: R = radio de la curva, expresado en metros.

V = velocidad de diseño, expresada en kph.

Refiriéndose a este proyecto: R = 80 mts.

V = 50 kph.

$$H = 80 + 2.6 - \sqrt{80^2 - 37} .$$

$$H = \underline{2.83 \text{ mts.}}$$

$$F = \sqrt{80^2 + 16} - 80$$

$$F = \underline{0.10 \text{ mts.}}$$

$$Z = \frac{50}{9.5 \sqrt{80}} = \underline{Z = 0.59 \text{ mts.}}$$

$$Ac = 2(2.83+0.60)+0.10+0.59. \underline{Ac = 7.55 \text{ mts.}}$$

$$E = 7.55 - 6.00 \quad \underline{E = 1.55 \text{ mts.}}$$

Sin embargo el MOP en sus normas de diseño recomendadas, especifica un sobreecho de 1.50 mts. para las condiciones arriba citadas.

Debido a que el ensanchamiento es costoso y poco o nada se mejora con pequeñas magnitudes de ensanche se ha adoptado un valor mínimo de 60 centímetros. Para curvas con radios mayores a 300 mts., no es necesario la colocación de sobreechos.

#### 4.2.6.2. Obtención del sobreecho.

##### Para curvas Circulares (simples):

- El ensanchamiento se hace con respecto al borde interno del pavimento solamente.
- El ensanchamiento se realiza progresivamente a lo largo de la longitud de desarrollo del peralte, esto es 2/3 en la tangente y 1/3 dentro de la curva.

##### Para curvas con Espirales:

- El ensanchamiento se reparte por igual entre el borde interno y el borde externo del pavimento.
- El ensanchamiento se distribuye a lo largo de la longitud de la espiral, obteniéndose la magnitud total del sobreecho en el punto EC de la curva.

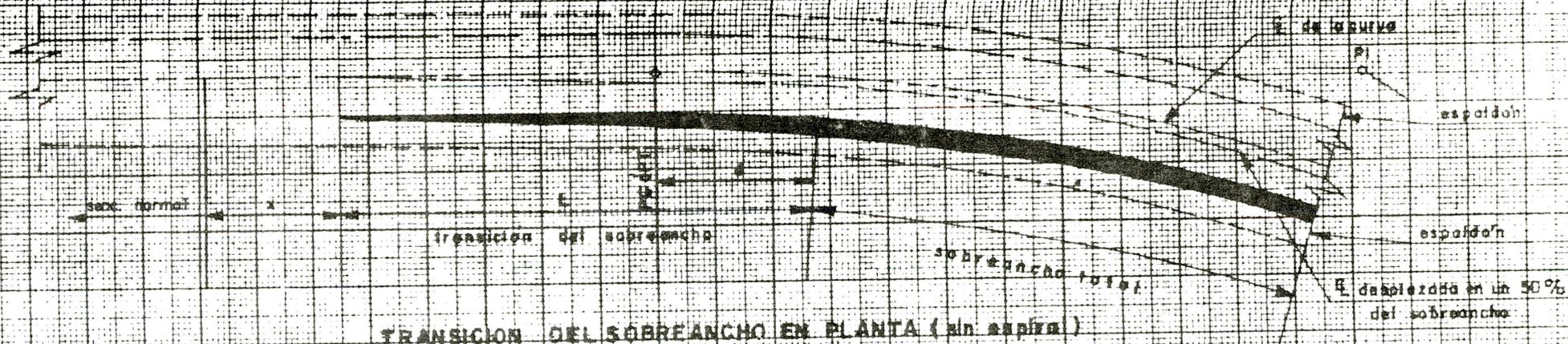


FIG. V-18

TRANSICION DEL SOBREAÑO EN PLANTA (sin curva)

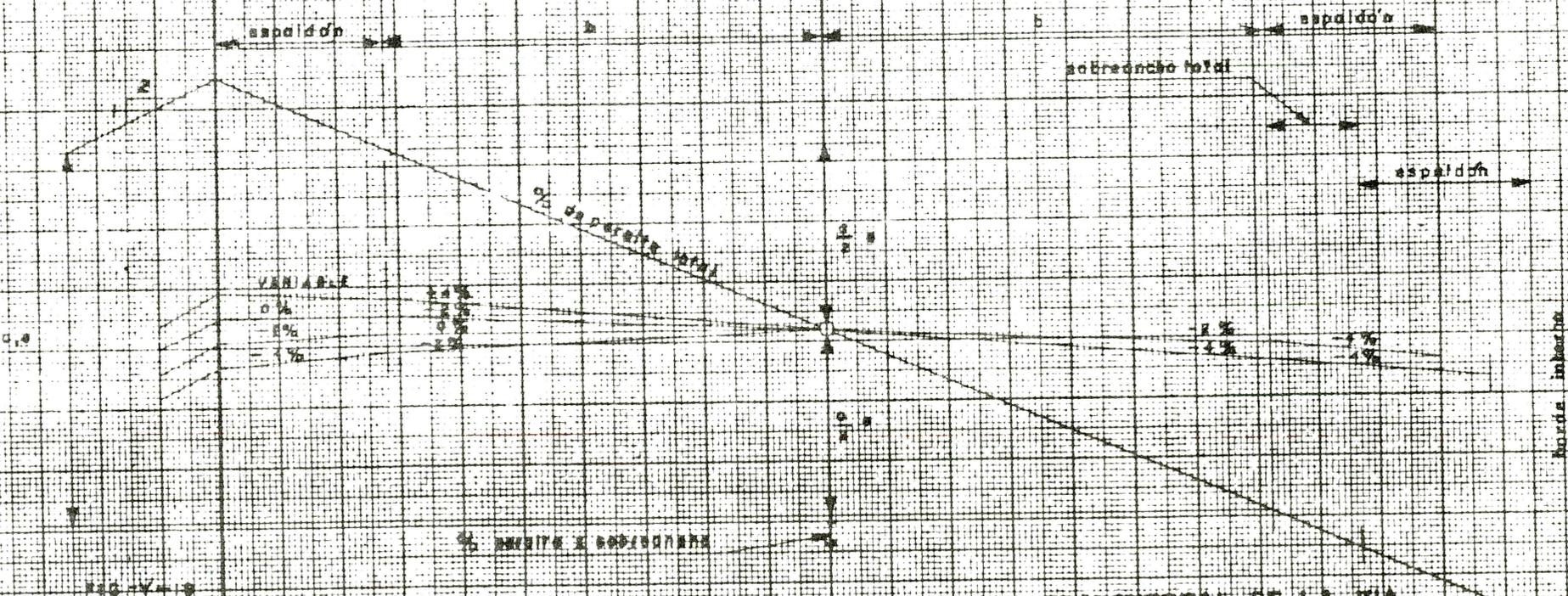


FIG. V-19

TRANSICION DEL PERALTE Y SOBREAÑO SEGUN LA SECCION TRANSVERSAL DE LA VIA

NOTAS: 1) EL ESPALDON DEL BORDE INTERNO DEBE SER EL MISMO QUE EL DE LA CALZADA A PARTIR DEL MOMENTO QUE SEHA ALCANZADO UN PERALTE EQUIVALENTE AL DE LA GRADIENTE TRANSVERSAL ADECUADA PARA DICHO CAMBIO.  
 2) EL ESPALDON DE BORDE EXTERNO DEBE SERANTE UNA GRADIENTE LONGITUDINAL ADECUADA A LO LARGO DE UNA LONGITUDAL VARIANDO DESDE UN VALOR CERO HASTA UN VALOR CORRESPONDIENTE AL PERALTE MAXIMO.

#### 4.2.7. Tangentes mínimas

Según las especificaciones del MOP:

a) Entre curvas simples (circulares):

$$T_{\min} = \frac{2}{3} (L_1 + L_2) + 2X.$$

$L_1, L_2$  = longitud de transición del peralte de las curvas adyacentes (mts).

$X$  = longitud necesaria dentro de la tangente para realizar el giro del carril exterior hasta colocarlo a nivel con la horizontal (mts.)

Para este proyecto se adoptó  $L_{\min} = 30$  mts., y  $X = 9.0$  mts., por lo tanto:

$$T_{\min} = \frac{2}{3} (30 + 30) + 2 (9). \quad \underline{T_{\min} = 58 \text{ mts.}}$$

b) Entre curvas con espirales:

$$T_{\min} = 2.X$$

$$T_{\min} = 2 (9).$$

$$\underline{T_{\min} = 18 \text{ mts.}}$$

c) Entre curva circular simple y curva con espiral:

$$T_{\min} = T_1 + X. \quad T_1 = \text{tangente mínima para curva circular simple.}$$

$$T_1 = \frac{2}{3} L_1 + X. \quad T_1 = \frac{2}{3} 30 + 9 = 29 \text{ mts.}$$

$$T_{\min} = 29 + 9.$$

$$\underline{T_{\min} 38 \text{ mts.}}$$

#### SECCION 4.3. PROYECTO VERTICAL

El alineamiento vertical de una vía, es tan importante como el alineamiento horizontal y está vinculado con la velocidad de diseño, con las curvas horizontales y con las distancias de visibilidad. Incide directamente en el costo de la carretera derivado del movimiento de tierras, y en el costo de operación de los vehículos debido a la pendiente.

Fundamentalmente el trazado del proyecto vertical viene determinado por la topografía del terreno, la misma que condiciona a la economía y el aspecto estético de la vía.

Para efectuar el trazo del proyecto vertical o en perfil, se tomó entre otras consideraciones las siguientes:

- Dar buenas características geométricas, sin exagerar el movimiento de tierras.
- Compensar cortes y rellenos en el sentido longitudinal, a medida que el terreno lo permita, sin obtener sobrecarreo excesivos que encarecen el costo de la obra.
- Procurar una compensación lateral adecuada.
- Proyectar corte en el eje atendiendo a la pendiente transversal para obtener una terracería en firme.
- Evitar rellenos altos que causan problemas en la estabilidad de la vía por producirse asentamiento. Para evitar los mismos, es preciso recurrir a la compactación mecánica que es costosa.
- Colocar gradientes que se acoplen más y mejor al terreno, pero enmarcadas en los límites admisibles.
- Por estética, distancia mínima entre dos PIV igual a 160mts.
- Usar gradientes fuertes al inicio de ascenso largos, seguidos de gradientes mas suaves que permitan un mejor opera-

ción a los vehículos principalmente pesados.

#### 4.3.1. Gradientes

Respecto a gradientes máximas de diseño, el MOP tiene en vigencia las normas especificadas a continuación (cuadro VII-I-NDGC) :

CUADRO 4-7

VALORES DE DISEÑO DE LAS GRADIENTES LONGITUDINALES MAXIMAS  
(porcentaje)

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

L = Terreno Llano      O = Terreno Ondulado      M = Terreno Montañoso.

En longitudes cortas se puede aumentar la gradiente en un 2% en terreno montañoso.

La gradiente longitudinal mínima por razones de drenaje es 0.50%.

Resumiendo para mi caso:

GRADIENTE MAXIMA      9%  
GRADIENTE MINIMA      0.50%

Cabe citar que se proyectó con una gradiente del 0% la parte

donde va a ubicarse el puente sobre la quebrada "El Salado", que no presentará dificultad al drenaje debido a que está en curva y tendrá su respectivo peralte.

#### 4.3.2. Curvas verticales

Las curvas verticales son empleadas para empalmar tramos de pendientes diferentes, produciendo efectos de visibilidad y seguridad en marcha. La curva vertical usada en el diseño de una carretera es la parábola simple que se asemeja a una curva circular.

Según como se intercepten las pendientes longitudinales las curvas verticales pueden ser: Cóncavas y Convexas.

##### 4.2.3.2.1. Curvas verticales convexas.

La longitud mínima de estas curvas verticales se determina - en base de los requerimientos de la distancia de visibilidad para parada de un vehículo, considerando una altura del ojo del conductor de 1.15 mts. y una altura del objeto que se divisa sobre la carretera igual a 0.15 mts. Esta longitud se expresa por la siguiente fórmula:

$$L = \frac{A \cdot S^2}{426} \quad \text{cuando } S < L$$

En donde: L = longitud de la curva vertical convexa, expresada en metros.

A = diferencia algebraica de las gradientes, expresada en porcentaje.

S = distancia de visibilidad para la parada de un vehículo, expresada en metros.

Cuando  $S > L$  puede usarse la misma fórmula sin mayor error.

En su expresión más simple la longitud de la curva vertical convexa es:

$$L = K \cdot A \quad \text{siendo } K = \frac{S^2}{426}$$

Para el proyecto en estudio:

$$S = 60 \text{ mts.} \quad K = \frac{60^2}{426} = 8.45 \text{ mts.} \quad \underline{K = 8.50 \text{ mts.}}$$

Considerando la menor diferencia algebraica de gradientes del proyecto  $A = 1 \%$ , se tiene:

$$L = 8.50 \times 1.00 \% = 8.50 \text{ mts.}$$

La longitud mínima absoluta de las curvas verticales convexas es:

$$L_{\text{mín}} = 0.60 \times V.$$

$$L_{\text{mín}} = 0.60 \times 50 = 30.0 \text{ mts.} \quad \underline{L_{\text{mín}} = 30 \text{ mts.}}$$

Pero con el objeto de mejorar las características de visibilidad y operación de los vehículos se empleó una longitud mínima de 60 mts.

#### 4.3.2.2. Curvas verticales cóncavas.

La condición necesaria en las curvas verticales cóncavas es que tengan la distancia suficiente para que la longitud de los rayos de los faros de un vehículo se aproximen a la distancia de visibilidad de parada.

La fórmula que facilita el cálculo es la que sigue:

$$L = \frac{A \cdot S^2}{122 + 3.5 S} \text{ . cuando } S < L$$

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

Cuando  $S > L$  puede usarse la misma fórmula sin mayor error.

La expresión más simple de la fórmula es:

$$L = K \cdot A \quad \text{siendo } K = \frac{S^2}{122 + 3.5 S} \text{ .}$$

Para este proyecto:

$$S = 60 \text{ mts.} \quad K = \frac{60^2}{122 + 3.5(60)} = 10.84 \text{ mts.}$$

$$\underline{K = 11.0 \text{ mts.}}$$

Considerando  $A = 1.0 \%$

$$L = 11 \times 1.0 = 11.0 \text{ mts.} \quad L = 11 \text{ mts.}$$

La longitud mínima de las curvas verticales cóncavas es:

$$L_{\text{mín}} = 0.60 \times V.$$

$$L_{\text{mín}} = 0.60 \times 50 = 30.0 \text{ mts.}$$

$$\underline{L_{\text{mín}} = 30 \text{ mts.}}$$

Sin embargo la longitud mínima de curvas verticales cóncavas usada en el proyecto ha sido de 60 mts.

#### 4.3.2.3. Cálculo de curvas verticales.

En forma general las curvas verticales están constituidas - por arcos parabólicos cuyas ordenadas a sus tangentes varían con el

cuadrado de la distancia horizontal a partir del punto de tangencia y se expresa en la siguiente forma:

$$Y = \frac{X^2}{L/2} \cdot h = \frac{4 X^2}{L^2} \cdot h.$$

Siendo h. la ordenada máxima en el punto PIV expresado por:

$$h = \frac{A \cdot L}{800}.$$

En donde: A = diferencia algebraica de gradientes en porcentaje.

X = distancia horizontal medida desde el punto de tangencia hasta la ordenada, en metros.

L = longitud de la curva vertical, en metros.

Sustituyendo el valor de h. se tiene:

$$Y = \frac{4 \cdot X^2}{L^2} \cdot \frac{A \cdot L}{800} \quad \text{luego: } Y = \frac{A \cdot X^2}{200 \cdot L}.$$

A manera de ejemplo indicaré el cálculo realizado en la curva vertical N° 7.

$$\text{Datos: } G_1 = -6.00 \%$$

$$G_2 = -3.60 \%$$

Como puede deducirse de los datos anteriores se trata de una curva vertical cóncava, luego le corresponde el valor de  $K = 11$ . (calculado anteriormente).

$$\text{Cálculo: } A = G_1 - G_2.$$

$$A = -6.0 \% - (-3.6 \%) = -2.40 \%$$

$$\underline{A = -2.40 \%}$$

Como la longitud calculada es inferior a la mínima, asumo la mínima adoptada para este proyecto o sea  $L = 60$  mts.

Luego:

$$h = \frac{A \cdot L}{800} \quad h = \frac{2.40 \times 60}{800} \quad h = \underline{0.18 \text{ mts.}}$$

$$Y = \frac{A \cdot X^2}{200 \cdot L} \quad Y = \frac{2.40 X^2}{200 \cdot 60} \quad Y = \underline{0.00020 X^2}$$

ABSCISA	X	COTA TANGENTE	Y	COTA DE LA CURVA
PCV=23+140	00	2331.90	-	2331.90
+150	10	31.30	+0.02	31.32
+160	20	30.70	+0.08	30.78
PIV=23+170	30	2330.10	+0.18	2330.28
+180	20	29.74	+0.08	29.82
+190	10	29.38	+0.02	29.40
PTV=23+200	00	2329.02	-	2329.02

## CAPITULO V

### ESTUDIO DE SUELOS

---

#### SECCION 5.1. GENERALIDADES

El estudio de los suelos en la construcción de carreteras tiene por objeto preveer el comportamiento de los mismos bajos las calzadas, terraplenes, taludes, etc., así como también dar un cierto grado de seguridad en la conservación de la vía a construirse.

La naturaleza, tipo y propiedades del suelo en la construcción vial, es muy significativa, pues afecta el costo de la construcción y conservación, a la vez que permite obtener bases de criterio más o menos satisfactorias para el diseño de los afirmados a colocarse sobre la subrasante.

El estudio de suelos esta basado en ensayos de laboratorio que se realizan para este efecto, con el fin de obtener sus principales características. Pero las pruebas de laboratorio no podrán demostrar exactamente el comportamiento del suelo en el lugar de la obra, ya que se verá afectado por factores tales como el movimiento de tierras que altera su estado de equilibrio natural.

A continuación expongo de manera general conceptos y características de formación de los suelos.

Los materiales sólidos que constituyen la corteza terrestre, en el campo de la ingeniería se clasifican en dos grupos: Rocas y Suelos.

ROCA. Es un agregado de minerales unidos por fuerzas cohesivas poderosas y permanentes; se encuentra en estado natural en grandes masas y fragmentos. Las rocas se clasifican en: ígneas, sedimentarias y metamórficas.

Rocas Igneas. Son las formadas por el enfriamiento y endurecimiento del magma fundido que se origina en el interior de la corteza terrestre. El tamaño de los granos y la forma de estar unidos es distinto, según como el enfriamiento se produzca. A este grupo de rocas pertenecen los granitos, riolitas, dioritas, sienitas, felsitas, gabros y basaltos.

Rocas Sedimentarias. Proviene de la sedimentación de los productos de la descomposición de rocas ígneas y metamórficas, que arrastrados por las aguas, se van depositando en zonas determinadas. Se encuentran formando capas o estratos superpuestos, separados por superficies paralelas, representando cada estrato un período de sedimentación y cada plano una interrupción del depósito o cambio de la naturaleza del sedimento. Rocas de este tipo son las gravas, arenas, limos, arcillas endurecidas, calizas, yesos, etc..

Rocas Metamórficas. Se originan de las rocas ígneas y sedimentarias por transformaciones en su composición mineralógica y estructura, a causa de grandes presiones y temperaturas elevadas de las capas profundas de la corteza terrestre y de las emanaciones gaseosas de los magmas. Ejemplos de estas rocas son: los gneises, esquistos,

filitas, cuarcitas, pizarras, mármoles, etc..

SUELO (TIERRA). Se define como un material constituido por un conjunto de partículas sólidas sin consolidar y espacios vacíos que pueden estar parcial o totalmente con agua. En forma general se trata de un sistema disperso formado por tres fases: sólida, líquida y gaseosa. La fase sólida, está constituida por partículas de dimensiones, formas, naturaleza química y mineralógica variable, dependiendo de la roca de origen y de los factores que intervienen en la formación de un suelo; la fase líquida es generalmente agua y la fase gaseosa generalmente aire, o ambos a la vez, que es caso más frecuente. Si todos los vacíos están llenos de aire y no contiene agua, se dice que el suelo está seco; en cambio si los vacíos están llenos de agua se dice que el suelo está saturado.

A las rocas también es aplicable lo dicho para los suelos en lo referente a los estados de materia constituyente de los mismos, ya que muchas rocas aunque consolidadas y endurecidas casi todas contienen materia líquida y gaseosa. Los poros o vacíos en la roca se encuentran en dos formas: poros aislados, como menudas burbujas rodeadas totalmente por sólido, y poros intercomunicados o poros abiertos, similares a los de los suelos.

Tomando en consideración el origen de los suelos, se puede definir a un suelo como el producto de la desintegración o transformación física y química de las rocas, que pueden o no contener materia orgánica. Cabe citar también que existen suelos de origen esencialmente orgánico, formados casi siempre en sitios, como consecuencia de la descomposición de restos vegetales y animales.

El proceso de transformación de la materia de origen, o roca madre, en suelo es lo que se conoce como Formación del Suelo, el mismo que no es estable, por no llegar a su estado de equilibrio perma-

mente, pues continuamente intervienen agentes o factores de formación que van modificando las características físicas y químicas del suelo. La roca de origen que se convierte en suelo, puede ser de origen ígneo, sedimentario o metamórfico.

Entre los factores que intervienen en la formación de los suelos y que obedecen a la desintegración mecánica y descomposición química de las rocas tenemos:

- a) La materia de origen o roca madre.
- b) El agua.
- c) La topografía del lugar.
- d) El clima de la región.
- e) La temperatura.
- f) Los organismos existentes.
- f) El ser humano y las obras realizadas por él.
- h) Los movimientos sísmicos, ciclones y maremotos.
- i) Las explosiones nucleares.
- j) La vegetación.

En general un suelo presenta las siguientes características: - principales:

- a) Su composición química y mineralógica.
- b) El tamaño de las partículas (Granulometría y gradación).
- c) La forma de sus partículas.
- d) Su peso específico.
- e) Su contenido de humedad.
- f) La estructura de su masa.

## SECCION 5.2. OBTENCION DE MUESTRAS

Las muestras para los ensayos de laboratorio se las obtuvo de perforaciones a cielo abierto practicadas a lo largo del eje del proyecto, según especificaciones que el MOP. dispone para este tipo de carreteras; las muestras tomadas fueron del tipo de Alteradas; y el muestreo se comenzó en la estación 22 + 135 que corresponde a la margen derecha de la quebrada El Salado. A parte de las muestras tomadas para el análisis de la subrasante a construirse, se tomaron muestras de las diferentes capas de suelo y se midió su espesor, con el fin de elaborar en forma aproximada un perfil estratigráfico a lo largo del eje del proyecto.

## SECCION 5.3. ENSAYOS DE LABORATORIO

Los ensayos realizados para este estudio fueron los especificados por el MOP. para subrasante, base y sub-base, los cuales se indican a continuación:

### NOMBRE DEL ENSAYO

### ESPECIFICACION

#### Análisis Granulométrico:

- Método para determinar la granulometría de los suelos. AASHO T-88
- Método estándar para ensayo granulométrico por medio de tamices de agregados gruesos y finos. AASHO T-27-60
- Método estándar para determinar la cantidad de material que pasa el tamiz Nº 200 en agregados. AASHO T-11-60.

Límites de Consistencia:

- Método estandar para determinar el Límite Líquido de los suelos AASHO T 89-60.
- Método estandar para determinar el Límite Plástico de los suelos. AASHO T 90-56.
- Cálculo del Índice de Plasticidad de suelos. AASHO T 91-54.

Gravedad Específica:

- Gravedad específica de suelos (material que pasa el tamiz N° 4). AASHO T 100-60.
- Método estandar de ensayo para determinar la gravedad específica de agregados gruesos. AASHO T 85-60.

Compactación:

- Método estandar de ensayo para las relaciones Humedad-Densidad, usando un martillo de 10 libras con una caída de 18 pulgadas, Método D. AASHO T 180-57.

Ensayo de C.B.R.:

- Método tentativo de ensayo para determinación de la Relación Soperante de los Suelos. ASTM D 1883-61 T.

Abrasión:

- Método estandar para la determinación del desgaste del Agregado Grueso, utilizando la máquina Los Angeles. AASHO T 96-65.

#### SECCION 5.4. CLASIFICACION DE SUELOS

El objeto fundamental de un sistema de clasificación de suelos es facilitar la obtención de las diferentes propiedades que caracterizan a un suelo, mediante ensayos de campo o de laboratorio, ya que recurriendo a unas mismas propiedades el suelo puede ser identificado y colocado en un grupo con características similares.

Varios son los sistemas de clasificación que se conocen, destacándose al momento por tener amplia aceptación entre las organizaciones viales los siguientes:

- Sistema de Clasificación del Departamento de Caminos Públicos (Revisado).
- Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.

##### 5.4.1. Sistema de clasificación del Departamento de Caminos Públicos

La clasificación original de este sistema fué dada en 1929, la misma que ha sido revisada y simplificada, llegando a conocerla al momento como Clasificación del Departamento de Caminos Públicos Revisada, adoptada también por la AASHO.

Esta clasificación divide a los suelos en dos clases:

- GRANULARES: contienen 35% o menos de material que pasa el tamiz N° 200.
- LIMO-ARCILLOSOS: contienen más del 35% que pasa el tamiz N° 200.

En este sistema de clasificación se introduce el llamado INDI-

TABLA 13.3. CLASIFICACION DE SUELOS Y MEZCLAS DE SUELOS Y AGREGADOS DE LA ASOCIACION AMERICANA DE FUNCIONARIOS DE CARRETERAS ESTATALES, CON LOS SUBGRUPOS SUGERIDOS

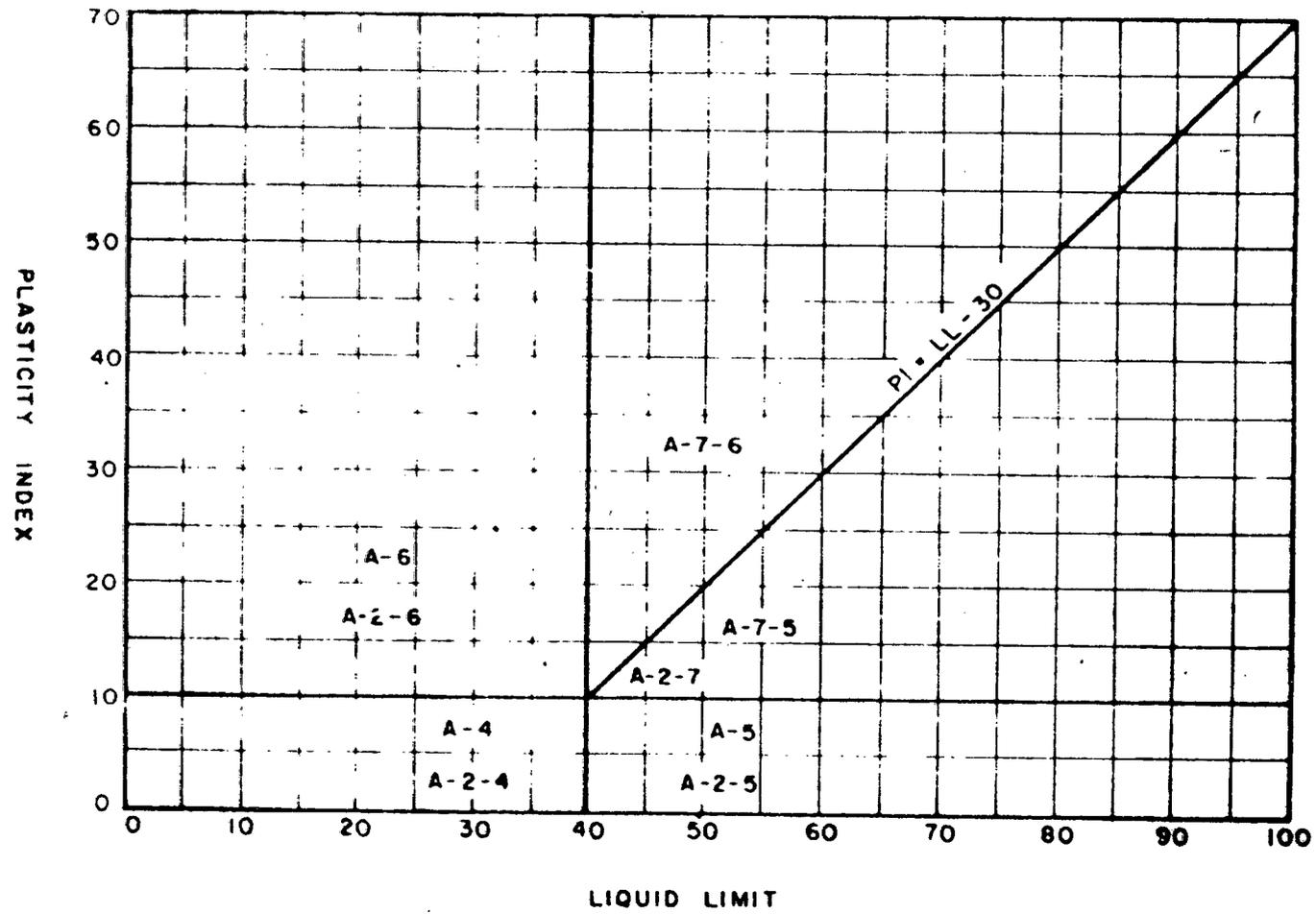
AASHO, Designación M145-49

Clasificación General	Materiales Granulados (35% o menos a través del tamiz N° 200)							Materiales de arcilla sedimentaria (más del 35% a través del tamiz N° 200)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
Clasificación de Grupos *	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Análisis de Tamiz % de paso N° 10 N° 40 N° 200	50 máx 30 máx 15 máx	50 máx 25 máx	51 mín 10 máx	35 máx	41 máx	35 máx	35 máx	30 mín	36 mín	36 mín	36 mín
Características de fracción que pasa el N° 40: Límite Líquido Índice de plasticidad	6 máx		11	40 máx 11 mín	41 mín 11 máx	40 máx 11 mín	41 mín 11 mín	40 máx 10 mín	41 mín 10 máx	40 máx 11 mín	41 mín 11 mín
Índice de grupo †	0		0	0	4 máx.			8 máx	12 máx	16 máx	20 máx
Tipos usuales de materiales esenciales	Fragmentos de piedra, arena y grava		Arena fina	Grava de azolve o arcillosa y arena				Terrenos de azolve		Terrenos arcillosos	
Calificación general como material para infraestructura	Ejecente a bueno							Regular a malo			

\* Procedimiento de Clasificación. Con los datos de prueba requeridos a la disposición, se procede de la izquierda a la derecha de la carta anterior, y se encontrará el grupo correcto mediante el procedimiento de eliminación. El primer grupo de la izquierda dentro del cual los datos de prueba encajan es la clasificación correcta.

† El índice de plasticidad del subgrupo A-7-8 es igual o menor que 11, menos 30. El índice de plasticidad del subgrupo A-7-8 es mayor que 11, menos 30.

‡ Ver fórmula del índice de grupo y Fig. 13-12 para método de cálculo. El índice de grupo debe mostrarse en paréntesis después del símbolo de grupo como: A-2-6(3), A-4(5), A-8(12), A-7-5(17), etc.



Note—A-2 subs contain less than 35% finer than 200 μm.

FIG. 1. Liquid Limit and Plasticity Index Ranges for Silt-Clay Materials.

ASPH D 3282

CE DE GRUPO, por el cual a un índice determinado pertenecen un mismo grupo de suelos, el mismo que se lo calcula mediante la fórmula empírica siguiente:

$$IG = 0.2 a + 0.005 a.c + 0.01 b.d.$$

Donde: a = porcentaje que pasa el tamiz N° 200, mayor a 35% sin que exceda de 75%, expresado en un número positivo y entero de 1 a 40.

b = Porcentaje que pasa el tamiz N° 200, mayor que 15% sin que exceda de 55%, expresado en un número entero y positivo de 1 a 40.

c = Valor del límite líquido mayor que 40 sin que exceda de 60, expresado en un número entero y positivo de 1 a 20.

d = Valor del índice de plasticidad mayor de 10 sin que exceda de 30, expresado en un número entero y positivo de 1 a 20.

El índice de grupo tiene valores que varían de 0 a 20, a medida que el valor crece, la calidad del suelo como sub-rasante baja. Este valor se lo coloca entre paréntesis a continuación de la clasificación. Ej.: A-2-5(0).

Los cuadros que se adjuntan dan a conocer esta clasificación.

#### 5.4.2. Sistema unificado de clasificación de suelos

Este sistema divide a los suelos en tres categorías:

- Suelos de grano grueso.
- Suelos de grano fino.
- Suelos fuertemente orgánicos.

Suelos de Grano Grueso. Formados por gravas, arenas y suelos gravo-arenosos con pequeñas cantidades de finos (limo o arcilla).

Suelos de Grano Fino. Aquí se hallan los materiales finos limosos o arcillosos; a éstos más que por el tamaño de sus granos se los clasifica por su plasticidad y compresibilidad, para lo cual es auxiliar útil la carta de plasticidad.

Suelos Fuertemente Orgánicos. Constituidos exclusivamente por materia orgánica (turba) fácilmente identificables por su color, olor, consistencia esponjosa y frecuentemente de textura fibrosa.

Los símbolos usados en esta clasificación son:

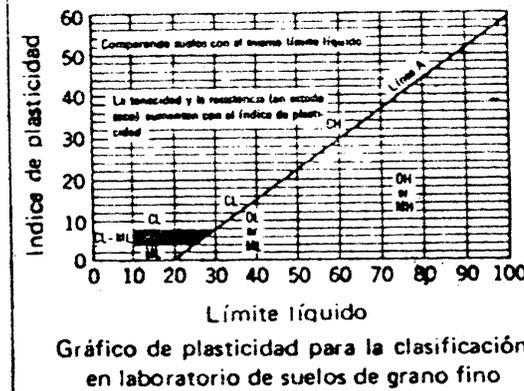
- G = Grava o suelo gravoso.
- S = Arena o suelo arenoso.
- M = Limo inorgánico o arena muy fina.
- C = Arcilla.
- O = Suelo con alto contenido de materia orgánica.
- W = Bien graduado.
- P = Mal graduado.
- L = Baja a mediana compresibilidad.
- H = Alta compresibilidad.

Se adjuntan guías de clasificación de este sistema, y la carta de plasticidad que es un auxiliar valioso para la clasificación rápida de los suelos cohesivos. La misma que está en función de los Lf

Tabla. 5. Sistema Unificado de Clasificación de Suelos

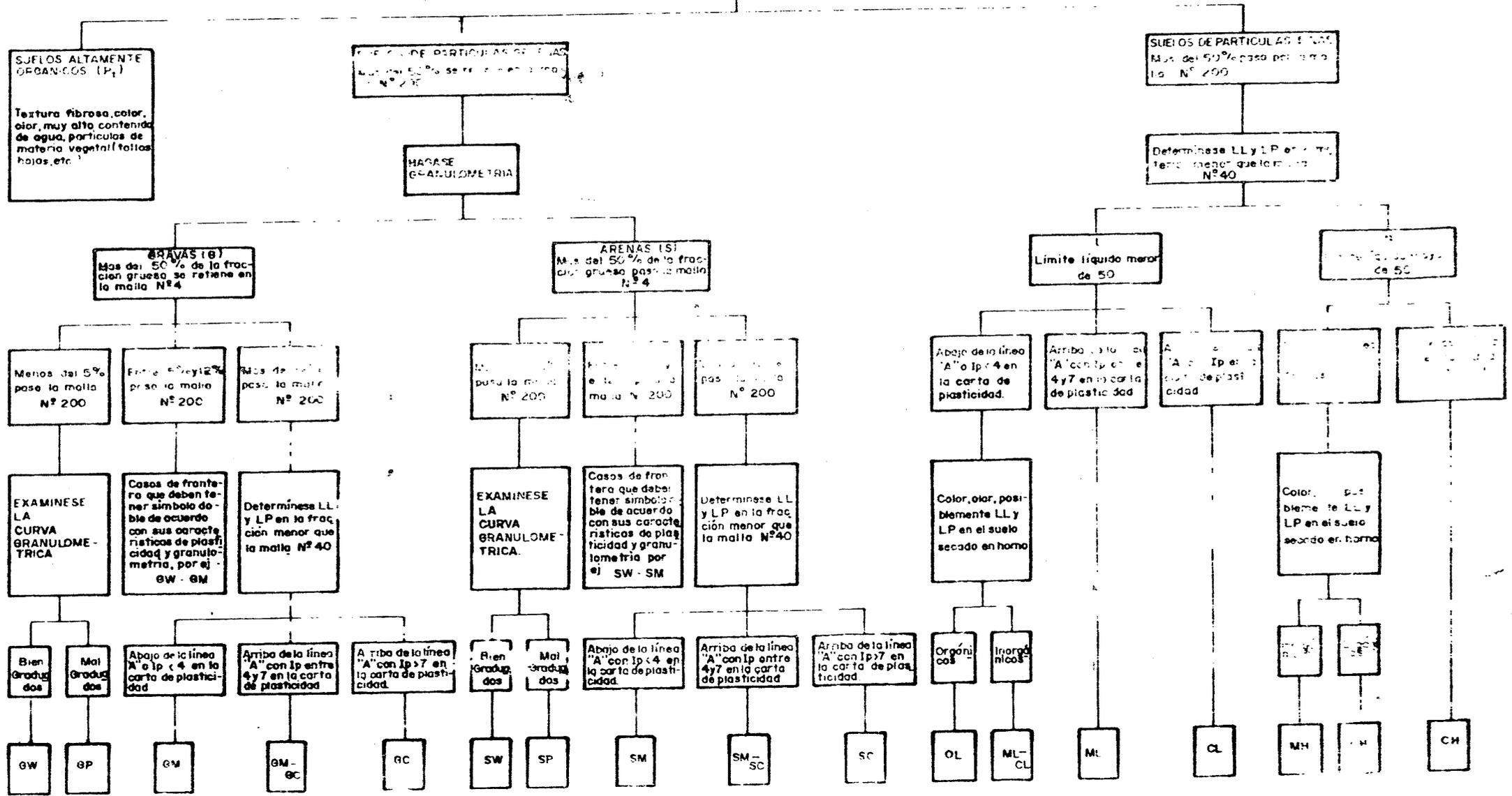
Clasificación en el campo (separando las partículas mayores de 75 µm (No. 20) y basándose en fracciones de pesos volumétricos)		Índice del grupo	Muestras típicas	Información necesaria para la descripción de los suelos	Formulas de clasificación en el laboratorio
<p>Grupos de grano grueso: más de la mitad del material es retenido por el tamiz No. 200</p> <p>Grupos de grano fino: menos de la mitad del material es retenido por el tamiz No. 200</p>	<p>Grupos de arena gruesa y mediana (más de 75% de arena gruesa y mediana)</p>	<p>Grupos de arena gruesa y mediana (más de 75% de arena gruesa y mediana)</p>	<p>Grupos de arena gruesa y mediana (más de 75% de arena gruesa y mediana)</p>	<p>Para los suelos más gruesos, indique el grado y el carácter de la plasticidad; la cantidad y el tamaño máximo de las partículas gruesas, color del suelo húmedo. Para los suelos más finos, indique el grupo y el tipo de estructura, condiciones de humedad y drenaje.</p>	<p> <math display="block">C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}</math> <math display="block">C_c = \frac{D_{30}^3}{D_{10} \times D_{60}}</math> </p> <p>Mover de 4</p> <p>Estos 1 y 3</p> <p>No satisfacen todos los requisitos granulométricos de los GW</p> <p>                     Límites de Atterberg por debajo de la línea "A" o <math>I_p</math> mayor de 4                      Límites de Atterberg por encima de la línea "A" con <math>I_p</math> entre 4 y 7                      Límites de Atterberg por encima de la línea "A" con <math>I_p</math> mayor de 7                 </p> <p> <math display="block">C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}</math> <math display="block">C_c = \frac{D_{30}^3}{D_{10} \times D_{60}}</math> </p> <p>Mover de 4</p> <p>Estos 1 y 3</p> <p>No satisfacen todos los requisitos granulométricos de los SW</p> <p>                     Límites de Atterberg por debajo de la línea "A" o <math>I_p</math> mayor de 3                      Límites de Atterberg por debajo de la línea "A" con <math>I_p</math> mayor de 7                 </p>
		<p>Grupos de arena mediana y fina (menos de 75% de arena gruesa y mediana)</p>	<p>Grupos de arena mediana y fina (menos de 75% de arena gruesa y mediana)</p>		
	<p>Grupos de arena fina y muy fina (menos de 75% de arena gruesa y mediana)</p>	<p>Grupos de arena fina y muy fina (menos de 75% de arena gruesa y mediana)</p>	<p>Grupos de arena fina y muy fina (menos de 75% de arena gruesa y mediana)</p>		
		<p>Grupos de arena muy fina (menos de 75% de arena gruesa y mediana)</p>	<p>Grupos de arena muy fina (menos de 75% de arena gruesa y mediana)</p>		
	<p>Grupos de limo y arcilla (más de 75% de arena fina y muy fina)</p>	<p>Grupos de limo y arcilla (más de 75% de arena fina y muy fina)</p>	<p>Grupos de limo y arcilla (más de 75% de arena fina y muy fina)</p>		
		<p>Grupos de limo y arcilla (más de 75% de arena fina y muy fina)</p>	<p>Grupos de limo y arcilla (más de 75% de arena fina y muy fina)</p>		
<p>Grupos de arcilla (más de 75% de arena muy fina)</p>	<p>Grupos de arcilla (más de 75% de arena muy fina)</p>	<p>Grupos de arcilla (más de 75% de arena muy fina)</p>			
	<p>Grupos de arcilla (más de 75% de arena muy fina)</p>	<p>Grupos de arcilla (más de 75% de arena muy fina)</p>			
<p>Tabla de clasificación para la arena con un peso por el tamiz No. 40</p>				<p>Para los suelos más gruesos, indique el grado y el carácter de la plasticidad; la cantidad y el tamaño máximo de las partículas gruesas, color del suelo húmedo. Para los suelos más finos, indique el grupo y el tipo de estructura, condiciones de humedad y drenaje.</p>	<p>                     Límites de Atterberg por debajo de la línea "A" o <math>I_p</math> mayor de 3                      Límites de Atterberg por debajo de la línea "A" con <math>I_p</math> entre 4 y 7                      Límites de Atterberg por encima de la línea "A" con <math>I_p</math> mayor de 7                 </p>
<p>Grupos de arena gruesa y mediana (más de 75% de arena gruesa y mediana)</p>	<p>Grupos de arena mediana y fina (menos de 75% de arena gruesa y mediana)</p>	<p>Grupos de arena fina y muy fina (menos de 75% de arena gruesa y mediana)</p>	<p>Grupos de arena muy fina (menos de 75% de arena gruesa y mediana)</p>		
<p>Grupos de limo y arcilla (más de 75% de arena fina y muy fina)</p>	<p>Grupos de limo y arcilla (más de 75% de arena fina y muy fina)</p>	<p>Grupos de limo y arcilla (más de 75% de arena fina y muy fina)</p>	<p>Grupos de limo y arcilla (más de 75% de arena fina y muy fina)</p>	<p>Para los suelos más gruesos, indique el grado y el carácter de la plasticidad; la cantidad y el tamaño máximo de las partículas gruesas, color del suelo húmedo. Para los suelos más finos, indique el grupo y el tipo de estructura, condiciones de humedad y drenaje.</p>	<p>                     Límites de Atterberg por debajo de la línea "A" o <math>I_p</math> mayor de 3                      Límites de Atterberg por debajo de la línea "A" con <math>I_p</math> entre 4 y 7                      Límites de Atterberg por encima de la línea "A" con <math>I_p</math> mayor de 7                 </p>
	<p>Grupos de limo y arcilla (más de 75% de arena fina y muy fina)</p>	<p>Grupos de limo y arcilla (más de 75% de arena fina y muy fina)</p>	<p>Grupos de limo y arcilla (más de 75% de arena fina y muy fina)</p>		
<p>Grupos de arcilla (más de 75% de arena muy fina)</p>	<p>Grupos de arcilla (más de 75% de arena muy fina)</p>	<p>Grupos de arcilla (más de 75% de arena muy fina)</p>	<p>Grupos de arcilla (más de 75% de arena muy fina)</p>	<p>Para los suelos más gruesos, indique el grado y el carácter de la plasticidad; la cantidad y el tamaño máximo de las partículas gruesas, color del suelo húmedo. Para los suelos más finos, indique el grupo y el tipo de estructura, condiciones de humedad y drenaje.</p>	<p>                     Límites de Atterberg por debajo de la línea "A" o <math>I_p</math> mayor de 3                      Límites de Atterberg por debajo de la línea "A" con <math>I_p</math> entre 4 y 7                      Límites de Atterberg por encima de la línea "A" con <math>I_p</math> mayor de 7                 </p>
	<p>Grupos de arcilla (más de 75% de arena muy fina)</p>	<p>Grupos de arcilla (más de 75% de arena muy fina)</p>	<p>Grupos de arcilla (más de 75% de arena muy fina)</p>		
<p>Suelos altamente orgánicos</p>				<p>Indicados por el color, olor, reacción espumosa y frecuentemente por su textura fibrosa</p>	<p> <math display="block">C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}</math> <math display="block">C_c = \frac{D_{30}^3}{D_{10} \times D_{60}}</math> </p> <p>Mover de 4</p> <p>Estos 1 y 3</p> <p>No satisfacen todos los requisitos granulométricos de los GW</p> <p>                     Límites de Atterberg por debajo de la línea "A" o <math>I_p</math> mayor de 4                      Límites de Atterberg por encima de la línea "A" con <math>I_p</math> entre 4 y 7                      Límites de Atterberg por encima de la línea "A" con <math>I_p</math> mayor de 7                 </p>

FIGURA 1



PROCEDIMIENTO AUXILIAR PARA DETERMINAR EL TIPO DE SUELOS EN EL LABORATORIO DE SUELOS

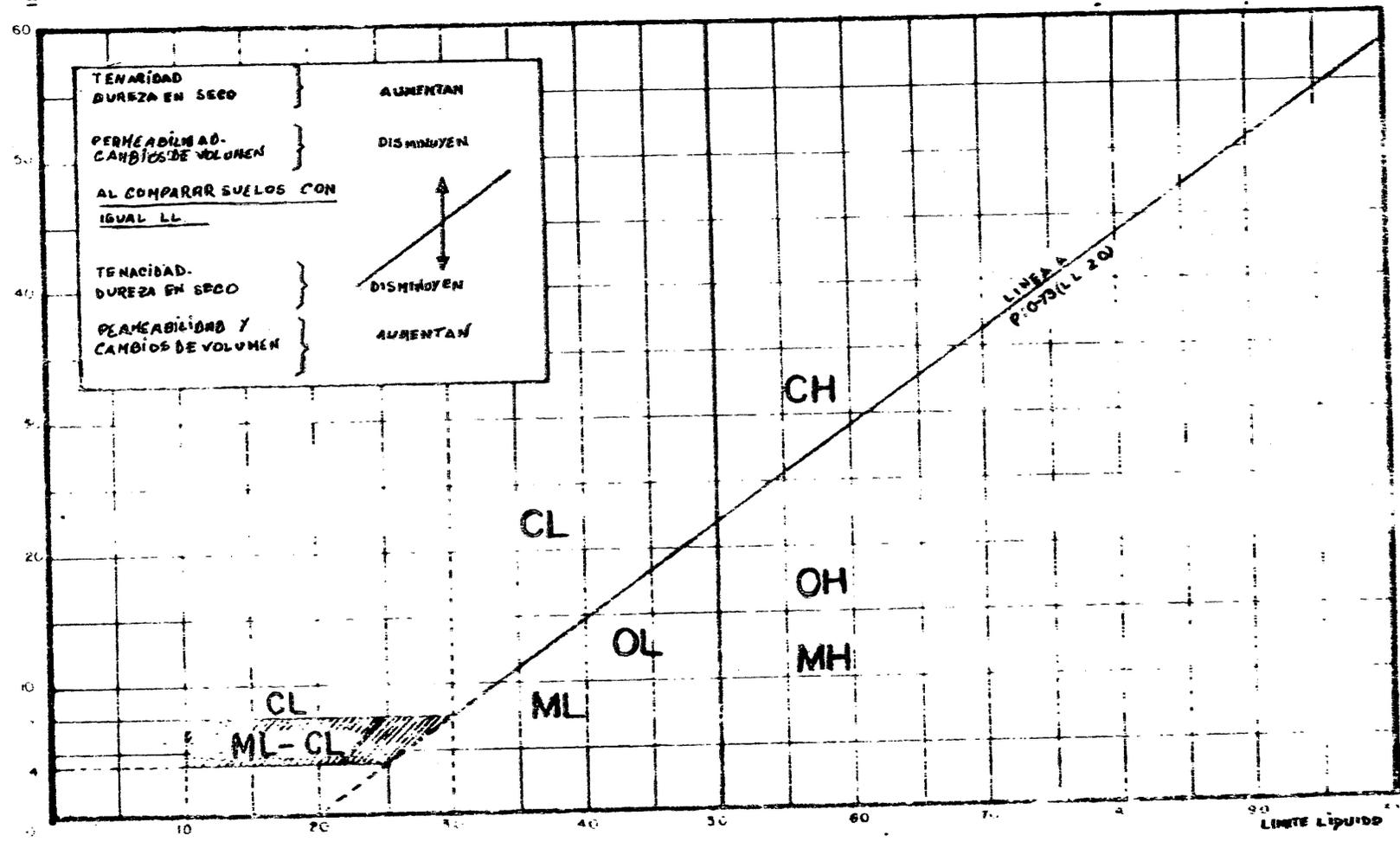
HABASE UN EXAMEN VISUAL DEL SUELO PARA DETERMINAR SI ES ALIMENTE ORGANICO, DEFRITADO, GRUESAS O DE PARTICULAS FINAS EN LOS CASOS DE FRONTERA DE TERMINESE LA CANTIDAD QUE PASA POR LA MALLA N° 200



Adaptado de las normas de los U.S. Estándar

# CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE

INDICE PLASTICO  
(IP %)



ESCALAS  
 H. (cm) = 5% LL  
 V. (cm) = 5% IP

mites de consistencia.

SECCION 5.5. PERFIL DEL SUBSUELO (ESTRATIGRAFICO)

Con los resultados de los ensayos de laboratorio realizados - con las muestras tanto de los estratos superiores, como de la sub-rasante proyectada, se elaboró un perfil aproximado del suelo basado en el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos y en el Sistema de Clasificación del Departamento de Caminos Públicos.

SECCION 5.6. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Proyecto SELVA ALEGRE - MANU.  
Sector BOLAVIETA - MANU.  
Kilómetro 22 + 135.  
Muestra N° 1.  
Profundidad 0.60 MTS.

Yacimiento \_\_\_\_\_  
Fecha de recepción \_\_\_\_\_  
Ensayado por G.J.E.  
Fecha FEBRERO / 99.  
Calculado por G.J.E.

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

tipo de muestra	% grava	% arena	% finos	plasticidad
ALTERADA	25	50	25	MEDIANA.

fracción gruesa	tamaño máximo	12. MM.
	angulosidad	SUBREDONDA.
	estado superficial	
	dureza	MEDIA.
fracción fina	resistencia seca	MEDIANA.
	reacción a la agitación	LENTA.
	consistencia	MEDIANA.

color	olor	observaciones	nombre típico	símbolo
CAFE CLARO.			LIMO ARENOSO	SM.

HUMEDAD NATURAL

tarro N°	5	31			
peso tarro	19.9	19.5			
peso tarro + M. húmeda	96.8	102.9			
peso tarro + M. seca	93.4	88.7			
agua	13.4	14.2			humedad promedio
M. seca	63.7	69.2			
% humedad natural	21.04	20.52			20.98

# UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

## FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Proyecto SELVA ALEGRE - MANU.  
 Sector BELLAVISTA - MANU.  
 Kilómetro 22 + 135.  
 Muestra N° 1.  
 Profundidad 0.60 Mts.

Yacimiento \_\_\_\_\_  
 Fecha de recepción \_\_\_\_\_  
 Ensayado por C.J.E.  
 Fecha MARZO 199.  
 Calculado por C.J.E.

### ANALISIS GRANULOMETRICO

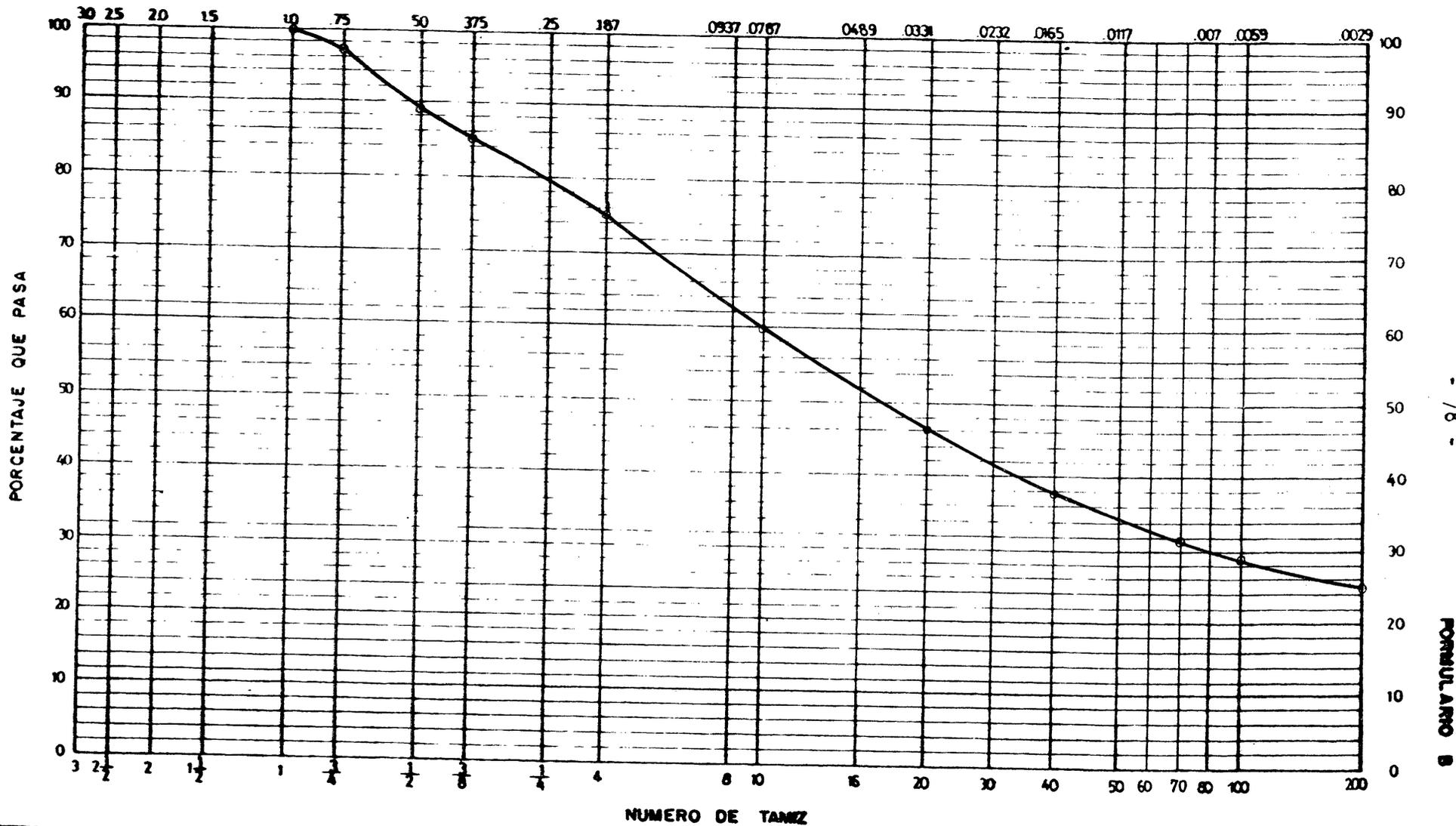
Tamiz	peso retenido parcial	peso retenido acumulado	% Retenido	% que pasa	% Especific.
3"					
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"	0.0	0.0	0.00	100.00	
3/4"	15.1	15.1	3.02	96.98	
1/2"	40.9	56.0	11.20	88.80	
3/8"	17.6	73.6	14.72	85.28	
Nº 4	51.4	125.0	25.00	75.00	
pasa el Nº 4	275.0				
Nº 10	96.1	201.1	40.22	59.78	
Nº 20	68.0	269.1	53.82	46.18	
Nº 40	42.2	311.3	62.26	37.74	
Nº 70	29.4	340.7	68.14	31.86	
Nº 100	19.9	354.6	70.92	29.08	
Nº 200	19.4	374.0	74.80	25.20	
fondo	126.0	500.0	100.00	0.00	
TOTAL	500.0				
peso total antes del lavado			<u>500.0 gr.</u>		
peso total después del lavado			<u>374.0 gr.</u>		

### CLASIFICACION

Límite líquido	48	
Límite plástico	39	
Índice plástico	9	
Índice de grupo	0	
clasificación	S.U.C.S.	SM.
	A.A.S.H.O.	A-2-5.

# DIAGRAMA GRANULOMETRICO

ABERTURA DEL TAMIZ EN PULGADAS



FORMULARIO B

- 78 -

- 89 -

Carrero: SELVA ALEGRE - MANU

Sector: BELLAVISTA - MANU.

Abcisa: 22-135

0+000 en: SELVA ALEGRE.

Muestra No.: 1

Elaborado por:  
E.J.E.

# UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

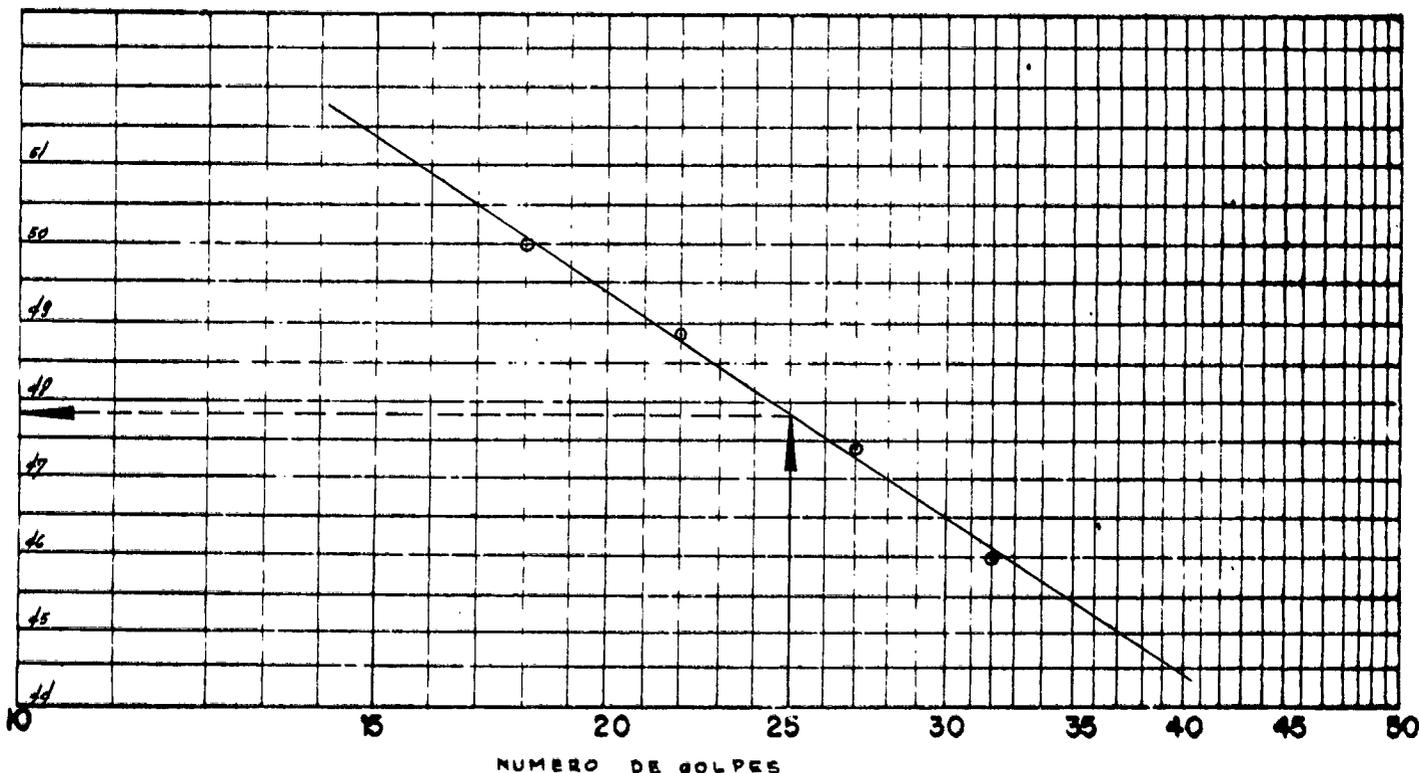
Proyecto <u>Selva Alegre - Manu</u>	Yacimiento _____
Sector <u>Bellavista - Manu</u>	Fecha de recepción _____
Kilómetro <u>22 + 135</u>	Ensayado por <u>C.J.E.</u>
Muestra No <u>1</u>	Fecha <u>Marzo 1999</u>
Profundidad <u>0.60 mts.</u>	Calculado por <u>C.J.E.</u>

## LIMITES DE ATTERBERG

### LIMITE LIQUIDO

Tarro No.	26	1	11	15		
No. de Golpes	32	27	22	18		
M. Húmeda + tarro	32.0	31.2	33.1	33.7		
M. Seca + tarro	28.0	27.5	28.7	29.0		
Humedad	4.0	3.7	4.4	4.9		
Peso tarro	19.3	19.7	19.7	19.6		
P. Muestra Seca	8.7	7.8	9.0	9.4		
% Humedad	45.97	47.44	48.89	50.00		

### DETERMINACION GRAFICA DEL LIMITE LIQUIDO



### LIMITE PLASTICO

Tarro No.	2	9		
M. Húmeda + Tarro	22.8	22.1		
M. Seca + Tarro	21.9	21.4		
Humedad	0.9	0.9		
Peso Tarro	19.6	19.6		
Peso M. Seca	2.3	1.8		
% Humedad	39.13	38.89		

L.L. 49.80 ≈ 48  
 L.P. 39.01 ≈ 39  
 I.P. 8.79 ≈ 9

# UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

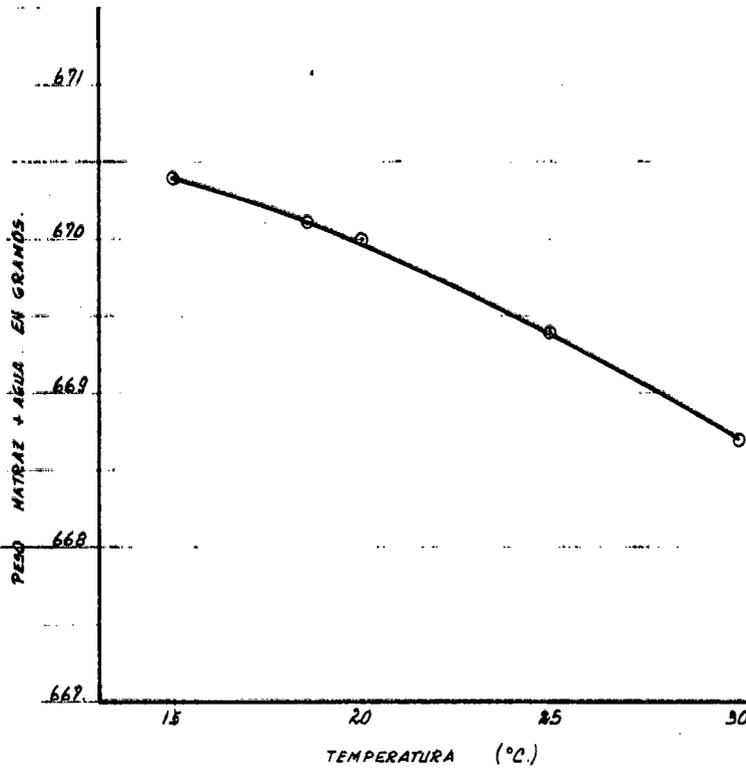
Proyecto SELVA ALEGRE - MANU.  
 Sector BELLAVISTA - MANU.  
 Kilómetro RR + 135.  
 Muestra N° 1.  
 Profundidad 0.60 MTS.

Yacimiento \_\_\_\_\_  
 Fecha de recepción \_\_\_\_\_  
 Ensayado por C.J.E.  
 Fecha ABRIL/79.  
 Calculado por C.J.E.

## GRAVEDAD ESPECIFICA DEL SUELO

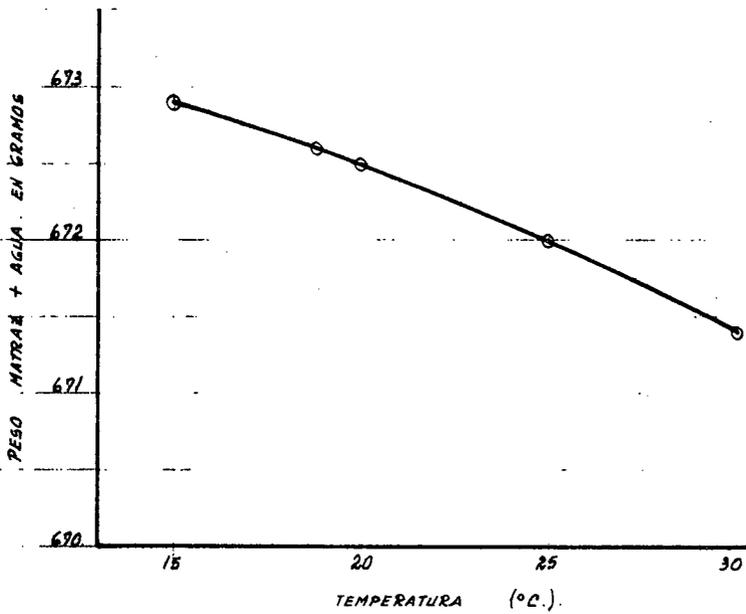
FRACCION QUE PASA EL TAMIZ # 4		P = 75.00%	
picnómetro N°		2	7
capacidad del picnómetro cc.		500	500
peso en gramos	picnómetro + muestra + agua (W <sub>1</sub> )	700.40	702.90
	picnómetro + agua a capacidad total (W <sub>2</sub> )	670.07	672.60
	recipiente + muestra seca	169.00	167.90
	recipiente	120.40	119.40
	muestra seca (W <sub>0</sub> )	48.60	48.50
temperatura de ensayo °C		18.8	18.8
gravedad específica a temperatura ensayo		2.660	2.665
factor de corrección por temperatura (k)		1.000	1.000
gravedad específica a temperatura 20°C		2.660	2.665
gravedad específica promedio (Gs)		2.663	
FRACCION RETENIDA EN EL TAMIZ # 4		R = 25.00%	
peso en gramos	sumergido en agua: cesto + muestra sat. con sup. seca	751.00	
	sumergido en agua: cesto	463.00	
	sumergido en agua: muestra saturada con sup. seca	288.00	
	muestra seca (A)	462.20	
	volúmen de agua igual a la muestra seca (B)	500.00	
gravedad específica aparente		2.653	
gravedad específica aparente promedio (Ga)		2.653	
gravedad específica total $G = \frac{100}{P/G_s + R/G_a}$		2.66	

CURVAS DE CALIBRACION



MATRAZ. N° 2.	
T. °C.	PESO EN GR.
30	668.7
25	669.4
20	670.0
18.5	670.1
15	670.4

MATRAZ N° 2.



MATRAZ. N° 7A.	
T. °C.	PESO EN GR.
30	671.4
25	672.0
20	672.5
18.8	672.6
15	672.9

MATRAZ N° 7A.

UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Proyecto SELVA ALBERE - MANU.  
 Sector BELLAVISTA - MANU.  
 Kilómetro 22 + 605.75  
 Muestra N° 2.  
 Profundidad 680 MTs.

Yacimiento \_\_\_\_\_  
 Fecha de recepción \_\_\_\_\_  
 Ensayado por C.H.E.  
 Fecha FEBRERO / 98.  
 Calculado por C.H.E.

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

tipo de muestra	% grava	% arena	% finos	plasticidad
ALTERADA	—	50.	50.	MEDIANA.

fracción gruesa	tamaño máximo	
	angulosidad	
	estado superficial	
	dureza	
fracción fina	resistencia seca	ALTA.
	reacción a la agitación	NULA.
	consistencia	MEDIA.

color	olor	observaciones	nombre típico	símbolo
ANARILLO.		PRESENCIA DE RAICES	ARCILLA	2.

HUMEDAD NATURAL

tarro N°	10	9			
peso tarro	12.9	13.5			
peso tarro + M. húmeda	104.0	101.8			
peso tarro + M. seca	88.5	87.6			
agua	14.5	14.2			humedad promedio
M. seca	69.6	68.1			
% humedad natural	20.84	20.85			

UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Proyecto SELVA ALEGRE - MANU  
 Sector BELLAVISTA - MANU.  
 Kilómetro RR + 606.43  
 Muestra N° 2.  
 Profundidad 0.80 MTS.

Yacimiento \_\_\_\_\_  
 Fecha de recepción \_\_\_\_\_  
 Ensayado por C.J.E.  
 Fecha Marzo / 79.  
 Calculado por C.J.E.

ANALISIS GRANULOMETRICO

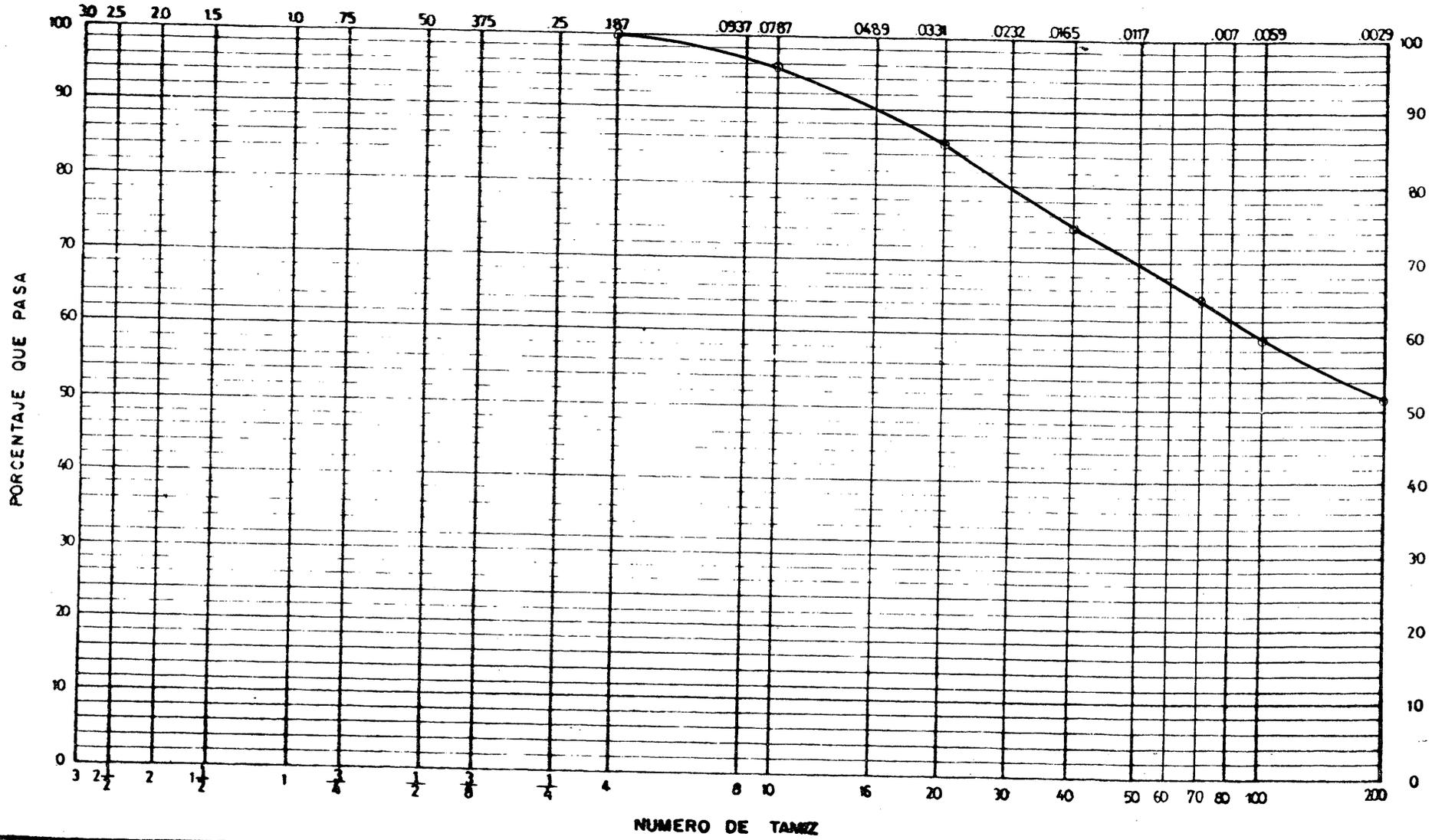
Tamiz	peso retenido parcial	peso retenido acumulado	% Retenido	% que pasa	% Especific.
3"					
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"					
Nº 4	0.00	0.00	0.00	100.00	
pasa el Nº 4					
Nº 10	21.30	21.30	4.26	95.74	
Nº 20	50.70	72.00	14.40	85.60	
Nº 40	55.20	127.20	25.44	74.56	
Nº 70	49.00	176.20	35.24	64.76	
Nº 100	25.40	201.60	40.32	59.68	
Nº 200	33.30	240.90	48.18	51.82	
fondo	259.10	500.00	100.00	0.00	
TOTAL	500.00				
peso total antes del lavado				<u>500.00 gr.</u>	
peso total después del lavado				<u>240.90 gr.</u>	

CLASIFICACION

Límite líquido	54	
Límite plástico	35	
Indice plástico	19	
Indice de grupo	8	
clasificación	S.U.C.S.	OH.
	A.A.S.H.O.	A-7-5.

# DIAGRAMA GRANULOMETRICO

ABERTURA DEL TAMIZ EN PULGADAS



FORMULARIO B

- 78 -

- 95 -

Carretera: <i>SELVA ALEGRE - MANU.</i>	Sector: <i>BELLAVISTA - MANU</i>	Abcisa: <i>22 + 605.43</i> 0+000 en: <i>SELVA ALEGRE.</i>	Muestra No.: <i>3.</i>
			Dibujado por: <i>C.J.E.</i>

UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

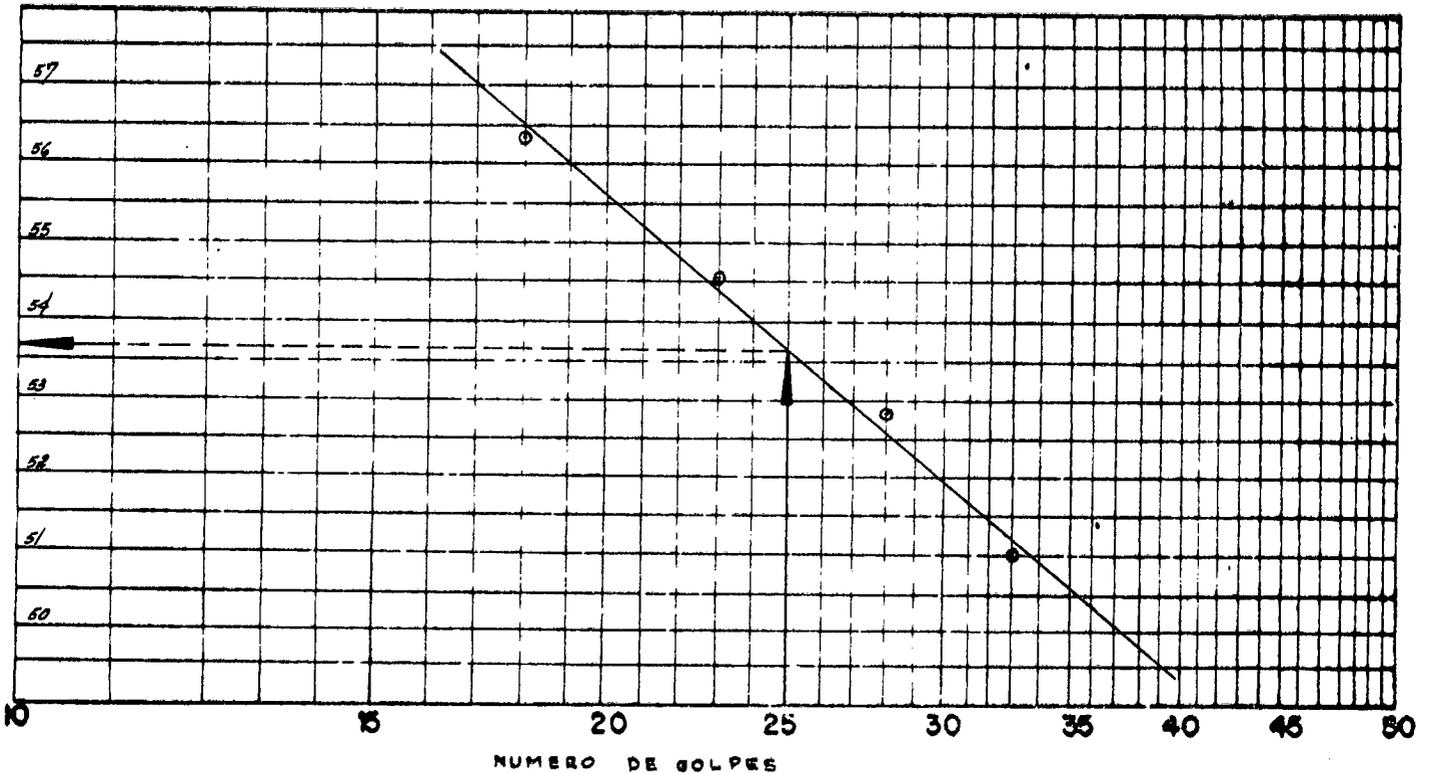
Proyecto SELVA ALEGRE - MANU Yacimiento \_\_\_\_\_  
 Sector BELLONETA - MANU Fecha de recepción \_\_\_\_\_  
 Kilómetro RR + 605.43 Ensayado por C.N.E.  
 Muestra No 8 Fecha MARZO 1980  
 Profundidad 0.80 MTS. Calculado por C.N.E.

LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO

Tarro No.	15	28	24	22
No. de Golpes	33	28	23	18
M. Húmeda + tarro	27.3	27.7	27.8	28.1
M. Seca + tarro	24.7	24.9	24.8	25.0
Humedad	2.6	2.8	3.0	3.1
Peso tarro	19.6	19.6	19.3	19.5
P. Muestra Seca	5.1	5.3	5.5	5.5
% Humedad	50.98	52.83	54.54	56.36

DETERMINACION GRAFICA DEL LIMITE LIQUIDO



LIMITE PLASTICO

Tarro No.	30	1
M. Húmeda + Tarro	22.2	23.6
M. Seca + Tarro	21.5	22.6
Humedad	0.7	1.0
Peso Tarro	19.5	19.7
Peso M. Seca	2.0	2.9
% Humedad	35.00	34.48

L.L. 53.65 ≈ 54  
 L.P. 34.74 ≈ 35  
 I.P. 18.81 ≈ 19

UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Proyecto SELVA ALEGRE - MANU.  
 Sector BELLAVISTA - MANU  
 Kilómetro RR+605.43  
 Muestra N° 2.  
 Profundidad 0.10 MTS.

Yacimiento \_\_\_\_\_  
 Fecha de recepción \_\_\_\_\_  
 Ensayado por C.J.E.  
 Fecha ABRIL/79.  
 Calculado por C.J.E.

GRAVEDAD ESPECIFICA DEL SUELO

FRACCION QUE PASA EL TAMIZ # 4		P = 100.00 %	
picnómetro N°		2	7
capacidad del picnómetro cc.		500	500
peso en gramos	picnómetro + muestra + agua (W <sub>1</sub> )	701.10	703.90
	picnómetro + agua a capacidad total (W <sub>2</sub> )	670.10	672.63
	recipiente + muestra seca	157.20	151.90
	recipiente	108.40	102.60
	muestra seca (W <sub>0</sub> )	48.80	49.30
temperatura de ensayo °C		18.5	18.5
gravedad específica a temperatura ensayo		2.726	2.734
factor de corrección por temperatura (k)		1.000	1.000
gravedad específica a temperatura 20°C		2.726	2.734
gravedad específica promedio (Gs)		2.730	
FRACCION RETENIDA EN EL TAMIZ # 4		R =	
peso en gramos	sumergido en agua: cesto + muestra sat. con sup. seca		
	sumergido en agua: cesto		
	sumergido en agua: muestra saturada con sup. seca		
	muestra seca (A)		
	volúmen de agua igual a la muestra seca (B)		
gravedad específica aparente			
gravedad específica aparente promedio (Ga)			
gravedad específica total		$G = \frac{100}{P/G_s + R/G_a}$	

## UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Proyecto SELVA - ALBARR - MANU.  
 Sector BELLAVISTA - MANU.  
 Kilómetro 23+580.  
 Muestra N° 3.  
 Profundidad 0.70 MTS.

Yacimiento \_\_\_\_\_  
 Fecha de recepción \_\_\_\_\_  
 Ensayado por C.J.E.  
 Fecha FEBRERO 199.  
 Calculado por C.J.E.

### IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

tipo de muestra	% grava	% arena	% finos	plasticidad
<i>ALTERADA</i>	<i>5.</i>	<i>35.</i>	<i>60.</i>	<i>MEDIANA.</i>

fracción gruesa	tamaño máximo	<i>5. MM.</i>
	angulosidad	<i>REDONDA.</i>
	estado superficial	
	dureza	<i>ALTA.</i>
fracción fina	resistencia seca	<i>ALTA.</i>
	reacción a la agitación	<i>NULLA.</i>
	consistencia	<i>MEDIA.</i>

color	olor	observaciones	nombre típico	símbolo
<i>CAFE CLARO</i>			<i>ARCILLA.</i>	<i>C.</i>

### HUMEDAD NATURAL

tarro N°	<i>25</i>	<i>22</i>			
peso tarro	<i>19.7</i>	<i>19.5</i>			
peso tarro + M. húmeda	<i>95.7</i>	<i>100.3</i>			
peso tarro + M. seca	<i>83.3</i>	<i>87.2</i>			
agua	<i>12.4</i>	<i>13.1</i>			humedad promedio
M. seca	<i>63.6</i>	<i>69.7</i>			
% humedad natural	<i>19.50</i>	<i>19.35</i>			

UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Proyecto SELVA ALEGRE - MANU.  
 Sector BELLAVISTA - MANU.  
 Kilómetro 23 + 580.  
 Muestra N° 3.  
 Profundidad 0.70 MTS.

Yacimiento \_\_\_\_\_  
 Fecha de recepción \_\_\_\_\_  
 Ensayado por C.J.E.  
 Fecha MARZO 198.  
 Calculado por C.J.E.

ANALISIS GRANULOMETRICO

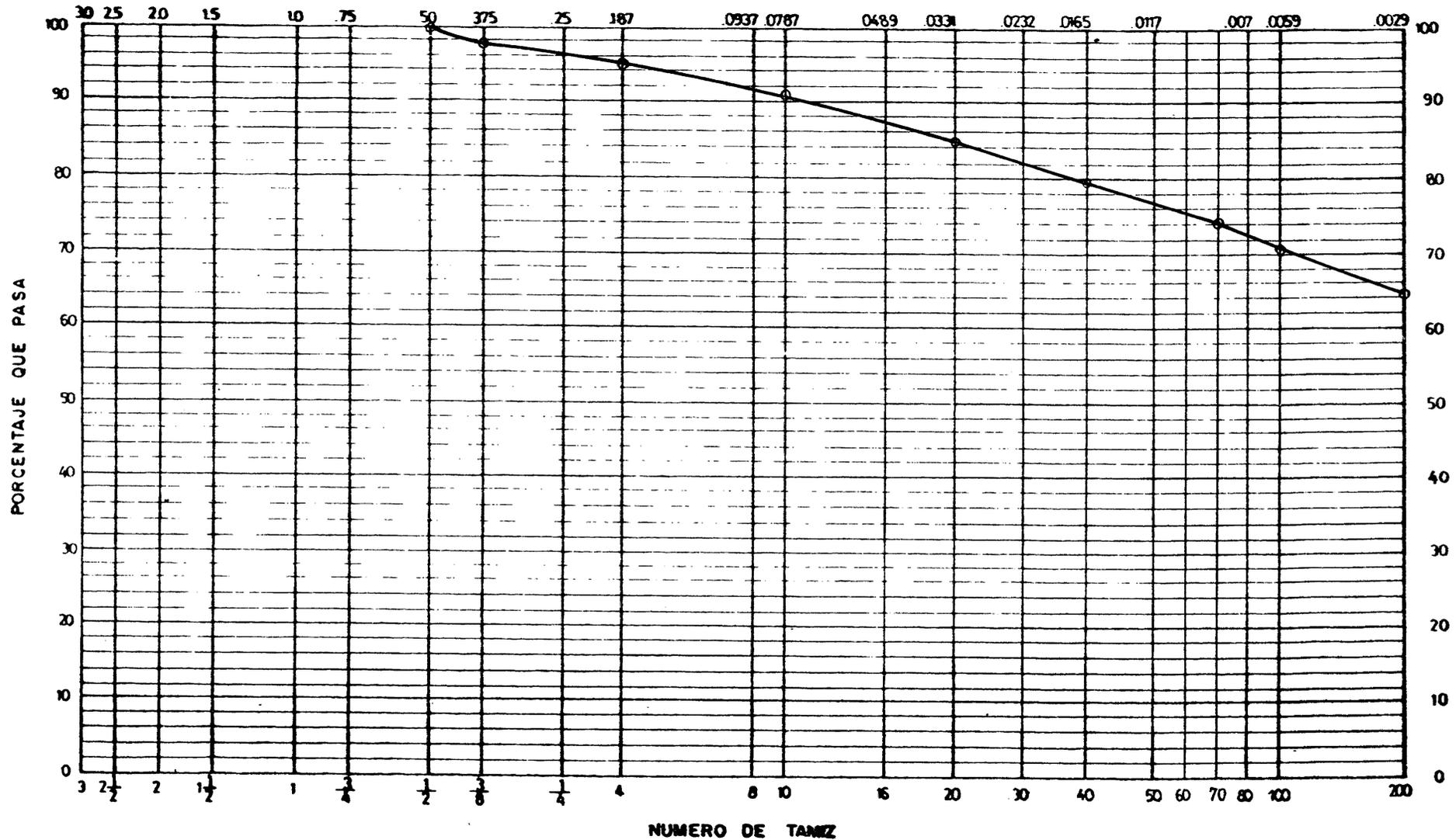
Tamiz	peso retenido parcial	peso retenido acumulado	% Retenido	% que pasa	% Especific.
3"					
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	11.90	11.90	2.38	97.62	
Nº 4	13.10	25.00	5.00	95.00	
pasa el Nº 4	475.00				
Nº 10	20.40	45.40	9.08	90.92	
Nº 20	30.90	76.30	15.22	84.78	
Nº 40	25.60	101.90	20.34	79.66	
Nº 70	26.90	128.80	25.72	74.28	
Nº 100	17.60	146.40	29.24	70.76	
Nº 200	30.50	176.90	35.34	64.66	
fondo	323.30	500.00	100.00	0.00	
TOTAL	500.00				
peso total antes del lavado			<u>500.00 gr.</u>		
peso total después del lavado			<u>176.70 gr.</u>		

CLASIFICACION

Límite líquido	57.	
Límite plástico	32.	
Índice plástico	25.	
Índice de grupo	14.	
clasificación	S.U.C.S.	DH.
	A.A.S.H.O.	A-7-5.

# DIAGRAMA GRANULOMETRICO

ABERTURA DEL TAMIZ EN PULGADAS



- 78 -

- 100 -

FORMULARIO 8

Carratera: SELVA ALEGRE - MANU.

Sector: BELLAVISTA - MANU.

Abacise: 234580.  
0+000 en SELVA ALEGRE.

Muestra No.: 3.

Dibujado por:  
R. J. E.

# UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

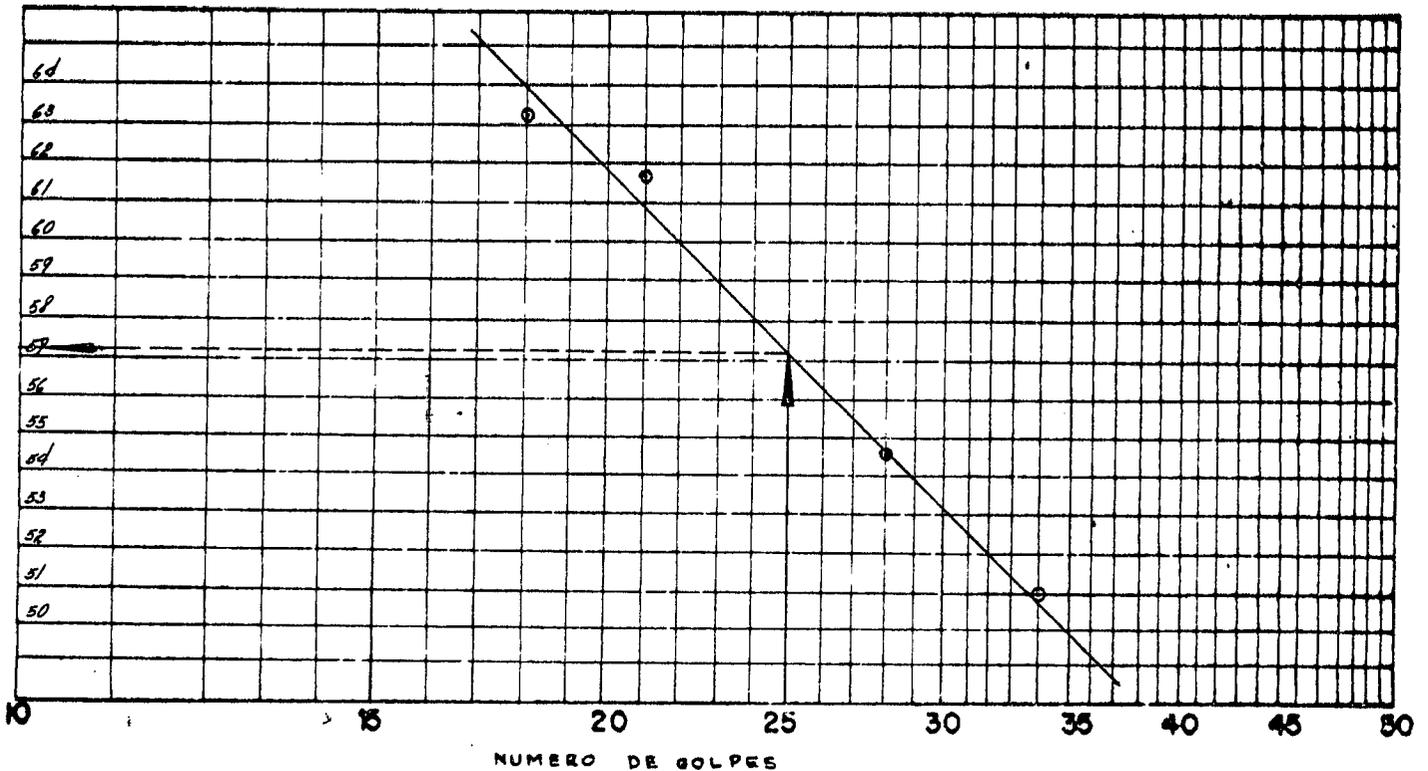
Proyecto <u>SELVA ALEGRE - MANU.</u>	Yacimiento _____
Sector <u>BELLAVISTA - MANU.</u>	Fecha de recepción _____
Kilómetro <u>23 + 520.</u>	Ensayado por <u>R.J.E.</u>
Muestra No <u>3.</u>	Fecha <u>Marzo 199.</u>
Profundidad <u>0.70 MTS.</u>	Calculado por <u>R.J.E.</u>

## LIMITES DE ATTERBERG

### LIMITE LIQUIDO

Tarro No.	26	11	20	1
No. de Golpes	34	28	21	18
M. Húmeda + tarro	26.6	28.1	27.4	27.5
M. Seca + tarro	24.1	25.1	24.5	24.4
Humedad	2.5	3.0	2.9	3.1
Peso tarro	19.2	19.6	19.8	19.5
P. Muestra Seca	4.9	5.5	4.7	4.9
% Humedad	51.02	54.55	61.70	63.27

### DETERMINACION GRAFICA DEL LIMITE LIQUIDO



### LIMITE PLASTICO

Tarro No.	15	4
M. Húmeda + Tarro	23.2	23.1
M. Seca + Tarro	22.3	22.3
Humedad	0.9	0.8
Peso Tarro	19.5	19.8
Peso M. Seca	2.8	2.5
% Humedad	32.14	32.00

L.L. 57.20 ≈ 57.  
 LP. 32.07 ≈ 32.  
 I.P. 25.13 ≈ 25.

# UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Proyecto SEIVA ALEGRE - MANU.  
 Sector BELLAVISTA - MANU.  
 Kilómetro 23 + 520  
 Muestra N° 3  
 Profundidad 0.90 MTS.

Yacimiento \_\_\_\_\_  
 Fecha de recepción \_\_\_\_\_  
 Ensayado por C.H.E.  
 Fecha April/99.  
 Calculado por C.H.E.

## GRAVEDAD ESPECIFICA DEL SUELO

FRACCION QUE PASA EL TAMIZ # 4		P = 100.00%	
	picnómetro N°	2	7
	capacidad del picnómetro cc.	500	500
peso en gramos	picnómetro + muestra + agua (W <sub>1</sub> )	699.70	708.40
	picnómetro + agua a capacidad total (W <sub>2</sub> )	669.97	678.50
	recipiente + muestra seca	166.50	167.60
	recipiente	113.40	180.40
	muestra seca (W <sub>0</sub> )	47.10	47.20
	temperatura de ensayo °C	19.8	20.0
	gravedad específica a temperatura ensayo	2.712	2.728
	factor de corrección por temperatura (k)	1.000	1.000
	gravedad específica a temperatura 20°C	2.712	2.728
	gravedad específica promedio (Gs)	2.720	
FRACCION RETENIDA EN EL TAMIZ # 4		R =	
peso en gramos	sumergido en agua: cesto + muestra sat. con sup. seca		
	sumergido en agua: cesto		
	sumergido en agua: muestra saturada con sup. seca		
	muestra seca (A)		
	volúmen de agua igual a la muestra seca (B)		
	gravedad específica aparente		
	gravedad específica aparente promedio (Ga)		
	gravedad específica total	$G = \frac{100}{P/G_s + R/G_a}$	

UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Proyecto SELVA ALFRE - MANU.  
 Sector BELLAVISTA - MANU.  
 Kilómetro R4+440.  
 Muestra N° 4.  
 Profundidad 0.50 MTS.

Yacimiento \_\_\_\_\_  
 Fecha de recepción \_\_\_\_\_  
 Ensayado por C.J.E.  
 Fecha FEBRERO / 99.  
 Calculado por C.J.E.

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

tipo de muestra	% gravc	% arena	% finos	plasticidad
ALTERADA.	—	30.	70.	MEDIANA.

fracción gruesa	tamaño máximo	
	angulosidad	
	estado superficial	
	dureza	
fraccion fina	resistencia seca	ALTA.
	reacción a la agitación	NULLA.
	consistencia	MEDIA.

color	olor	observaciones	nombre típico	símbolo
CAFE - AMARILLENTO.			ARCILLA.	C.

HUMEDAD NATURAL

tarro N°	3	14			
peso tarro	19.5	19.2			
peso tarro + M. húmeda	28.0	29.9			
peso tarro + M. seca	26.2	28.2			
agua	11.8	11.7			
M. seca	66.7	69.0			humedad promedio
% humedad natural	17.69	16.96			17.33

# UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Proyecto SELVA ALEGRE - MANU.  
 Sector BELAVISTA - MANU.  
 Kilómetro Rd + 440.  
 Muestra N° 4.  
 Profundidad 0.50 MTS.

Yacimiento \_\_\_\_\_  
 Fecha de recepción \_\_\_\_\_  
 Ensayado por C.J.E.  
 Fecha MARZO 198.  
 Calculado por C.J.E.

## ANALISIS GRANULOMETRICO

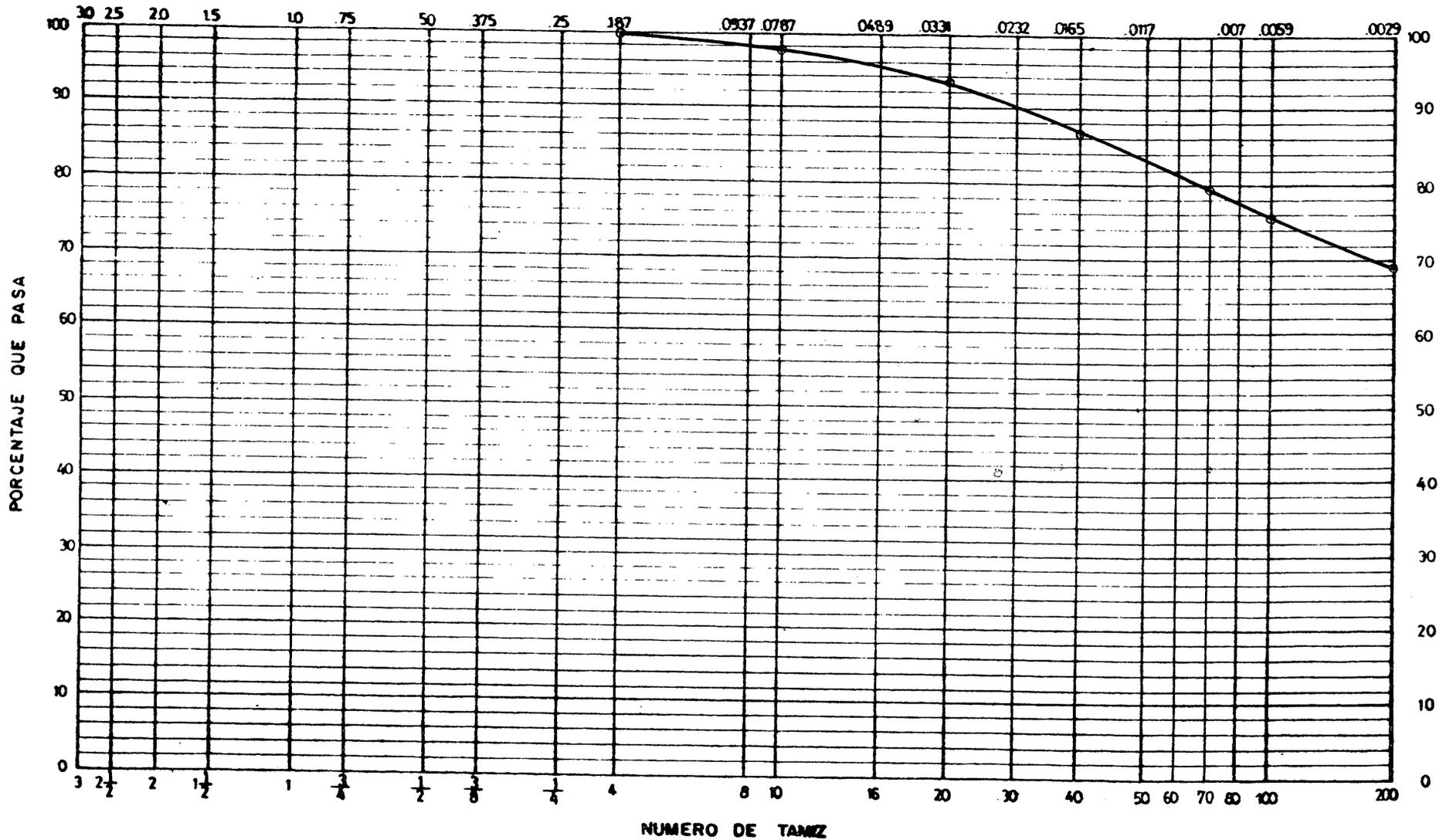
Tamiz	peso retenido parcial	peso retenido acumulado	% Retenido	% que pasa	% Especific.
3"					
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"					
Nº 4	0.00	0.00	0.00	100.00	
pasa el Nº 4					
Nº 10	10.70	10.70	2.14	97.86	
Nº 20	22.80	33.50	6.70	93.30	
Nº 40	38.40	66.90	13.38	86.62	
Nº 70	35.60	102.50	20.50	79.50	
Nº 100	20.10	122.60	24.52	75.48	
Nº 200	32.90	155.50	31.10	68.90	
fondo	344.50	500.00	100.00	0.00	
TOTAL	500.00				
peso total antes del lavado				<u>500.00 gr.</u>	
peso total después del lavado				<u>155.50 gr.</u>	

## CLASIFICACION

Límite líquido	57.
Límite plástico	34
Índice plástico	23
Índice de grupo	15
clasificación	S.U.C.S. <u>OH.</u>
	A.A.S.H.O. <u>A-7-5.</u>

# DIAGRAMA GRANULOMETRICO

ABERTURA DEL TAMIZ EN PULGADAS



FORMULARIO B

- 78 -

- 105 -

Carretera: SELVA ALEGRE - MANU.

Sector: BELLA VISTA - MANU.

Abcisa: 24440.  
0+000 en SELVA ALEGRE.

Muestra No.: 1

Dibujado por:  
C.J.E.

UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

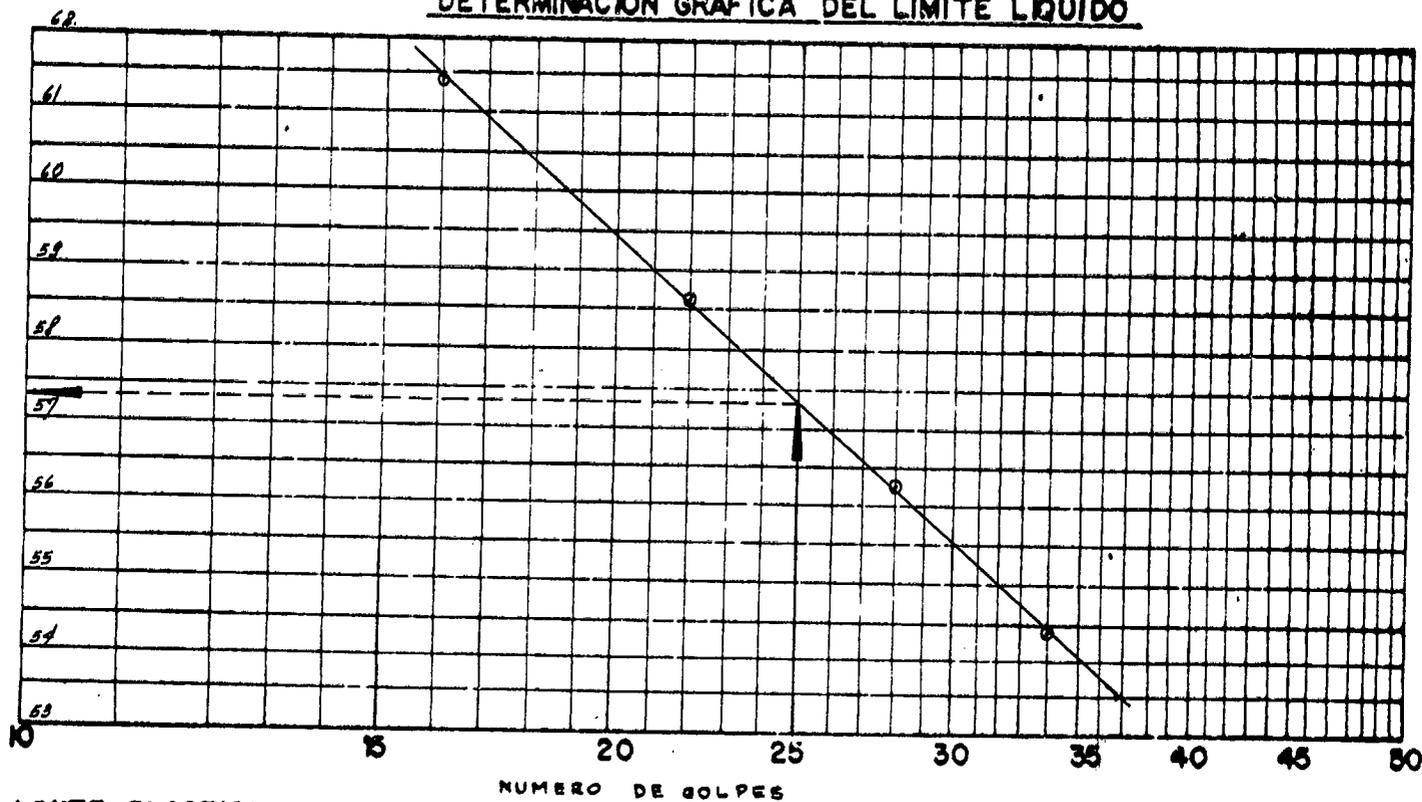
Proyecto SELVA ALEGRE - MANU. Yacimiento \_\_\_\_\_  
 Sector BELLAVISTA - MANU. Fecha de recepción \_\_\_\_\_  
 Kilómetro 24+440. Ensayado por C.J.E.  
 Muestra No 4. Fecha MARZO 199.  
 Profundidad 0.80 MTS. Calculado por C.J.E.

LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO

Tarro No.	25	9	19	24
No. de Golpes	34	22	22	16
M. Húmeda + tarro	27.8	29.5	28.8	28.4
M. Seca + tarro	24.7	25.9	25.4	24.9
Humedad	3.1	3.6	3.4	3.5
Peso tarro	19.0	19.6	19.6	19.8
P. Muestra Seca	5.7	6.4	5.8	5.7
% Humedad	54.39	56.25	58.68	61.40

DETERMINACION GRAFICA DEL LIMITE LIQUIDO



LIMITE PLASTICO

Tarro No.	10	6
M. Húmeda + Tarro	23.4	24.8
M. Seca + Tarro	22.5	23.5
Humedad	0.9	1.3
Peso Tarro	19.9	19.7
Peso M. Seca	2.6	2.8
% Humedad	34.61	34.81

L.L. 57.20 ≈ 57.  
 L.P. 34.41 ≈ 34.  
 I.P. 22.19 ≈ 22.

UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Proyecto SELVA NEGRE - MANU.  
 Sector BELLAVISTA - MANU.  
 Kilómetro 24+440.  
 Muestra N° 4.  
 Profundidad 0.50 MTS.

Yacimiento \_\_\_\_\_  
 Fecha de recepción \_\_\_\_\_  
 Ensayado por C.J.E.  
 Fecha ABRIL / 99.  
 Calculado por C.J.E.

GRAVEDAD ESPECIFICA DEL SUELO

FRACCION QUE PASA EL TAMIZ # 4		P = 100.00 %	
picnómetro N°		2	7
capacidad del picnómetro cc.		500	500
peso en gramos	picnómetro + muestra + agua (W <sub>1</sub> )	700.30	702.90
	picnómetro + agua a capacidad total (W <sub>2</sub> )	669.90	672.45
	recipiente + muestra seca	167.40	168.30
	recipiente	119.40	120.40
	muestra seca (W <sub>0</sub> )	48.00	47.90
temperatura de ensayo °C		20.5	20.5
gravedad específica a temperatura ensayo		2.727	2.745
factor de corrección por temperatura (k)		1.000	1.000
gravedad específica a temperatura 20°C		2.727	2.745
gravedad específica promedio (Gs)		2.736	
FRACCION RETENIDA EN EL TAMIZ # 4		R =	
peso en gramos	sumergido en agua: cesto + muestra sat. con sup. seca		
	sumergido en agua: cesto		
	sumergido en agua: muestra saturada con sup. seca		
	muestra seca (A)		
	volúmen de agua igual a la muestra seca (B)		
gravedad específica aparente			
gravedad específica aparente promedio (Ga)			
gravedad específica total		G = $\frac{100}{P/G_s + R/G_a}$	

UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Proyecto SELVA ALEGRE - MANU.  
 Sector BELLAVISTA - MANU.  
 Kilómetro 83 + 510.88.  
 Muestra N° 5.  
 Profundidad 0.50 MTS.

Yacimiento \_\_\_\_\_  
 Fecha de recepción \_\_\_\_\_  
 Ensayado por G.J.E.  
 Fecha FEBRERO 198.  
 Calculado por G.J.E.

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

tipo de muestra	% grava	% arena	% finos	plasticidad
ALTERADA.	-	45	55.	MEDIANA.

fracción gruesa	tamaño máximo	
	angulosidad	
	estado superficial	
	dureza	
fracción fina	resistencia seca	MUY ALTA.
	reacción a la agitación	NULLA.
	consistencia	ALTA.

color	olor	observaciones	nombre típico	símbolo
CAFE.		PRESENCIA DE RAICES DELGADAS.	ARCILLA	C.

HUMEDAD NATURAL

tarro N°	23	19.			
peso tarro	19.6	19.5			
peso tarro + M. húmeda	101.2	98.0			
peso tarro + M. seca	90.4	82.1			
agua	10.8	9.9			humedad promedio
M. seca	70.8	62.6			
% humedad natural	15.25	15.91			15.53

UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Proyecto SELVA ALEGRE - MANU.  
 Sector BELLAVISTA - MANU.  
 Kilómetro 25 + 510.23  
 Muestra N° 5.  
 Profundidad 0.50 MTS.

Yacimiento \_\_\_\_\_  
 Fecha de recepción \_\_\_\_\_  
 Ensayado por C.J.E.  
 Fecha MARZO 199.  
 Calculado por C.J.E.

ANALISIS GRANULOMETRICO

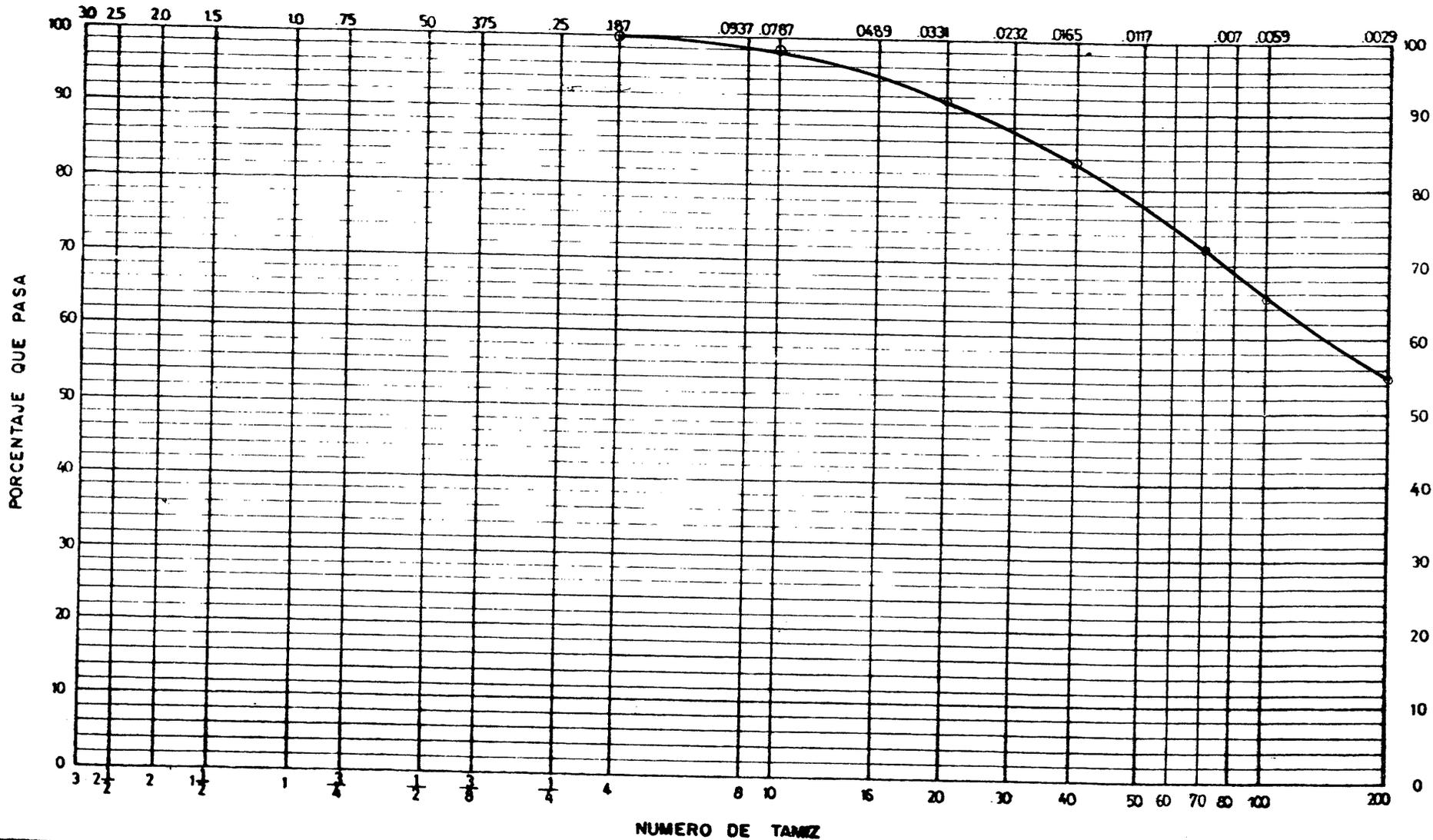
Tamiz	peso retenido parcial	peso retenido acumulado	% Retenido	% que pasa	% Especific.
3"					
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"					
Nº 4	0.00	0.00	0.00	100.00	
pasa el Nº 4					
Nº 10	9.80	9.80	1.96	98.04	
Nº 20	31.80	41.60	8.32	91.68	
Nº 40	39.80	81.50	16.30	83.70	
Nº 70	57.20	138.70	27.74	72.26	
Nº 100	35.20	173.90	34.78	65.22	
Nº 200	51.60	225.50	45.10	54.90	
fondo	274.50	500.00	100.00	0.00	
TOTAL	500.00				
peso total antes del lavado				<u>500.00 gr.</u>	
peso total después del lavado				<u>225.50 gr.</u>	

CLASIFICACION

Límite líquido	51	
Límite plástico	26	
Índice plástico	25	
Índice de grupo	11	
clasificación	S.U.C.S.	C.H.
	A.A.S.H.O.	A-7-6.

# DIAGRAMA GRANULOMETRICO

ABERTURA DEL TAMIZ EN PULGADAS



FORMULARIO B

- 78 -

- 110 -

Carratera: SELVA ALEGRE - MANU.

Sector: BELLAVISTA - MANU.

Abcisa: 25 + 510.23.  
0+000 en: SELVA ALEGRE.

Muestra No.: 5.

Dibujado por: C.J.E.

# UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

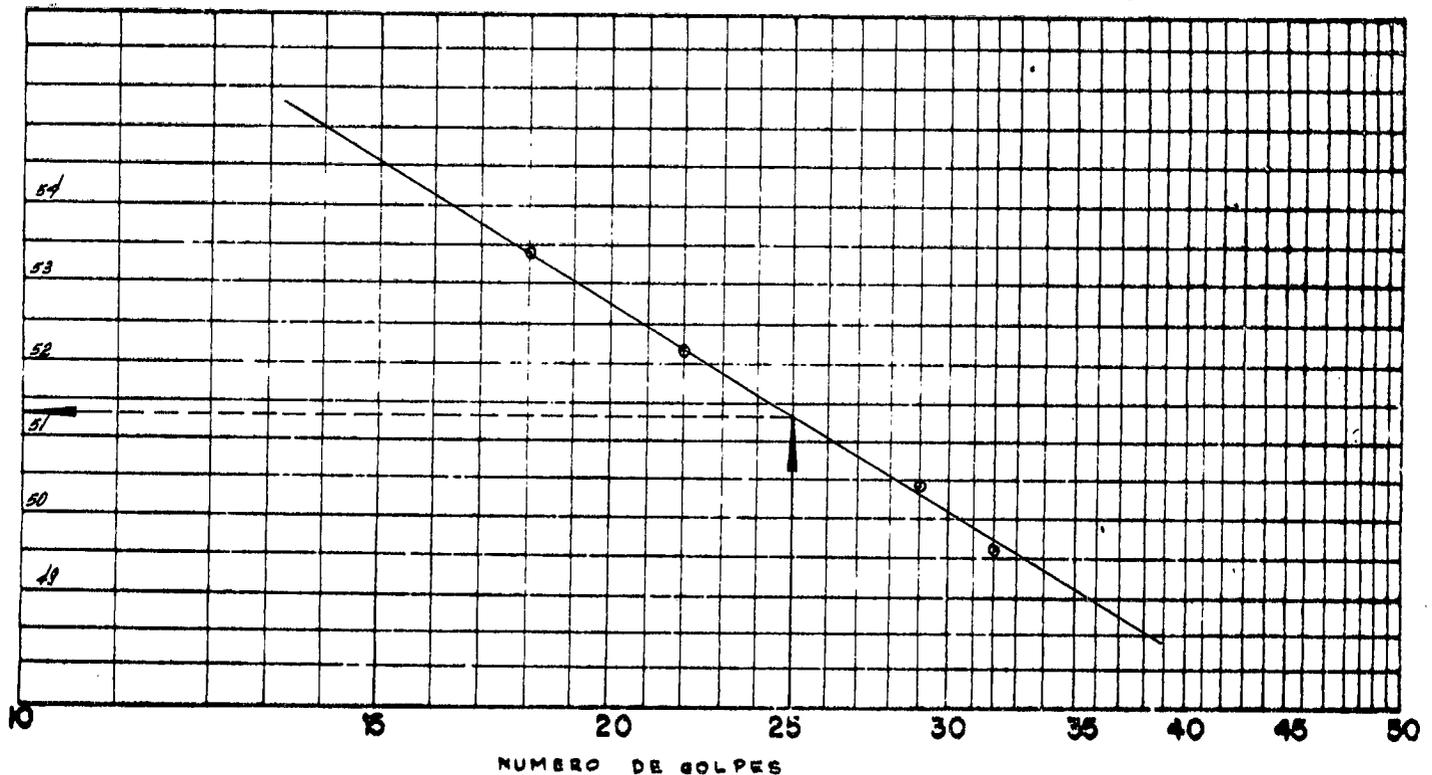
Proyecto <u>SELVA ALEGRE - MANU.</u>	Yacimiento _____
Sector <u>BELLAVISTA - MANU.</u>	Fecha de recepción _____
Kilómetro <u>25 + 510.28</u>	Ensayado por <u>C.J.E.</u>
Muestra No. <u>5.</u>	Fecha <u>MARZO / 79.</u>
Profundidad <u>0.50 Mts.</u>	Calculado por <u>C.J.E.</u>

## LIMITES DE ATTERBERG

### LIMITE LIQUIDO

Tarro No.	18	26	20	27		
No. de Golpes	32	29	22	18		
M. Húmeda + tarro	38.3	36.8	37.4	39.7		
M. Seca + tarro	32.0	30.9	31.4	32.6		
Humedad	6.3	5.9	6.0	7.1		
Peso tarro	19.3	19.2	19.9	19.3		
P. Muestra Seco	12.7	11.7	11.5	13.3		
% Humedad	49.61	50.43	52.17	53.38		

### DETERMINACION GRAFICA DEL LIMITE LIQUIDO



### LIMITE PLASTICO

Tarro No.	4	1		
M. Húmeda + Tarro	25.7	25.2		
M. Seca + Tarro	22.9	24.1		
Humedad	0.8	1.1		
Peso Tarro	19.8	19.8		
Peso M. Seca	3.1	4.3		
% Humedad	25.81	25.88		

L.L. 51.80 α 51  
 L.P. 25.70 α 26  
 I.P. 25.60 α 25

UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Proyecto SELVA ALEGRE - MANU  
 Sector BELLAVISTA - MANU  
 Kilómetro 25 + 510.23  
 Muestra N° 5  
 Profundidad 0.50 MTS.

Yacimiento \_\_\_\_\_  
 Fecha de recepción \_\_\_\_\_  
 Ensayado por C.J.E.  
 Fecha ABRIL / 79.  
 Calculado por C.J.E.

GRAVEDAD ESPECIFICA DEL SUELO

FRACCION QUE PASA EL TAMIZ # 4		P = 100.00 %	
picnómetro N°		2	7
capacidad del picnómetro cc.		500	500
peso en gramos	picnómetro + muestra + agua (W <sub>1</sub> )	701.20	703.90
	picnómetro + agua a capacidad total (W <sub>2</sub> )	669.90	672.50
	recipiente + muestra seca	168.50	169.40
	recipiente	119.40	120.40
	muestra seca (W <sub>0</sub> )	49.10	49.0
temperatura de ensayo °C		20.5	20.0
gravedad específica a temperatura ensayo		2.758	2.768
factor de corrección por temperatura (k)		1.000	1.000
gravedad específica a temperatura 20°C		2.758	2.768
gravedad específica promedio (Gs)		2.763	
FRACCION RETENIDA EN EL TAMIZ # 4		R =	
peso en gramos	sumergido en agua: cesto + muestra sat. con sup. seca		
	sumergido en agua: cesto		
	sumergido en agua: muestra saturada con sup. seca		
	muestra seca (A)		
	volúmen de agua igual a la muestra seca (B)		
gravedad específica aparente			
gravedad específica aparente promedio (Ga)			
gravedad específica total		G = $\frac{100}{P/G_s + R/G_a}$	

UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Proyecto SELVA ALEGRE - MANU.  
Sector BELAVISTA - MANU.  
Kilómetro 22+605.43  
Muestra N° 5-2.  
Profundidad 2.50 MTS.

Yacimiento SUB-RASANTE.  
Fecha de recepción \_\_\_\_\_  
Ensayado por C.J.E.  
Fecha FEBRERO /99.  
Calculado por C.J.E.

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

tipo de muestra	% grava	% arena	% finos	plasticidad
ALTERADA	—	70	30	LIGERA

fracción gruesa	tamaño máximo	
	angulosidad	
	estado superficial	
	dureza	
fracción fina	resistencia seca	MEDIANA.
	reacción a la agitación	LENTA.
	consistencia	MEDIANA.

color	olor	observaciones	nombre típico	símbolo
AMARILLO			ARENA SUCIA	S.

HUMEDAD NATURAL

tarro N°	23	19			
peso tarro	19.6	19.5			
peso tarro + M. húmeda	101.2	95.1			
peso tarro + M. seca	90.7	85.3			
agua	10.5	9.8			humedad promedio
M. seca	71.1	65.8			
% humedad natural	14.77	14.89			

# UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Proyecto GENA ALEGRE - MANU  
 Sector BELLAVISTA - MANU  
 Kilómetro 22+605.43  
 Muestra N° 9-2  
 Profundidad 8.50 MTS.

Yacimiento 9na-PASANTE  
 Fecha de recepción \_\_\_\_\_  
 Ensayado por C.U.E.  
 Fecha MARZO/79  
 Calculado por C.U.E.

## ANALISIS GRANULOMETRICO

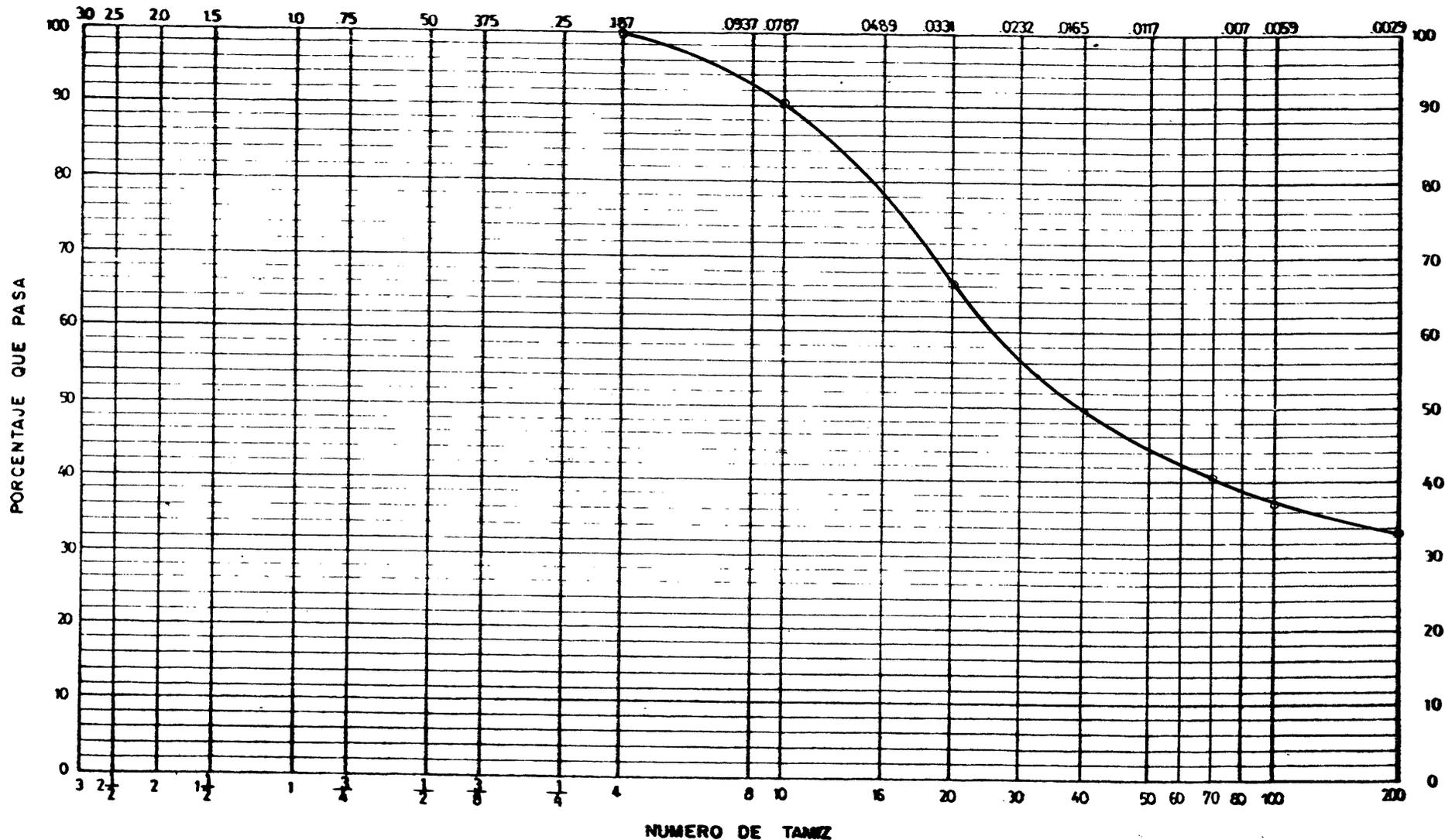
Tamiz	peso retenido parcial	peso retenido acumulado	% Retenido	% que pasa	% Especific.
3"					
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"					
Nº 4	0.00	0.00	0.00	100.00	
pasa el Nº 4					
Nº 10	47.00	47.00	9.40	90.60	
Nº 20	121.10	168.10	33.62	66.38	
Nº 40	83.90	252.00	50.40	49.60	
Nº 70	45.00	297.00	59.40	40.60	
Nº 100	16.70	313.70	62.74	37.26	
Nº 200	19.80	333.50	66.70	33.30	
fondo	166.50	500.00	100.00	0.00	
TOTAL	500.00				
peso total antes del lavado				<u>500.00 gr.</u>	
peso total después del lavado				<u>333.50 gr.</u>	

## CLASIFICACION

Límite líquido	44	
Límite plástico	35	
Indice plástico	9	
Indice de grupo	0	
clasificación	S.U.C.S.	SM.
	A.A.S.H.O.	A-2-5.

# DIAGRAMA GRANULOMETRICO

ABERTURA DEL TAMIZ EN PULGADAS



FORMULARIO 9

- 78 -

- 115 -

Carretera: SELVA ALEGRE - MANU.	Sector: BELLAVISTA - MANU.	Abcisa: 28+605.42 0+000 en: SELVA ALEGRE.	Muestra No.: 9-2.	Dibujado por: C.J.E.
---------------------------------	----------------------------	----------------------------------------------	-------------------	----------------------

# UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

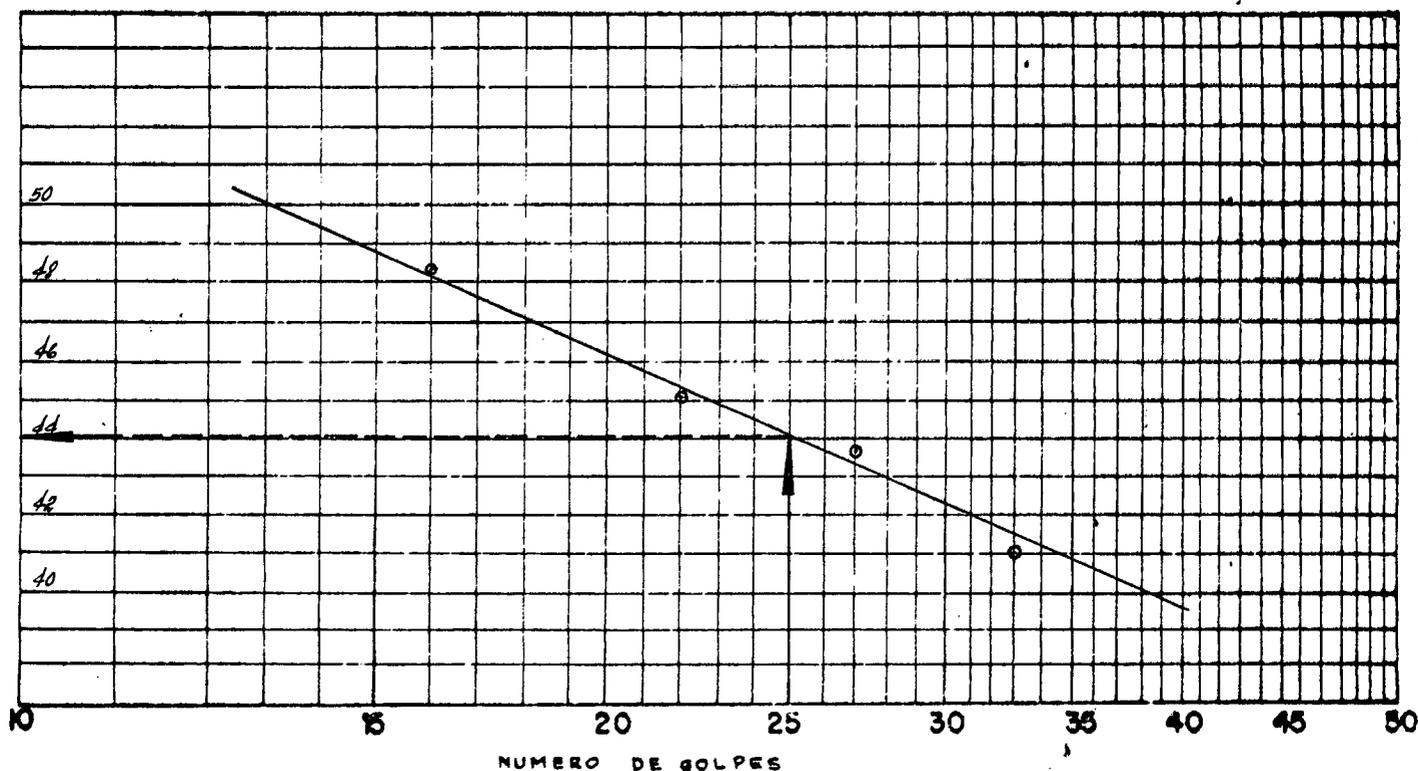
Proyecto <u>SELVA ALEGRE - MANU.</u>	Yacimiento <u>QUIB - PASANTE.</u>
Sector <u>BELLAVISTA - MANU.</u>	Fecha de recepción _____
Kilómetro <u>RR + 605.43</u>	Ensayado por <u>C.J.E.</u>
Muestra No <u>S-R.</u>	Fecha <u>MARZO/79.</u>
Profundidad <u>8.50 MTS.</u>	Calculado por <u>C.J.E.</u>

## LIMITES DE ATTERBERG

### LIMITE LIQUIDO

Tarro No.	15	11	1	26		
No. de Golpes	33	27	22	16		
M. Húmeda + tarro	38.4	38.0	36.1	37.0		
M. Seca + tarro	32.9	33.1	31.0	31.2		
Humedad	5.5	5.9	5.1	5.8		
Peso tarro	19.5	19.6	19.7	19.2		
P. Muestra Seca	13.4	13.5	11.3	12.0		
% Humedad	41.04	43.70	45.13	48.33		

### DETERMINACION GRAFICA DEL LIMITE LIQUIDO



### LIMITE PLASTICO

Tarro No.	9	31		
M. Húmeda + Tarro	25.8	24.8		
M. Seca + Tarro	24.2	23.4		
Humedad	1.6	1.4		
Peso Tarro	19.7	19.4		
Peso M. Seca	4.5	4.0		
% Humedad	35.56	35.00		

L.L. 44.05 ≈ 44  
 LP. 35.28 ≈ 35  
 I.P. 8.77 ≈ 9

UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Proyecto SELVA ALEGRE - MANU.  
 Sector BELLAVISTA - MANU.  
 Kilómetro 22 + 605.43  
 Muestra N° S-2.  
 Profundidad 2.50 MTS.

Yacimiento SUB-RASANTE.  
 Fecha de recepción \_\_\_\_\_  
 Ensayado por C.J.E.  
 Fecha ABRIL 199.  
 Calculado por C.J.E.

GRAVEDAD ESPECIFICA DEL SUELO

FRACCION QUE PASA EL TAMIZ # 4		P = 100.00 %	
picnómetro N°		2.	7
capacidad del picnómetro cc.		500	500
peso en gramos	picnómetro + muestra + agua (W <sub>1</sub> )	701.10	703.60
	picnómetro + agua a capacidad total (W <sub>2</sub> )	663.90	672.45
	recipiente + muestra seca	169.20	170.20
	recipiente	119.40	120.40
	muestra seca (W <sub>0</sub> )	49.80	49.80
temperatura de ensayo °C		20.5	20.5
gravedad específica a temperatura ensayo		2.677	2.670
factor de corrección por temperatura (k)		1.000	1.000
gravedad específica a temperatura 20°C		2.677	2.670
gravedad específica promedio (Gs)		2.674	
FRACCION RETENIDA EN EL TAMIZ # 4		R =	
peso en gramos	sumergido en agua: cesto + muestra sat. con sup. seca		
	sumergido en agua: cesto		
	sumergido en agua: muestra saturada con sup. seca		
	muestra seca (A)		
	volúmen de agua igual a la muestra seca (B)		
gravedad específica aparente			
gravedad específica aparente promedio (Ga)			
gravedad específica total		$G = \frac{100}{P/G_s + R/G_a}$	

UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Proyecto SELVA ALEGRE - MANU.  
Sector BELLAVISTA - MANU.  
Kilómetro 22+605.43  
Muestra N° S-2.  
Profundidad 2.50 MTS.

Yacimiento SUB-RAGANTE.  
Fecha de recepción \_\_\_\_\_  
Ensayado por C.J.E.  
Fecha MAYO /99.  
Calculado por C. JUAREZ E.

ENSAYO DE COMPACTACION

método: AASHTO T-180-D.

N° de golpes/capa: 56.

Ensayo N°		1	2	3	4	5
agua mezclada	cm <sup>3</sup>	400	500	600	700	800
volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2085	2085	2085	2085	2085
peso del molde	gr.	4265.6	4265.6	4265.6	4265.6	4265.6
peso molde + suelo húmedo	gr.	8468.0	8613.0	8831.0	8516.0	8457.0
peso suelo húmedo	gr	4202.4	4347.4	4565.4	4250.4	4191.4
densidad húmeda	gr/cm <sup>3</sup>	2.016	2.085	2.094	2.039	2.010
contenido de humedad	%	13.15	14.67	16.94	19.68	21.45
densidad seca	gr/cm <sup>3</sup>	1.782	1.818	1.791	1.704	1.655

CONTENIDO DE HUMEDAD

Ensayo N°	1		2		3		4		5		
	A	B	C	D	E	F	G	I	2	3	
tarro N°											
peso tarro	gr.	50.5	49.8	55.7	56.5	60.1	51.9	56.3	49.2	48.5	48.7
peso tarro + M. húmeda	gr.	270.9	263.0	273.2	272.0	267.5	282.9	266.9	262.3	261.5	266.6
peso tarro + M. seca	gr.	245.2	238.5	245.6	244.2	237.3	249.6	232.3	226.9	223.8	228.2
peso agua	gr.	25.7	24.7	27.6	27.8	30.2	33.3	34.6	35.4	37.7	38.4
peso M. seca	gr.	194.7	188.5	189.9	187.7	177.2	187.7	176.0	179.7	175.3	179.5
contenido de humedad	%	13.20	13.10	14.53	14.81	17.04	16.84	19.66	19.70	21.51	21.39
contenido de hum. promedio	%	13.15		14.67		16.94		19.68		21.45	

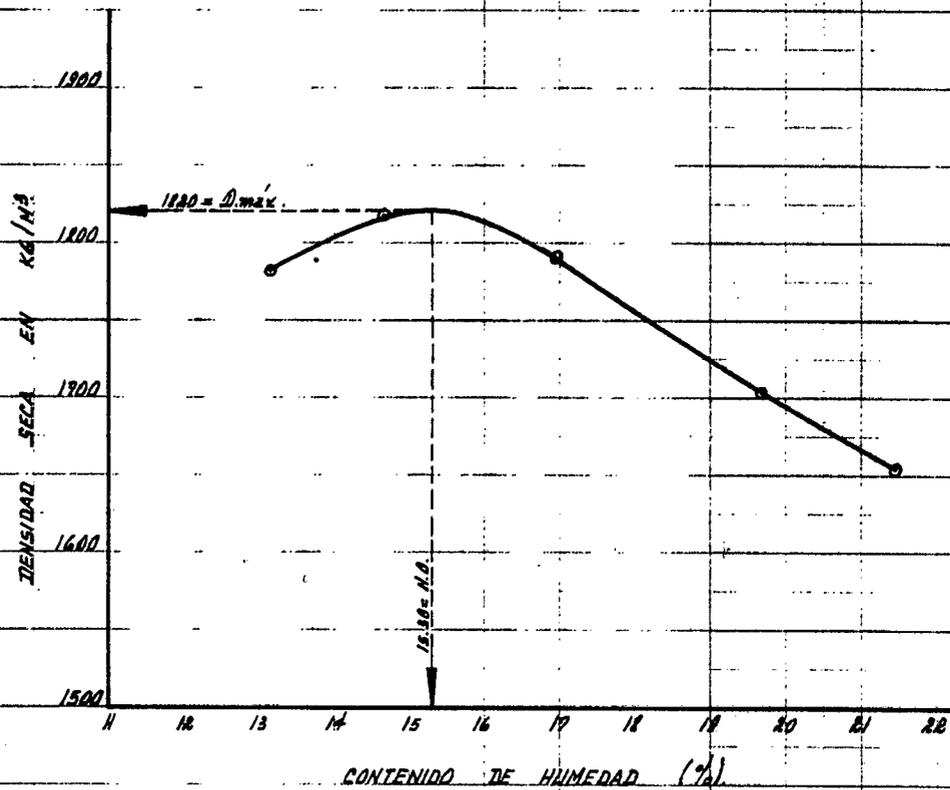
máxima densidad seca: 1.820 gr/cm<sup>3</sup>

humedad óptima: 15.30 %

CURVA DE COMPACTACION

MUESTRA : S-B.

EST : 22 + 605.43



S-B

UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Tipo de Muestra \_\_\_\_\_  
 Compactada en Laboratorio SI  
 Indisturbada \_\_\_\_\_  
 En el campo o en el sitio \_\_\_\_\_  
 Clase de suelos ARENO-LIMOSO. (S.M.)  
 Sobrecarga 10 TON.

Carretera BELLAVISTA - MANU.  
 Lugar de origen ZAR: RR+602.62  
 Muestra de SUB-PARANTE  
 Muestra No 3-2.  
 Ensayada por C. JUAREZ. E.  
 Fecha de ensayo AGOSTO 199.

ENSAYO C.B.R.

Molde No.		1.		2.		4.	
Número de capas		5.		5.		5.	
Número de golpes por capa		56		25.		12.	
		ANTES del REMOJO	DESPUES del REMOJO	ANTES del REMOJO	DESPUES del REMOJO	ANTES del REMOJO	DESPUES del REMOJO
Peso muestra húmeda + molde	Gr	11628.0	11764.0	11497.0	11657.0	11231.0	11497.0
Peso del molde	Gr	7253.0	7253.0	7264.0	7264.0	7249.0	7249.0
Peso muestra húmeda	Gr	4375.0	4511.0	4213.0	4393.0	3982.0	4248.0
Volumen de la muestra	cm. <sup>3</sup>	2085.0	2140.6	2085.0	2155.4	2085.0	2171.2
Densidad húmeda	Gr/cm. <sup>3</sup>	2.098	2.107	2.021	2.038	1.910	1.957
Densidad seca	Gr/cm. <sup>3</sup>	1.819	1.751	1.747	1.687	1.652	1.590

CONTENIDO DE AGUA

Tarro No.		65	63	76	67	30	82	82	68	83	67	81	83
P. muestra húmeda + tarro	Gr.	142.96	176.13	170.98	152.77	161.06	166.87	155.21	141.84	160.27	163.34	172.80	161.51
P. muestra seca + tarro	Gr.	127.58	155.78	145.69	136.10	142.02	146.81	138.07	122.97	141.66	150.16	149.81	138.56
Peso agua	Gr.	16.38	20.34	25.29	16.67	19.04	19.36	17.14	18.87	18.61	13.18	22.99	22.95
Peso tarro	Gr.	21.81	21.86	22.40	22.55	21.75	22.64	22.64	22.98	22.72	22.65	21.92	22.72
Peso muestra seca	Gr.	105.77	133.93	122.29	119.45	120.27	124.27	109.43	106.78	118.94	127.51	126.89	115.84
Contenido de h.	%	15.49	15.19	20.68	13.98	15.83	15.68	21.15	20.45	15.65	10.61	22.63	22.56
Contenido promedio de h.	%	15.34		20.22		15.71		20.20		15.28		22.10	
Agua absorbida	%			4.99				5.09				7.62	

# UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

ALtura DEL MOLDE 7 Pulg.  
 AREA DE PISTON 3 Pulg.<sup>2</sup>  
 N° DE GOLPES POR CAPA \_\_\_\_\_

## ENSAYO C.B.R. DATOS DE ESPONJAMIENTO

MATERIAL DE : SUB. PASANTE.  
 CARRETERA : BELLAVISTA - NANG.  
 LUGAR DE ORIGEN EST: 22+605.43  
 PROFUNDIDAD : 2.50 MTS.  
 FECHA : AGOSTO 199.

DIA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DIAS	MOLDE N° 1.				DIA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DIAS	MOLDE N° 2.				DIA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DIAS	MOLDE N° 3.			
			LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO					LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO					LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO	
					PULG.	%						PULG.	%						PULG.	%
22-VIII	4.p.m.	0	0	4.500	0.000	0.00	22-VIII	4.p.m.	0	0	4.500	0.000	0.00	22-VIII	4.p.m.	0	0	4.500	0.000	0.00
23-VIII	"	1	111	4.611	0.111	2.47	23-VIII	"	1	126	4.626	0.126	2.80	23-VIII	"	1	150	4.650	0.150	3.23
24-VIII	"	2	115	4.615	0.115	2.56	24-VIII	"	2	136	4.636	0.136	3.02	24-VIII	"	2	175	4.675	0.175	3.89
25-VIII	"	3	118	4.618	0.118	2.62	25-VIII	"	3	149	4.649	0.149	3.31	25-VIII	"	3	185	4.685	0.185	4.11
26-VIII	"	4	120	4.620	0.120	2.66	26-VIII	"	4	152	4.652	0.152	3.38	26-VIII	"	4	186	4.686	0.186	4.13
		5							5							5				
		6							6							6				
		7							7							7				

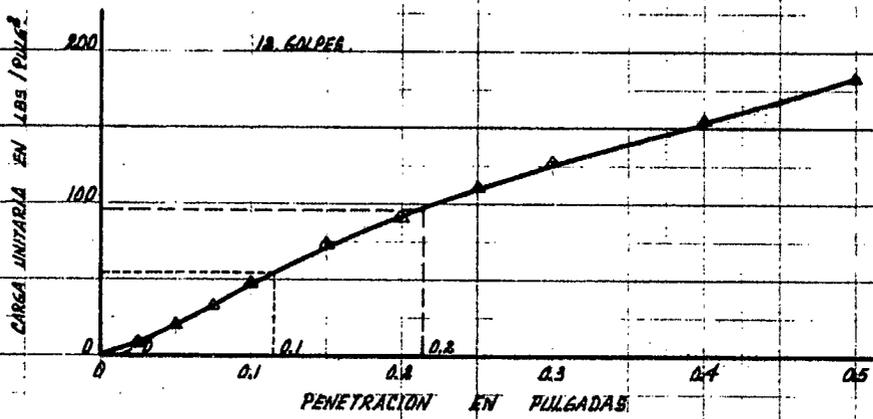
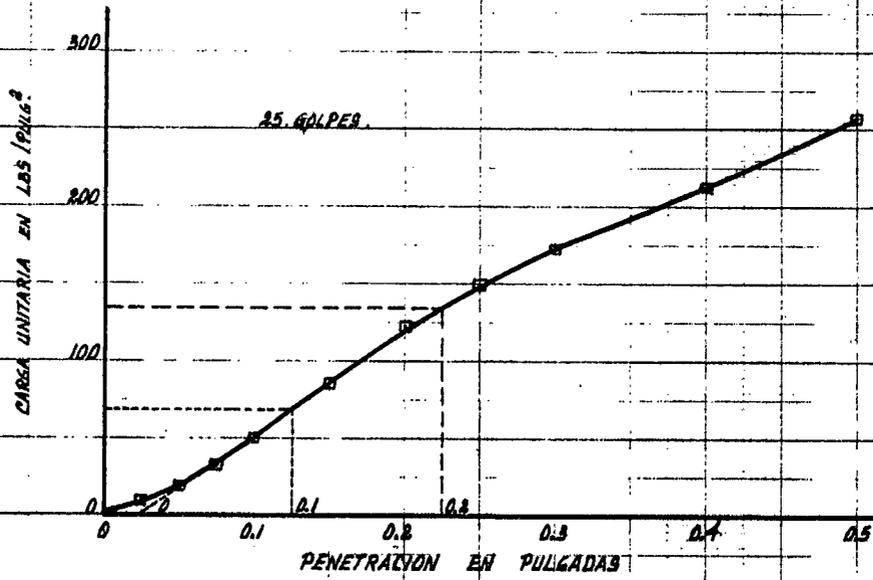
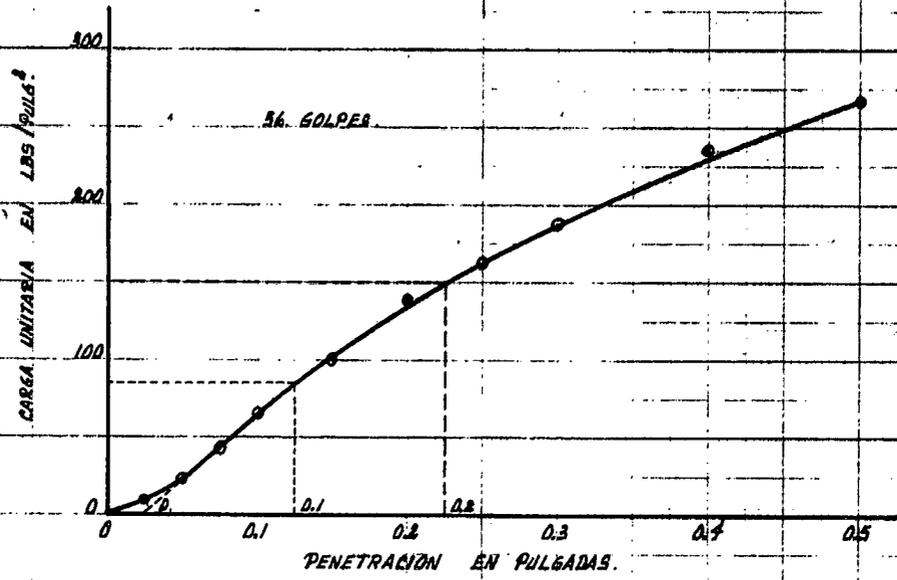
ANILLO N° 12171.  
 CONSTANTE 2.533

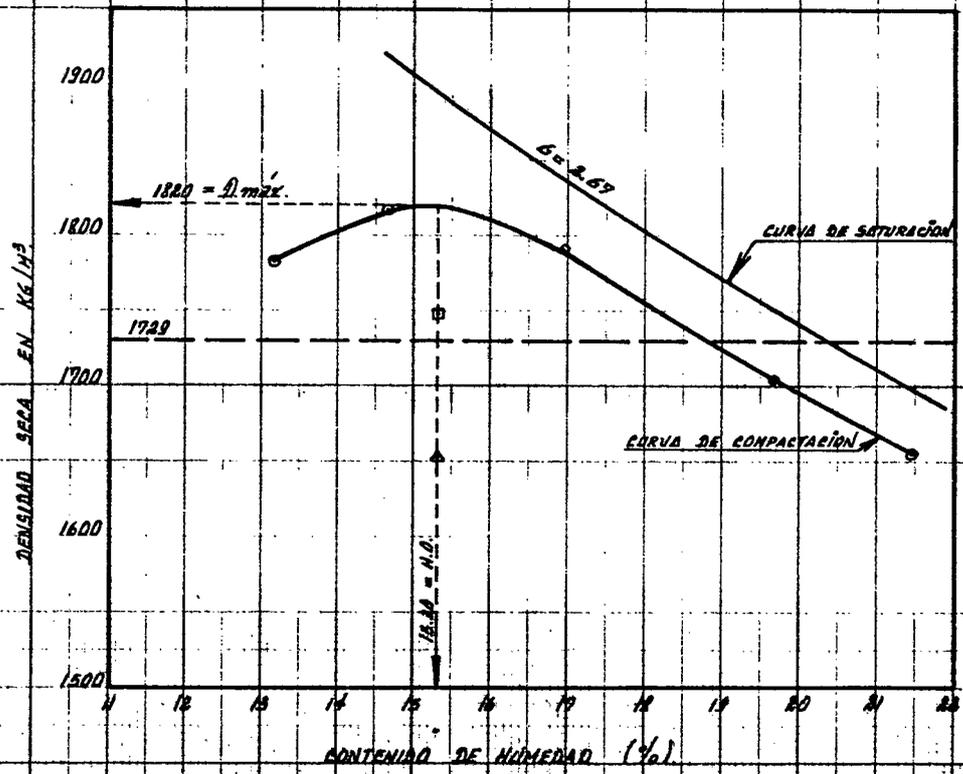
### PENETRACION

SEG	MIN	TIEMPO PENETRAC. PULSADAS	MOLDE N° 1.						MOLDE N° 2.						MOLDE N° 3.					
			CARGA		PRESIONES	PRESIONES	PRESION	VALORES	CARGA		PRESIONES	PRESIONES	PRESION	VALORES	CARGA		PRESIONES	PRESIONES	PRESION	VALORES
			DIAL	LB.	Lbs/Pulg <sup>2</sup>	CORRECCION Lbs/Pulg <sup>2</sup>	STANDAR Lbs/Pulg <sup>2</sup>	C.B.R.	DIAL	LB.	Lbs/Pulg <sup>2</sup>	CORRECCION Lbs/Pulg <sup>2</sup>	STANDAR Lbs/Pulg <sup>2</sup>	C.B.R.	DIAL	LB.	Lbs/Pulg <sup>2</sup>	CORRECCION Lbs/Pulg <sup>2</sup>	STANDAR Lbs/Pulg <sup>2</sup>	C.B.R.
		0																		
		25	4	30	10			4	30	10			3	24	8					
		50	9	62	23			8	60	20			8	60	20					
		75	17	129	49			13	99	33			13	99	33					
		100	26	198	66	85	1000	20	153	51	68	1000	19	144	48	54	1000	54.0%		
		150	40	303	101			34	258	86			29	219	73					
		200	58	417	139	150	1500	48	366	122	134	1500	36	273	91	96	1500	64.0%		
		250	64	486	162			53	447	149			44	333	111					
		300	74	561	187			68	516	172			50	381	127					
		400	93	708	236			84	639	213			61	465	155					
		500	106	804	268			102	794	258			72	546	182					

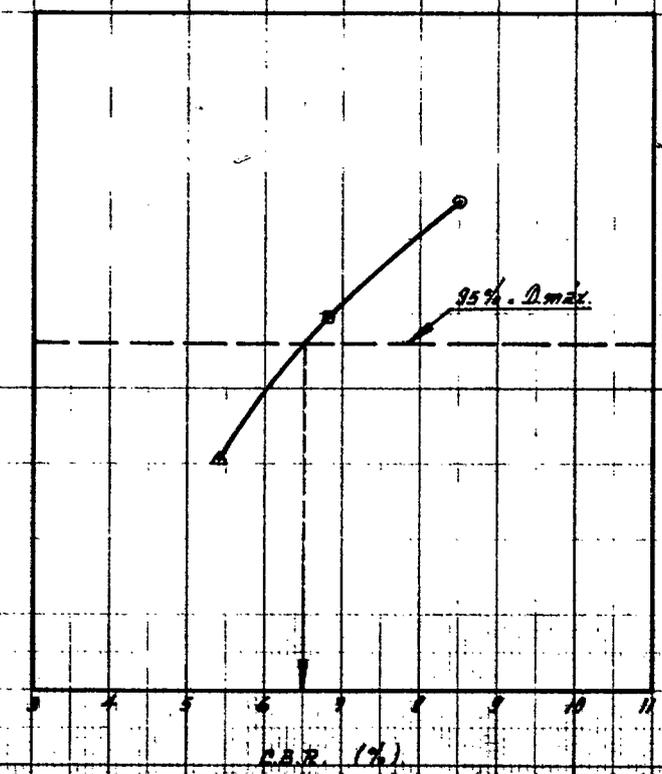
121

FORMA A110





- 56 GOLPES
- ⊙ 25 GOLPES
- △ 18 GOLPES



C.B.R. DE DISEÑO:  $6.90\% \approx 7\%$

UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Proyecto SELVA ALEGRE - MANU.  
Sector BELLAVISTA - MANU.  
Kilómetro 29+520  
Muestra N° S-3.  
Profundidad 2.00 MTS.

Yacimiento SUB-RAZANTE.  
Fecha de recepción \_\_\_\_\_  
Ensayado por C.J.E.  
Fecha FEBRERO 199.  
Calculado por C.J.E.

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

tipo de muestra	% grava	% arena	% finos	plasticidad
ALTERADA	20	60	20	MEDIANA.

fracción gruesa	tamaño máximo	10. MM.
	angulosidad	SUBREDONDA
	estado superficial	
	dureza	ALTA.
fraccion fina	resistencia seca	MEDIANA.
	reacción a la agitación	NINGUNA.
	consistencia	MEDIANA.

color	olor	observaciones	nombre típico	símbolo
CAFE AMARILLENTO			ARENA SUCIA	S.

HUMEDAD NATURAL

tarro N°	27	17			
peso tarro	18.5	19.7			
peso tarro + M. húmeda	36.5	38.2			
peso tarro + M. seca	33.2	30.6			
agua	3.3	7.6			
M. seca	69.7	70.9			humedad promedio
% humedad natural	10.47	10.72			10.60

UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Proyecto SELVA ALEGRE - MANU.  
Sector BELLAVISTA - MANU.  
Kilómetro 28 + 500.  
Muestra N° 5-3.  
Profundidad 200 MTS.

Yacimiento SUB-PARANITA.  
Fecha de recepción \_\_\_\_\_  
Ensayado por C.A.E.  
Fecha MARZO 199.  
Calculado por C.A.E.

ANALISIS GRANULOMETRICO

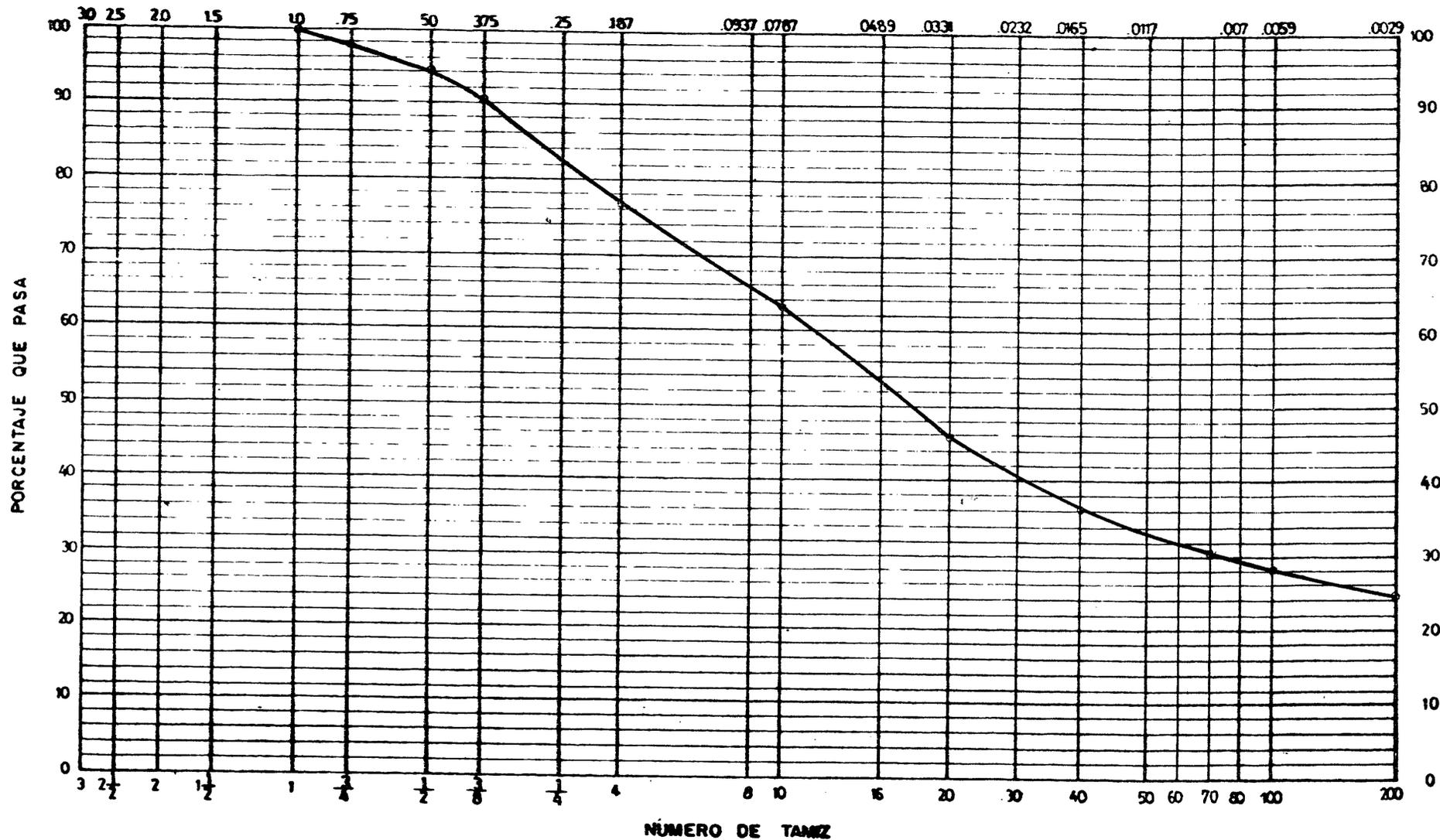
Tamiz	peso retenido parcial	peso retenido acumulado	% Retenido	% que pasa	% Especific.
3"					
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	25.20	25.20	2.52	97.48	
1/2"	31.80	57.00	5.70	94.30	
3/8"	27.20	84.20	8.42	90.58	
Nº 4	137.90	222.10	22.21	76.79	
pasa el Nº 4	767.90				
Nº 10	135.90	367.90	36.78	63.22	
Nº 20	174.00	541.80	54.18	45.82	
Nº 40	95.50	637.30	63.73	36.27	
Nº 70	56.50	693.80	69.38	30.62	
Nº 100	23.70	717.50	71.75	28.25	
Nº 200	37.30	754.80	75.48	24.52	
fondo	245.20	1000.00	100.00	0.00	
TOTAL	1000.00				
peso total antes del lavado				<u>1000.00 gr.</u>	
peso total después del lavado				<u>754.80 gr.</u>	

CLASIFICACION

Límite líquido	39	
Límite plástico	22	
Índice plástico	17	
Índice de grupo	1	
clasificación	S.U.C.S.	SC.
	A.A.S.H.O.	A-2-6.

# DIAGRAMA GRANULOMETRICO

ABERTURA DEL TAMIZ EN PULGADAS



FORMULARIO B

- 78 -

- 126 -

Carretera SELVA ALEGRE - MANU	Sector: BELLAVISTA - MANU.	Abcisa: 23+520. 0+000 en SELVA ALEGRE.	Muestra No.: 5-3.	Dibujado por: A.J.E.
-------------------------------	----------------------------	-------------------------------------------	-------------------	-------------------------

UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Proyecto SELVA ALEGRE - MANU.  
 Sector BELLAVISTA - MANU.  
 Kilómetro 23 + 520.  
 Muestra No. 5-3.  
 Profundidad 2.00 MTS.

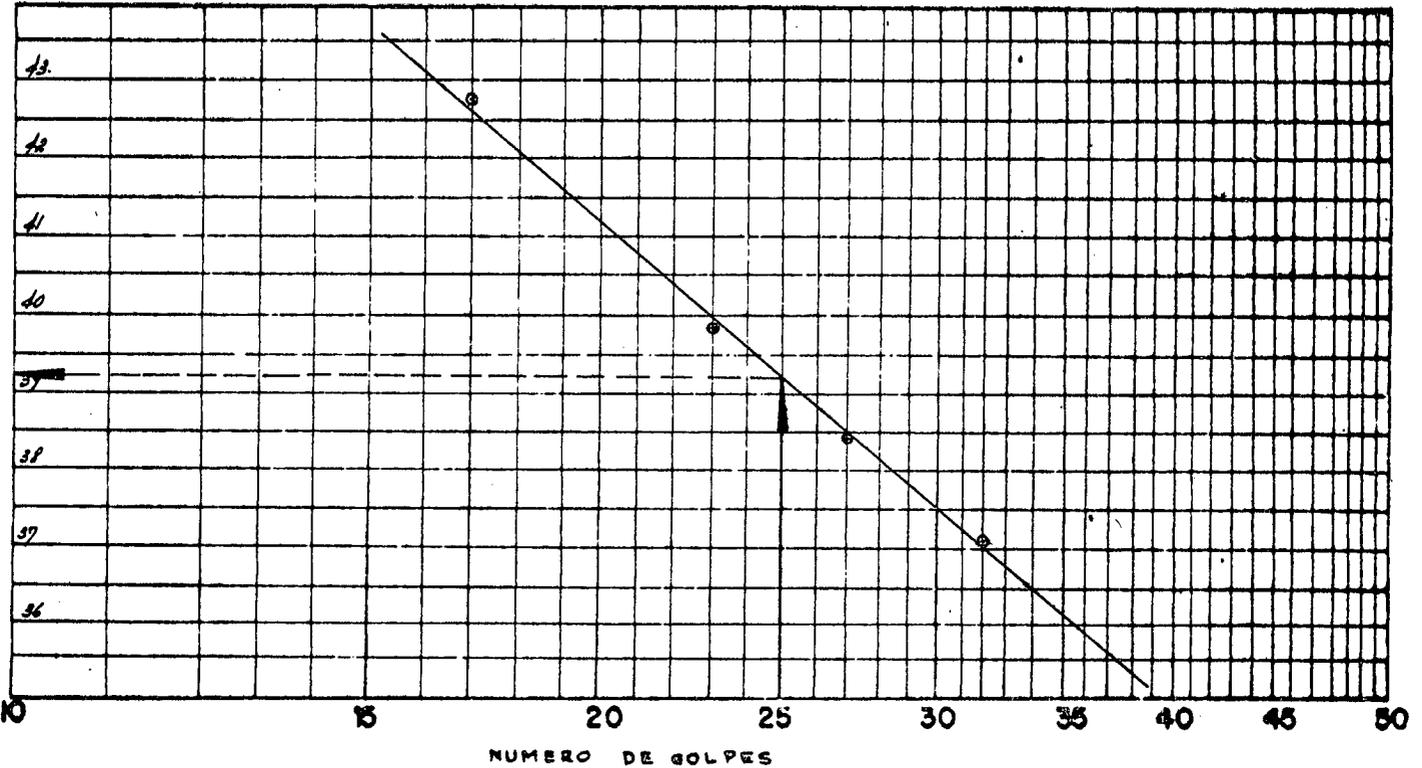
Yacimiento SUB-RASANTE.  
 Fecha de recepción \_\_\_\_\_  
 Ensayado por C.J.E.  
 Fecha Marzo 199.  
 Calculado por C.J.E.

LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO

Tarro No.	4	6	22	10		
No. de Golpes	32	27	23	17		
M. Húmeda + tarro	37.9	38.9	39.4	39.5		
M. Seca + tarro	33.0	33.6	33.7	33.6		
Humedad	4.9	5.3	5.7	5.9		
Peso tarro	19.8	19.8	19.4	19.8		
P. Muestra Seca	13.2	13.8	12.3	13.8		
% Humedad	37.12	38.41	39.86	42.75		

DETERMINACION GRAFICA DEL LIMITE LIQUIDO



LIMITE PLASTICO

Tarro No.	20	30			
M. Húmeda + Tarro	25.3	25.5			
M. Seca + Tarro	24.3	24.4			
Humedad	1.0	1.1			
Peso Tarro	19.8	19.4			
Peso M. Seca	4.5	5.0			
% Humedad	22.22	22.00			

L.L. 39.80 ≈ 39  
 L.P. 22.11 ≈ 22  
 I.P. 17.09 ≈ 17

UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Proyecto SELVA ALEGRE - MANU  
 Sector BELLAVISTA - MANU  
 Kilómetro 23 + 520  
 Muestra N° 9-3  
 Profundidad 2.00 MTS.

Yacimiento SUB-RASANTE  
 Fecha de recepción \_\_\_\_\_  
 Ensayado por C.J.E.  
 Fecha ABRIL/79  
 Calculado por C.J.E.

GRAVEDAD ESPECIFICA DEL SUELO

FRACCION QUE PASA EL TAMIZ # 4		P = 76.79 %	
picnómetro N°		2	7
capacidad del picnómetro cc.		500	500
peso en gramos	picnómetro + muestra + agua (W <sub>1</sub> )	701.20	703.60
	picnómetro + agua a capacidad total (W <sub>2</sub> )	670.00	672.55
	recipiente + muestra seca	163.00	163.80
	recipiente	113.40	120.40
	muestra seca (W <sub>0</sub> )	49.60	49.40
temperatura de ensayo °C		19.5	19.5
gravedad específica a temperatura ensayo		2.696	2.692
factor de corrección por temperatura (k)		1.000	1.000
gravedad específica a temperatura 20°C		2.696	2.692
gravedad específica promedio (Gs)		2.694	
FRACCION RETENIDA EN EL TAMIZ # 4		R = 23.21 %	
peso en gramos	sumergido en agua: cesto + muestra sat. con sup. seca	761.00	577.00
	sumergido en agua: cesto	463.00	463.00
	sumergido en agua: muestra saturada con sup. seca	298.00	114.00
	muestra seca (A)	477.30	183.10
	volúmen de agua igual a la muestra seca (B)	500.00	200.00
gravedad específica aparente		2.662	2.650
gravedad específica aparente promedio (Ga)		2.656	
gravedad específica total $G = \frac{100}{P/G_s + R/G_a}$		2.69	

UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Proyecto SELVA OLEGRE - MANU.  
Sector BELLAVISTA - MANU.  
Kilómetro 24+440  
Muestra N° 5-4.  
Profundidad 2.00 MTS.

Yacimiento SUB-RASANTE.  
Fecha de recepción \_\_\_\_\_  
Ensayado por C.J.E.  
Fecha FEBRERO / 79.  
Calculado por C.J.E.

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

tipo de muestra	% grava	% arena	% finos	plasticidad
ALTERADA	30	60	10	LIBERA.

fracción gruesa	tamaño máximo	10 MM.
	angulosidad	SUBREDONDA
	estado superficial	
	dureza	ALTA.
fracción fina	resistencia seca	MEDIANA.
	reacción a la agitación	LENTA.
	consistencia	MEDIANA.

color	olor	observaciones	nombre típico	símbolo
CAFE CLARO			ARENA SUCIA	S.

HUMEDAD NATURAL

tarro N°	28	21			
peso tarro	19.5	19.3			
peso tarro + M. húmeda	104.4	100.3			
peso tarro + M. seca	95.8	92.2			
agua	8.6	8.1			
M. seca	76.3	72.9			humedad promedio
% humedad natural	11.27	11.11			11.19

UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Proyecto SELVA ALEGRE - MANU  
 Sector BELLAVISTA - MANU  
 Kilómetro 24+440  
 Muestra N° 5-4  
 Profundidad 200 MTS.

Yacimiento SUB-RASANTE  
 Fecha de recepción \_\_\_\_\_  
 Ensayado por C.J.E.  
 Fecha Marzo 199.  
 Calculado por C.J.E.

ANALISIS GRANULOMETRICO

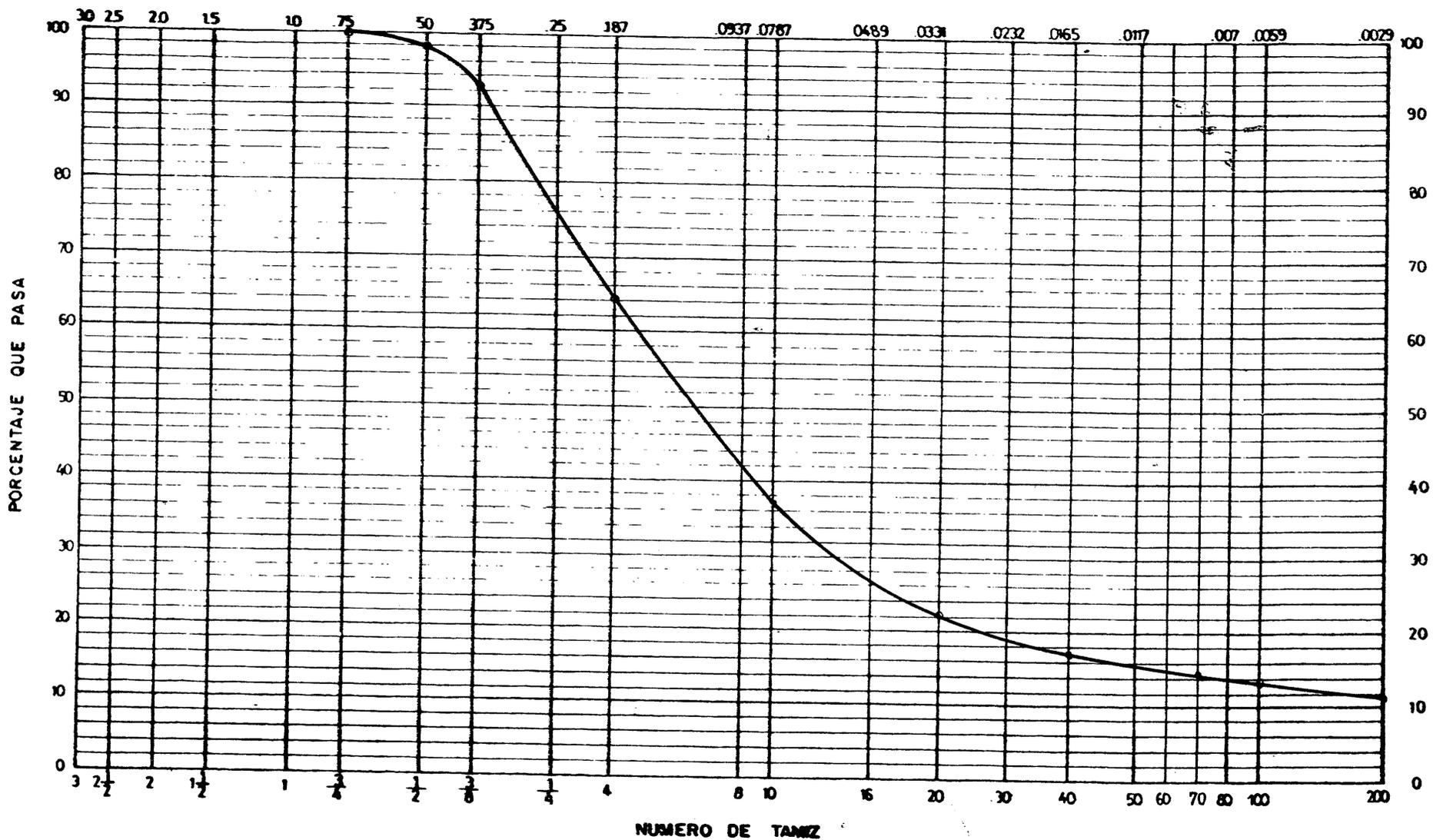
Tamiz	peso retenido parcial	peso retenido acumulado	% Retenido	% que pasa	% Especific.
3"					
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"					
3/4"	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	80.30	80.30	8.03	91.97	
3/8"	53.80	134.10	13.41	86.59	
Nº 4	283.80	357.90	35.79	64.21	
pasa el Nº 4	642.10				
Nº 10	274.20	632.10	63.21	36.79	
Nº 20	144.20	776.30	77.63	22.37	
Nº 40	52.10	828.40	82.84	17.16	
Nº 70	25.40	853.80	85.38	14.62	
Nº 100	11.40	865.20	86.52	13.48	
Nº 200	19.40	884.60	88.46	11.54	
fondo	115.40	1000.00	100.00	0.00	
TOTAL	1000.00				
peso total antes del lavado				<u>1000.00 gr.</u>	
peso total después del lavado				<u>884.60 gr.</u>	

CLASIFICACION

Límite líquido	38	
Límite plástico	24	
Indice plástico	14	
Indice de grupo	0.	
clasificación	S.U.C.S.	SP-SC.
	A.A.S.H.O.	A-2-6.

# DIAGRAMA GRANULOMETRICO

ABERTURA DEL TAMIZ EN PULGADAS



FORMULARIO 8

- 78 -

- 131 -

Carrero: SELVA ALEGRE - MANU.

Sector: BELLAVISTA - MANU.

Abcisa: 24440.

0+000 en SELVA ALEGRE.

Muestra No.: 9-4.

Dibujado por: C.J.E.

# UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

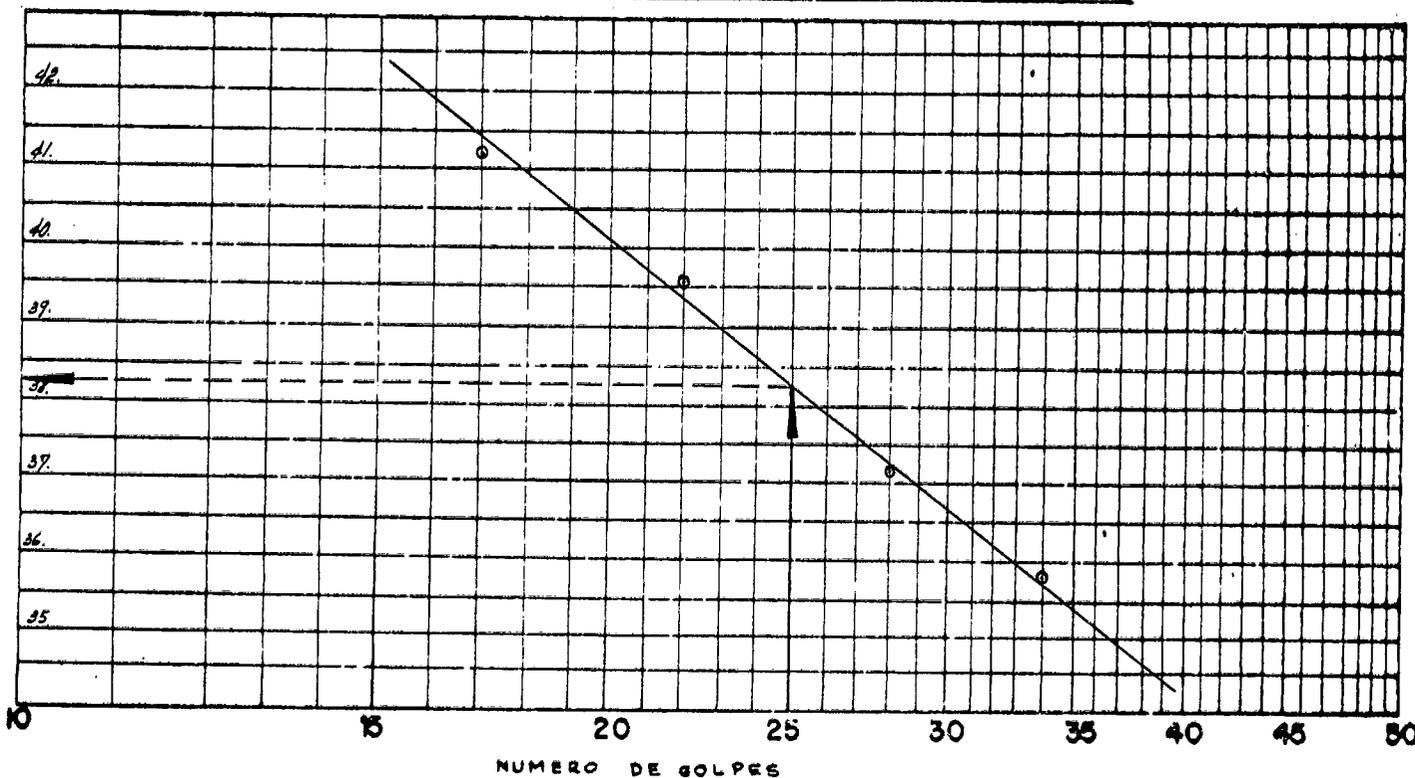
Proyecto <u>SELVA ALEGRE - MANU.</u>	Yacimiento <u>SUR-RASANTE.</u>
Sector <u>BELLAVISTA - MANU.</u>	Fecha de recepción _____
Kilómetro <u>2d+440.</u>	Ensayado por <u>C.J.E.</u>
Muestra No <u>S-4.</u>	Fecha <u>MARZO 199.</u>
Profundidad <u>2.00 MTS.</u>	Calculado por <u>C.J.E.</u>

## LIMITES DE ATTERBERG

### LIMITE LIQUIDO

Tarro No.	26	25	11	1
No. de Golpes	34	28	22	17
M. Húmeda + tarro	37.8	38.1	39.1	41.3
M. Seca + tarro	32.9	32.9	33.6	35.0
Humedad	4.9	5.2	5.5	6.3
Peso tarro	19.2	18.9	19.7	19.7
P. Muestra Seca	13.7	14.0	13.9	15.3
% Humedad	35.77	37.14	39.57	41.18

### DETERMINACION GRAFICA DEL LIMITE LIQUIDO



### LIMITE PLASTICO

Tarro No.	6	31
M. Húmeda + Tarro	25.4	25.6
M. Seca + Tarro	24.3	24.4
Humedad	1.1	1.2
Peso Tarro	19.8	19.4
Peso M. Seca	4.5	5.0
% Humedad	24.44	24.00

L.L. 38.25 ± 38.  
 L.P. 24.22 ± 24.  
 I.P. 14.03 ± 14.

UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Proyecto SELVA ALEGRE - MANU.  
 Sector BELLAVISTA - MANU.  
 Kilómetro 24+440.  
 Muestra N° 3-4.  
 Profundidad 2.00 MTS.

Yacimiento SUB-RASANTE.  
 Fecha de recepción \_\_\_\_\_  
 Ensayado por C.J.E.  
 Fecha ABRIL / 79.  
 Calculado por C.J.E.

GRAVEDAD ESPECIFICA DEL SUELO

FRACCION QUE PASA EL TAMIZ # 4		P = 64.21%	
picnómetro N°		2	7
capacidad del picnómetro cc.		500	500
peso en gramos	picnómetro + muestra + agua (W <sub>1</sub> )	701.40	703.80
	picnómetro + agua a capacidad total (W <sub>2</sub> )	669.85	672.40
	recipiente + muestra seca	169.30	170.20
	recipiente	119.40	120.40
	muestra seca (W <sub>0</sub> )	49.90	49.80
temperatura de ensayo °C		21.0	21.0
gravedad específica a temperatura ensayo		2.719	2.707
factor de corrección por temperatura (k)		1.000	1.000
gravedad específica a temperatura 20°C		2.719	2.707
gravedad específica promedio (Gs)		2.713	
FRACCION RETENIDA EN EL TAMIZ # 4		R = 35.79%	
peso en gramos	sumergido en agua: cesto + muestra sat. con sup. seca	745.00	632.00
	sumergido en agua: cesto	463.00	463.00
	sumergido en agua: muestra saturada con sup. seca	282.00	169.00
	muestra seca (A)	451.50	271.00
	volúmen de agua igual a la muestra seca (B)	500.00	300.00
gravedad específica aparente		2.664	2.657
gravedad específica aparente promedio (Ga)		2.661	
gravedad específica total $G = \frac{100}{P/Gs + R/Ga}$		2.69.	

UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Proyecto SELVA ALEGRE - MANU.  
Sector BELLAVISTA - MANU.  
Kilómetro 24+440.  
Muestra N° 5-4.  
Profundidad 2.00 MTS.

Yacimiento SUB-RASANTE.  
Fecha de recepción \_\_\_\_\_  
Ensayado por C.J.E.  
Fecha Mayo 199.  
Calculado por C. JUAREZ. E.

ENSAYO DE COMPACTACION

método: AASHO T-180 - D.

N° de golpes/capa: 56.

Ensayo N°	1	2	3	4	5
agua mezclada cm <sup>3</sup>	175	250	350	450	550
volumen del molde cm <sup>3</sup>	2085	2085	2085	2085	2085
peso del molde gr.	4265.6	4265.6	4265.6	4265.6	4265.6
peso molde + suelo húmedo gr.	8596.0	8807.0	8846.0	8809.0	8704.0
peso suelo húmedo gr	4330.4	4541.4	4580.4	4543.4	4438.4
densidad húmeda gr/cm <sup>3</sup>	2.077	2.178	2.197	2.179	2.129
contenido de humedad %	8.69	11.20	13.62	15.52	17.49
densidad seca gr/cm <sup>3</sup>	1.911	1.959	1.934	1.886	1.812

CONTENIDO DE HUMEDAD

Ensayo N°	1		2		3		4		5	
	R	S	A	B	C.	D.	E.	F	G.	I
peso tarro gr.	48.5	48.7	50.5	48.8	55.7	56.5	60.1	51.9	56.3	48.2
peso tarro + M. húmeda gr.	298.6	301.5	270.9	279.9	271.3	276.4	256.3	266.7	275.6	265.2
peso tarro + M. seca gr.	278.5	281.4	249.0	256.4	245.4	250.1	229.9	237.9	242.7	233.0
peso agua gr.	20.1	20.1	21.9	23.5	25.9	26.3	26.4	28.8	32.9	32.2
peso M. seca gr.	230.0	232.7	198.5	206.6	189.7	193.6	169.8	186.0	186.4	185.8
contenido de humedad %	8.74	8.64	11.03	11.37	13.65	13.58	15.55	15.48	17.65	17.33
contenido de hum. promedio %	8.69		11.20		13.62		15.52		17.49	

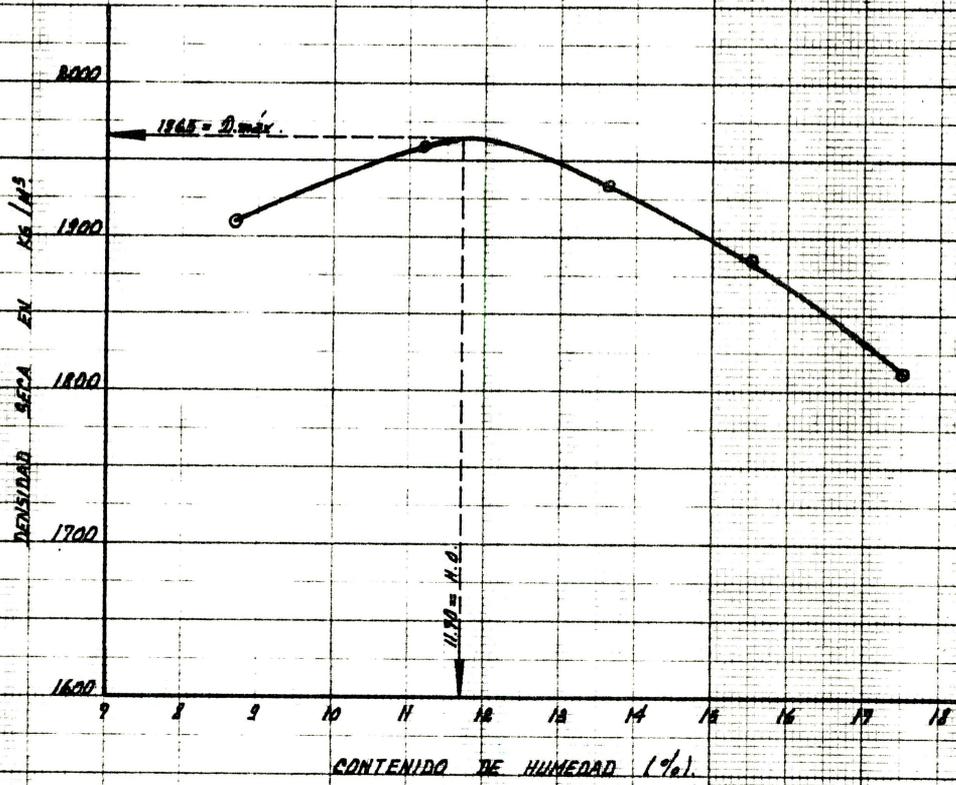
máxima densidad seca: 1.965 gr/cm<sup>3</sup>.

humedad óptima: 11.70 %.

CURVA DE COMPACTACION

MUESTRA: S-4.

EST: 24+140.



**UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA**  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Tipo de Muestra \_\_\_\_\_  
 Compactada en Laboratorio si  
 Indisturbada \_\_\_\_\_  
 En el campo o en el sitio \_\_\_\_\_  
 Clase de suelos ARENA - Arcilloso. (Sc.)  
 Sobrecarga 10 lbs.

Carretera BELLAVISTA - MANU.  
 Lugar de origen Est: 24+440.  
 Muestra de 9A - RESANTE.  
 Muestra No 5-5.  
 Ensayada por R. JUARES. E.  
 Fecha de ensayo Julio 199.

ENSAYO C.B.R.

Molde No.		1.	2.	3.			
Número de capas		5.	5.	5.			
Número de golpes por capa		56.	56.	56.			
		ANTES del REMOJO	DESPUES del REMOJO	ANTES del REMOJO	DESPUES del REMOJO	ANTES del REMOJO	DESPUES del REMOJO
Peso muestra húmeda + molde	Gr.	11516.0	11812.0	11644.0	11826.0	11811.0	11836.0
Peso del molde	Gr.	7264.0	7264.0	7256.0	7255.0	7251.0	7251.0
Peso muestra húmeda	Gr.	4252.0	4548.0	4388.0	4571.0	4560.0	4585.0
Volumen de la muestra	cm. <sup>3</sup>	2085.0	2148.9	2085.0	2121.1	2085.0	2090.6
Densidad húmeda	Gr/cm. <sup>3</sup>	2.039	2.122	2.105	2.160	2.187	2.193
Densidad seca	Gr/cm. <sup>3</sup>	1.885	1.819	1.923	1.878	1.922	1.910

CONTENIDO DE AGUA

Tarro No.		G	L	A	B	2	3	C	D.	G	L	B	A
P. muestra húmeda + tarro	Gr.	229.5	215.6	226.3	223.9	211.6	212.5	222.2	225.8	224.9	222.1	226.4	227.8
P. muestra seca + tarro	Gr.	220.1	223.8	229.9	220.8	227.9	220.6	223.9	226.1	225.8	222.0	224.2	223.2
Peso agua	Gr.	12.4	12.8	26.4	23.6	23.7	21.9	32.3	23.7	22.1	32.1	32.2	22.1
Peso tarro	Gr.	56.3	47.2	50.5	49.8	48.5	48.7	52.7	56.5	56.8	47.2	49.8	52.8
Peso muestra seca	Gr.	222.8	246.6	223.4	210.5	222.4	241.9	224.2	229.6	223.5	220.8	214.4	192.7
Contenido de h.	%	5.50	5.03	17.38	16.36	9.90	9.05	15.22	14.17	13.89	16.63	15.02	14.65
Contenido promedio de h.	%	9.17		16.67		9.48		16.00		13.76		14.84	
Agua absorbida	%			8.50				5.52				1.08	

# UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

ALtura DEL MOLDE 7 Pulg.  
 AREA DE PISTON 2 Pulg.<sup>2</sup>  
 Nº DE GOLPES POR CAPA 56.

## ENSAYO C.B.R. DATOS DE ESPONJAMIENTO

MATERIAL DE : QUIB-RASANTE.  
 CARRETERA : BELLAVISTA-MANU.  
 LUGAR DE ORIGEN Est. 84+440.  
 PROFUNDIDAD : 2.00 MTS.  
 FECHA : JULIO 199.

DIA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DIAS	MOLDE Nº 1.				DIA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DIAS	MOLDE Nº 2.				DIA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DIAS	MOLDE Nº 3.			
			LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO					LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO					LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO	
					PULG.	%						PULG.	%						PULG.	%
4-VII	10 27m	0	435	4.500	0.000	0.00	4-VII	10 27m	0	665	4.500	0.000	0.00	9-VII	11 27m	0	423	4.500	0.000	0.00
5-VII	"	1	553	4.618	0.118	2.68	5-VII	"	1	731	4.566	0.066	1.47	10-VII	"	1	441	4.508	0.008	0.18
6-VII	"	2	557	4.622	0.122	2.71	6-VII	"	2	738	4.573	0.073	1.62	11-VII	"	2	444	4.511	0.011	0.24
7-VII	"	3	560	4.625	0.125	2.78	7-VII	"	3	741	4.576	0.076	1.69	12-VII	"	3	445	4.512	0.012	0.27
8-VII	"	4	560	4.625	0.125	2.78	8-VII	"	4	743	4.578	0.078	1.73	13-VII	"	4	445	4.512	0.012	0.27
		5													5					
		6													6					
		7													7					

ANILLO Nº: \_\_\_\_\_  
 CONSTANTE = \_\_\_\_\_

### PENETRACION

TIEMPO		PENETRAC. PULADAS	MOLDE Nº 1.					MOLDE Nº 2.					MOLDE Nº 3.							
SEG	MIN		CARGA		PRESIONES	PRESIONES	PRESION	VALORES	CARGA		PRESIONES	PRESIONES	PRESION	VALORES	CARGA		PRESIONES	PRESIONES	PRESION	VALORES
			DIAL	LBG.	Lbs/Pulg <sup>2</sup>	CORRECCION Lbs/Pulg <sup>2</sup>	STANDAR Lbs/Pulg <sup>2</sup>	C.B.R.	DIAL	LBG.	Lbs/Pulg <sup>2</sup>	CORRECCION Lbs/Pulg <sup>2</sup>	STANDAR Lbs/Pulg <sup>2</sup>	C.B.R.	DIAL	LBG.	Lbs/Pulg <sup>2</sup>	CORRECCION Lbs/Pulg <sup>2</sup>	STANDAR Lbs/Pulg <sup>2</sup>	C.B.R.
		0																		
		25		130		60														
		50		370		123				230		97			300		100			
		75		550		183				560		187			560		187			
		100		710		287		287	1000	880		293		940		313				
		150		990		330				1190		397		1230		430		1000	47.00%	
		200		1180		393		400	1500	1620		540		1340		647		1500	54.00%	
		250		1430		477				1830		643		2480		807		810	1500	
		300		1600		533				2180		727		2760		980				
		400		1940		647				2380		793		3060		1080				
		500		2190		780				2670		890		3480		1143				
										2950		983		3720		1240				

137

PUNTO 199

UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Tipo de Muestra \_\_\_\_\_  
 Compactada en Laboratorio 37  
 Indisturbada \_\_\_\_\_  
 En el campo o en el sitio \_\_\_\_\_  
 Clase de suelos ARENO- Arcilloso. (SC).  
 Sobrecarga 10. LBS.

Carretera BELLAVISTA - MANU.  
 Lugar de origen EST: 24 + 440.  
 Muestra de SUB- RASANTE.  
 Muestra No 3-4.  
 Ensayada por C. JUAREZ. F.  
 Fecha de ensayo Julio 199.

ENSAYO C.B.R.

Molde No.		4.		5.		
Número de capas		5.		5.		
Número de golpes por capa		56.		56.		
		ANTES del REMOJO	DESPUES del REMOJO	ANTES del REMOJO	DESPUES del REMOJO	ANTES del REMOJO
Peso muestra húmeda + molde	Gr	11873.0	11876.0	11686.0	11689.0	
Peso del molde	Gr	7342.0	7342.0	7255.0	7255.0	
Peso muestra húmeda	Gr	4531.0	4534.0	4431.0	4434.0	
Volumen de la muestra	cm. <sup>3</sup>	2085.0	2087.3	2085.0	2088.7	
Densidad húmeda	Gr/cm. <sup>3</sup>	2.173	2.172	2.125	2.123	
Densidad seca	Gr/cm. <sup>3</sup>	1.891	1.881	1.799	1.783	

CONTENIDO DE AGUA

Tarro No.		3	2	1	2	7C	84	65	63				
P. muestra húmeda + tarro	Gr.	301.7	302.8	292.1	295.1	158.68	156.89	145.49	133.64				
P. muestra seca + tarro	Gr.	268.6	270.1	260.6	263.0	137.64	136.61	125.92	120.58				
Peso agua	Gr.	33.1	32.7	31.5	32.1	21.04	20.28	19.57	13.06				
Peso tarro	Gr.	48.9	48.5	55.7	56.5	23.40	22.44	21.78	21.85				
Peso muestra seca	Gr.	219.9	221.6	204.9	206.5	114.24	114.17	104.14	98.68				
Contenido de h.	%	15.05	14.91	15.37	15.54	18.42	17.76	18.79	13.39				
Contenido promedio de h.	%	14.91		15.46		18.09		18.08					
Agua absorbida	%			0.55				1.00					

# UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

ALtura DEL MOLDE 9 Pulg.  
 AREA DE PISTON 9 Pulg.<sup>2</sup>  
 N° DE GOLPES POR CAPA 56

## ENSAYO C.B.R. DATOS DE ESPONJAMIENTO

MATERIAL DE : CUR-PASANTE.  
 CARRETERA : BELLAVISTA-MANU.  
 LUGAR DE ORIGEN EST: 24+440.  
 PROFUNDIDAD : 2.00 MTS.  
 FECHA : Julio 199.

DIA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DIAS	MOLDE N° 4				DIA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DIAS	MOLDE N° 5				DIA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DIAS	MOLDE N°			
			LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO					LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO					LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO	
					PULG.	%						PULG.	%						PULG.	%
9-VII	11am	0	694	4.500	0.000	0.00	24-VII	4pm	0	480	4.500	0.000	0.00			0				
10-VII	"	1	697	4.503	0.003	0.07	25-VII	"	1	435	4.505	0.005	0.11			1				
11-VII	"	2	698	4.504	0.004	0.09	26-VII	"	2	435	4.505	0.005	0.11			2				
12-VII	"	3	698	4.504	0.004	0.09	27-VII	"	3	437	4.507	0.007	0.16			3				
13-VII	"	4	699	4.505	0.005	0.11	28-VII	"	4	438	4.508	0.008	0.18			4				
		5							5							5				
		6							6							6				
		7							7							7				

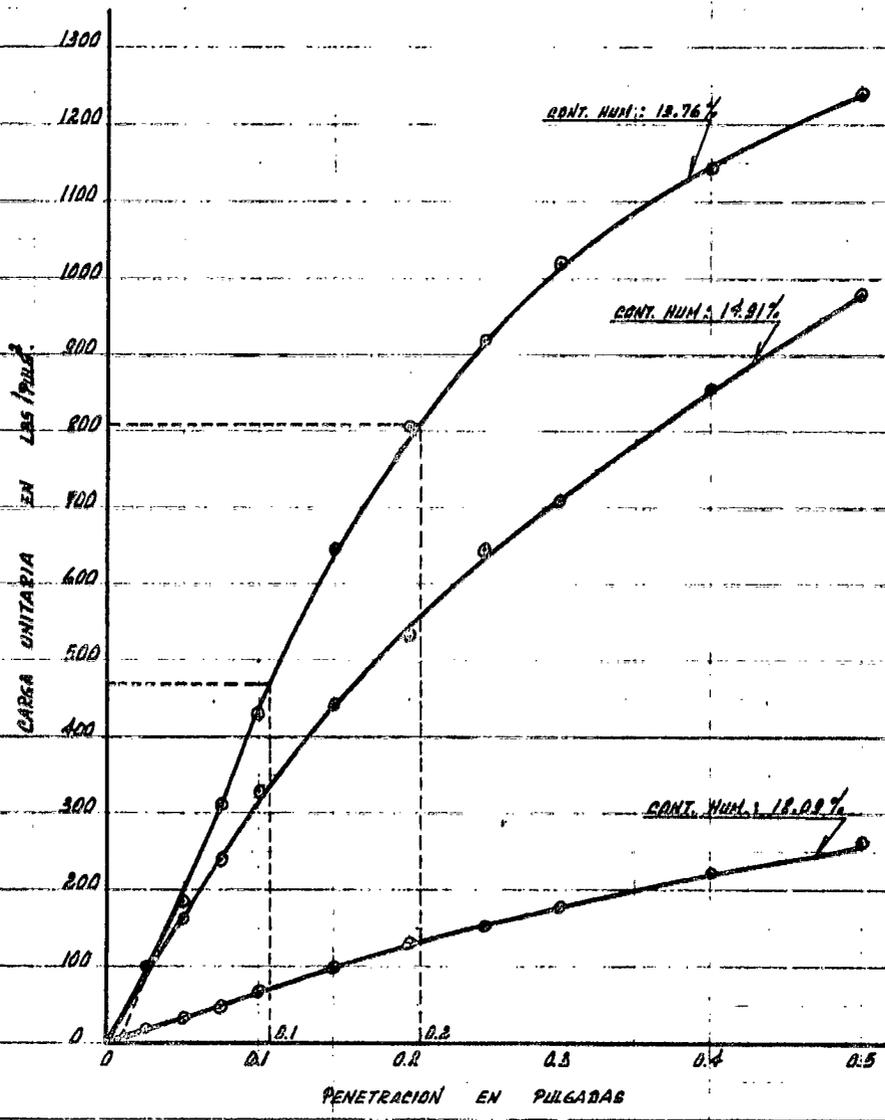
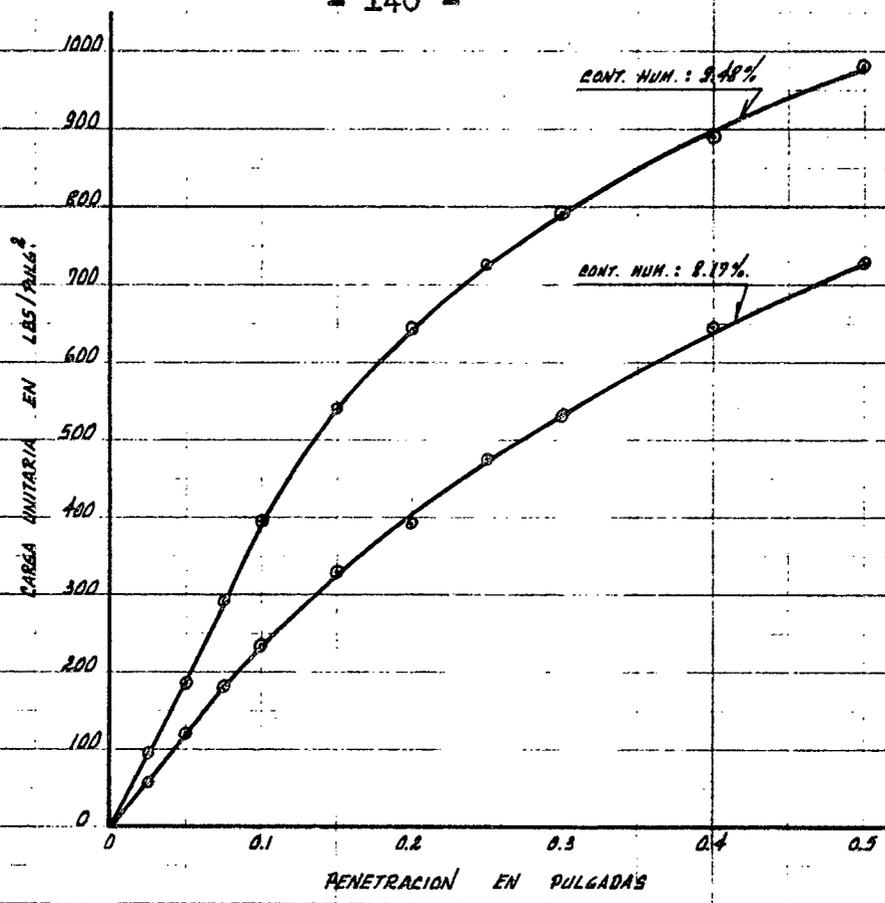
ANILLO N°: \_\_\_\_\_  
 CONSTANTE = \_\_\_\_\_

### PENETRACION

SEG	MIN	TIEMPO PENETRAC. PULGADAS	MOLDE N° 4						MOLDE N° 5						MOLDE N°					
			CARGA		PRESIONES	PRESIONES	PRESION	VALORES	CARGA		PRESIONES	PRESIONES	PRESION	VALORES	CARGA		PRESIONES	PRESIONES	PRESION	VALORES
			DIAL	LIB.	Lbs/Pulg <sup>2</sup>	CORRECCION Lbs/Pulg <sup>2</sup>	STANDAR Lbs/Pulg <sup>2</sup>	C.B.R.	DIAL	LIB.	Lbs/Pulg <sup>2</sup>	CORRECCION Lbs/Pulg <sup>2</sup>	STANDAR Lbs/Pulg <sup>2</sup>	C.B.R.	DIAL	LIB.	Lbs/Pulg <sup>2</sup>	CORRECCION Lbs/Pulg <sup>2</sup>	STANDAR Lbs/Pulg <sup>2</sup>	C.B.R.
		0																		
		25		300	100					60	20									
		50		430	163					100	33									
		75		720	240					140	27									
		100		990	330	330	1000	33.00%		200	67	70	1000	7.00%						
		150		1330	443					280	97									
		200		1600	533	540	1500	36.00%		390	130	132	1500	8.80%						
		250		1940	649					460	153									
		300		2130	710					530	177									
		400		2670	857					660	220									
		500		2940	980					790	263									

- 139 -

FORMULARIO 9



UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Tipo de Muestra \_\_\_\_\_  
 Compactada en Laboratorio SI  
 Indisturbada \_\_\_\_\_  
 En el campo o en el sitio \_\_\_\_\_  
 Clase de suelos ARENO-ARCILLOSO. (SC).  
 Sobrecarga 10. LBS.

Carretera BELLAVISTA - MANU.  
 Lugar de origen EST. 24+840.  
 Muestra de GUB. PASANTE.  
 Muestra No 9-4.  
 Ensayada por C. JUAREZ. E.  
 Fecha de ensayo JULIO 199.

ENSAYO C.B.R.

Molde No.	2.		1.		4.	
	5.		5.		5.	
Número de capas	25.		25.		25.	
Número de golpes por capa	25.		25.		25.	
	ANTES del REMOJO	DESPUES del REMOJO	ANTES del REMOJO	DESPUES del REMOJO	ANTES del REMOJO	DESPUES del REMOJO
Peso muestra húmeda + molde Gr	11266.0	11577.0	11392.0	11619.0	11574.0	11676.0
Peso del molde Gr	7264.0	7264.0	7253.0	7253.0	7249.0	7249.0
Peso muestra húmeda Gr	4002.0	4313.0	4139.0	4366.0	4325.0	4427.0
Volumen de la muestra cm. <sup>3</sup>	2085.0	2090.6	2085.0	2092.4	2085.0	2092.4
Densidad húmeda Gr/cm. <sup>3</sup>	1.919	2.063	1.985	2.087	2.074	2.116
Densidad seca Gr/cm. <sup>3</sup>	1.751	1.704	1.788	1.750	1.842	1.803

CONTENIDO DE AGUA

Tarro No.	68	83	68	83	68	68	63	68	30	83	30	83
P. muestra húmeda + tarro Gr.	171.38	158.31	151.30	151.60	155.14	152.92	156.06	144.32	142.76	150.48	144.85	159.77
P. muestra seca + tarro Gr.	152.09	146.65	128.41	129.72	141.80	140.13	117.54	125.29	104.33	126.43	126.35	133.89
Peso agua Gr.	13.29	11.66	22.89	21.82	13.34	12.79	18.52	19.63	14.43	14.05	12.50	19.88
Peso tarro Gr.	22.91	22.72	22.91	22.72	21.84	22.91	21.84	22.91	21.75	22.72	21.75	22.72
Peso muestra seca Gr.	135.18	123.93	105.50	107.06	119.96	117.22	95.70	102.82	112.58	113.71	104.60	117.17
Contenido de h. %	9.83	9.41	21.70	20.33	11.12	10.91	19.35	19.17	12.82	12.36	12.63	16.97
Contenido promedio de h. %	9.62		21.04		11.02		19.26		12.59		12.83	
Agua absorbida %			11.42				8.24				4.74	

# UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

ALtura del molde 7 Pulg.  
 Area de piston 3 Pulg.<sup>2</sup>  
 Nº de golpes por capa 25.

## ENSAYO C.B.R. DATOS DE ESPONJAMIENTO

MATERIAL DE : Sub-Rosante.  
 CARRETERA : Bellavista-Mand.  
 LUGAR DE ORIGEN Est: 24+440.  
 PROFUNDIDAD : 8.00 MTS.  
 FECHA : Julio 79.

DIA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DIAS	MOLDE Nº 2.				DIA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DIAS	MOLDE Nº 1.				DIA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DIAS	MOLDE Nº 4.			
			LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO					LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO					LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO	
					PULG.	%						PULG.	%						PULG.	%
24-VII	4 p.m.	0	0	4.500	0.000	0.00	30-VII	5 p.m.	0	0	4.500	0.000	0.00	30-VII	5 p.m.	0	0	4.500	0.000	0.00
25-VII	"	1	27	4.527	0.027	0.60	31-VII	"	1	14	4.514	0.014	0.31	31-VII	"	1	4	4.504	0.004	0.09
26-VII	"	2	36	4.536	0.036	0.80	1-VIII	"	2	15	4.515	0.015	0.33	1-VIII	"	2	6	4.506	0.006	0.13
27-VII	"	3	37	4.537	0.037	0.82	2-VIII	"	3	16	4.516	0.016	0.36	2-VIII	"	3	13	4.513	0.013	0.29
28-VII	"	4	38	4.538	0.038	0.84	3-VIII	"	4	16	4.516	0.016	0.36	3-VIII	"	4	16	4.516	0.016	0.36
		5							5							5				
		6							6							6				
		7							7							7				

ANILLO Nº: 12171.  
 CONSTANTE = 8.533

### PENETRACION

TIEMPO SEG	MIN	PENETRAC. PULGADAS	MOLDE Nº 2.						MOLDE Nº 1.						MOLDE Nº 4.					
			CARGA		PRESIONES	PRESIONES	PRESION	VALORES	CARGA		PRESIONES	PRESIONES	PRESION	VALORES	CARGA		PRESIONES	PRESIONES	PRESION	VALORES
			DIAL	LBG.	Lbs/Pulg <sup>2</sup>	CORRECCION Lbs/Pulg <sup>2</sup>	STANDAR Lbs/Pulg <sup>2</sup>	C.B.R.	DIAL	LBG.	Lbs/Pulg <sup>2</sup>	CORRECCION Lbs/Pulg <sup>2</sup>	STANDAR Lbs/Pulg <sup>2</sup>	C.B.R.	DIAL	LBG.	Lbs/Pulg <sup>2</sup>	CORRECCION Lbs/Pulg <sup>2</sup>	STANDAR Lbs/Pulg <sup>2</sup>	C.B.R.
		0																		
		25	6	45	15			21	159	53			31	227	79					
		50	15	114	38			42	318	106			72	546	182					
		75	27	204	68			65	495	165			114	867	289					
		100	41	318	104	125	1000	85	645	215	215	1000	153	1164	388	410	1000	41.00%		
		150	64	496	162			121	918	306			213	1620	540					
		200	78	594	198	212	1500	152	1155	385	385	1500	253	1923	641	650	1500	42.25%		
		250	93	708	236			178	1353	451			284	2157	719					
		300	106	804	268			200	1521	507			312	2370	790					
		400	127	966	322			238	1809	603			354	2691	897					
		500	150	1140	380			265	2013	671			386	2934	978					

**UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA**  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Tipo de Muestra \_\_\_\_\_  
 Compactada en Laboratorio SI  
 Indisturbada \_\_\_\_\_  
 En el campo o en el sitio \_\_\_\_\_  
 Clase de suelos ARENOS-ARCILLOSOS (SC)  
 Sobrecarga 10. LBS.

Carretera BELLAVISTA - MANU.  
 Lugar de origen Est: 24 + 440  
 Muestra de SUB-RASANTE.  
 Muestra No 5-4.  
 Ensayada por P. JUAREZ. E.  
 Fecha de ensayo AGOSTO 199.

ENSAYO C.B.R.

Molde No.	1.		2.		4.	
	5.		5.		5.	
Número de capas	25.		25.		25.	
Número de golpes por capa	25.		25.		25.	
	ANTES del REMOJO	DESPUES del REMOJO	ANTES del REMOJO	DESPUES del REMOJO	ANTES del REMOJO	DESPUES del REMOJO
Peso muestra húmeda + molde Gr	11689.0	11740.0	11716.0	11740.0	11637.0	11642.0
Peso del molde Gr	7253.0	7253.0	7264.0	7264.0	7249.0	7249.0
Peso muestra húmeda Gr	4436.0	4487.0	4452.0	4476.0	4388.0	4393.0
Volumen de la muestra cm. <sup>3</sup>	2085.0	2091.9	2085.0	2088.2	2085.0	2090.1
Densidad húmeda Gr/cm. <sup>3</sup>	2.128	2.145	2.135	2.143	2.105	2.108
Densidad seca Gr/cm. <sup>3</sup>	1.864	1.844	1.839	1.824	1.778	1.765

CONTENIDO DE AGUA

Tarro No.	76	83	30	67	30	69	65	82	68	81	68	83
P. muestra húmeda + tarro Gr.	164.16	154.29	162.06	170.57	129.69	153.92	144.49	154.86	140.63	162.19	174.69	150.76
P. muestra seca + tarro Gr.	146.50	138.17	142.02	150.14	114.52	136.00	125.89	135.53	122.69	140.10	150.46	120.18
Peso agua Gr.	17.66	16.07	20.04	20.43	15.17	17.92	18.60	19.33	17.94	22.09	24.23	20.58
Peso tarro Gr.	23.40	22.72	21.75	22.65	21.75	22.66	21.78	22.62	22.91	21.89	22.91	22.72
Peso muestra seca Gr.	123.10	115.45	120.27	127.49	92.77	113.34	104.11	112.91	99.78	118.21	127.55	107.46
Contenido de h. %	14.35	13.92	16.66	16.02	16.35	15.81	17.87	17.12	17.92	18.69	19.00	19.15
Contenido promedio de h. %	14.14		16.34		16.08		17.50		18.34		19.08	
Agua absorbida %			2.20				1.42				0.74	

# UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

ALtura DEL MOLDE 7 Pulg.  
 AREA DE PISTON 3 Pulg.<sup>2</sup>  
 N° DE GOLPES POR CAPA 25.

## ENSAYO C.B.R. DATOS DE ESPONJAMIENTO

MATERIAL DE : GUB-RASANTE.  
 CARRETERA : BELLAVISTA-MANU.  
 LUGAR DE ORIGEN EST. RA-440.  
 PROFUNDIDAD : 2.00 MTS.  
 FECHA : AGOSTO/79.

DIA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DIAS	MOLDE N° 1.				DIA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DIAS	MOLDE N° 2.				DIA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DIAS	MOLDE N° 4.			
			LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO PULG. %					LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO PULG. %					LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO PULG. %	
6-VIII	4.p.m.	0	0	4.500	0.000	0.00	6-VIII	4.p.m.	0	0	4.500	0.000	0.00	6-VIII	4.p.m.	0	0	4.500	0.000	0.00
7-VIII	"	1	4	4.504	0.004	0.09	7-VIII	"	1	5	4.505	0.005	0.11	7-VIII	"	1	3	4.503	0.003	0.07
8-VIII	"	2	7	4.507	0.007	0.16	8-VIII	"	2	6	4.506	0.006	0.13	8-VIII	"	2	4	4.504	0.004	0.09
9-VIII	"	3	12	4.512	0.012	0.27	9-VIII	"	3	7	4.507	0.007	0.16	9-VIII	"	3	8	4.508	0.008	0.18
10-VIII	"	4	15	4.515	0.015	0.33	10-VIII	"	4	7	4.507	0.007	0.16	10-VIII	"	4	11	4.511	0.011	0.24
		5							5							5				
		6							6							6				
		7							7							7				

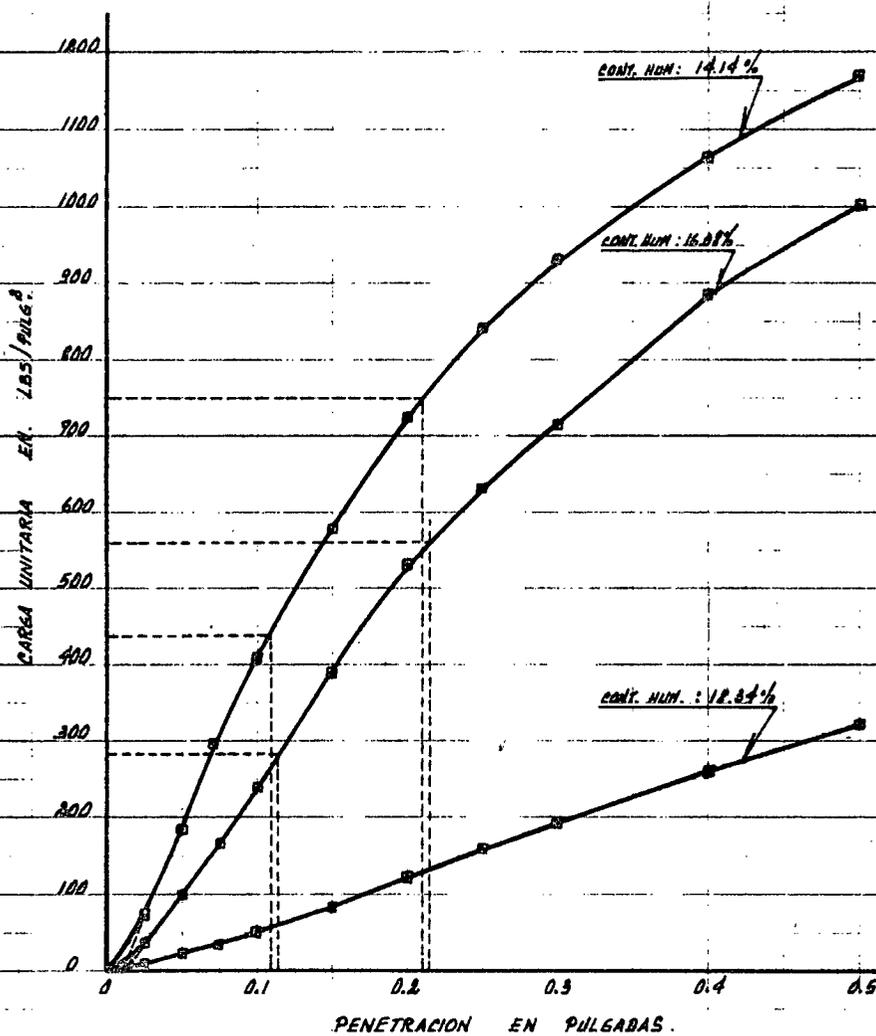
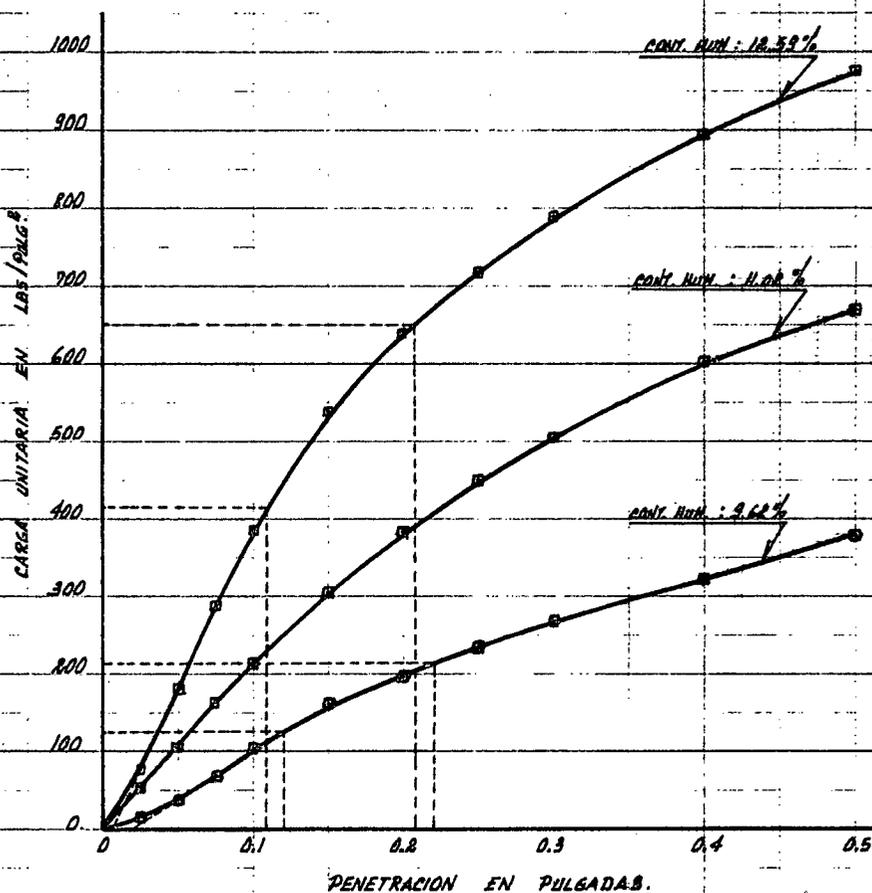
ANILLO N° 12171.  
 CONSTANTE 2.533

### PENETRACION

SEG	MIN	TIEMPO PENETRAC. PULGADAS	MOLDE N° 1.						MOLDE N° 2.						MOLDE N° 4.						
			CARGA DIAL LBS.		PRESIONES Lbs/Pulg. <sup>2</sup>	PRESIONES CORREIDAS Lbs/Pulg. <sup>2</sup>	PRESION STANDARD Lbs/Pulg. <sup>2</sup>	VALORES C.B.R.	CARGA DIAL LBS.		PRESIONES Lbs/Pulg. <sup>2</sup>	PRESIONES CORREIDAS Lbs/Pulg. <sup>2</sup>	PRESION STANDARD Lbs/Pulg. <sup>2</sup>	VALORES C.B.R.	CARGA DIAL LBS.		PRESIONES Lbs/Pulg. <sup>2</sup>	PRESIONES CORREIDAS Lbs/Pulg. <sup>2</sup>	PRESION STANDARD Lbs/Pulg. <sup>2</sup>	VALORES C.B.R.	
		0																			
		25	30	228	76					15	114	38				4	30	10			
		50	73	555	185					40	303	101				9	69	23			
		75	118	899	299					67	510	190				14	105	35			
		100	162	1230	410	435	1000	42.50%		95	720	240	280	1000	22.00%	20	153	51	60	1000	6.00%
		150	229	1740	580					154	1170	390				33	252	84			
		200	287	2181	727	745	1500	49.67%		210	1596	532	555	1500	37.00%	49	372	124	180	1500	8.67%
		250	333	2529	843					249	1893	631				63	480	160			
		300	368	2796	932					283	2151	717				76	579	193			
		400	421	3198	1066					349	2652	884				103	783	261			
		500	462	3510	1190					395	3003	1001				127	966	322			

- 144 -

FORMULARIO 2



UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Tipo de Muestra \_\_\_\_\_  
 Compactada en Laboratorio 97  
 Indisturbada \_\_\_\_\_  
 En el campo o en el sitio \_\_\_\_\_  
 Clase de suelos ARENO-ARCILLOSO. (50)  
 Sobrecarga 10. lbs

Carretera BELLAQUIETA - MANU.  
 Lugar de origen EST: 24+440.  
 Muestra de Sub-RASANTE.  
 Muestra No 9-1.  
 Ensayada por E. JUAREZ. E.  
 Fecha de ensayo AGOSTO 199.

ENSAYO C.B.R.

Molde No.		3.		A.		1.	
Número de capas		5.		5.		5.	
Número de golpes por capa		12		12		12.	
		ANTES del REMOJO	DESPUES del REMOJO	ANTES del REMOJO	DESPUES del REMOJO	ANTES del REMOJO	DESPUES del REMOJO
Peso muestra húmeda + molde	Gr	1150.0	11512.0	11328.0	11495.0	11517.0	11558.0
Peso del molde	Gr	7312.0	7312.0	7306.0	7306.0	7253.0	7253.0
Peso muestra húmeda	Gr	3838.0	4200.0	4016.0	4189.0	4264.0	4305.0
Volumen de la muestra	cm. <sup>3</sup>	2085.0	2101.2	2085.0	2093.3	2085.0	2092.4
Densidad húmeda	Gr/cm. <sup>3</sup>	1.841	1.999	1.926	2.001	2.045	2.057
Densidad seca	Gr/cm. <sup>3</sup>	1.678	1.676	1.694	1.673	1.747	1.739

CONTENIDO DE AGUA

Tarro No.		81	67	36	37	83	76	30	63	68	83	30	65
P. muestra húmeda + tarro	Gr.	179.33	181.43	185.37	185.85	143.06	163.17	156.79	176.88	158.42	162.55	151.34	156.85
P. muestra seca + tarro	Gr.	165.04	167.65	158.62	168.39	128.45	146.51	134.77	151.38	138.77	142.10	131.09	136.17
Peso agua	Gr.	14.29	13.78	26.75	27.46	14.61	16.66	22.02	25.50	19.65	20.45	20.25	20.68
Peso tarro	Gr.	21.32	22.65	22.77	22.89	22.72	23.40	21.75	21.64	22.38	22.72	21.75	21.81
Peso muestra seca	Gr.	143.12	145.00	135.85	145.50	105.73	123.11	113.02	129.84	115.79	119.38	109.34	114.36
Contenido de h.	%	9.98	9.50	19.69	18.87	13.82	13.53	19.48	19.69	16.97	17.13	18.52	18.08
Contenido promedio de h.	%	9.74		19.28		13.68		19.59		17.05		18.30	
Agua absorbida	%			9.54				5.91				1.25.	

# UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

ALtura DEL MOLDE 7 Pulg.  
 AREA DE PISTON 3 Pulg.<sup>2</sup>  
 N° DE GOLPES POR CAPA 18.

## ENSAYO C.B.R. DATOS DE ESPONJAMIENTO

MATERIAL DE : GUB-RASANTE.  
 CARRETERA : BELLAVISTA - MANU.  
 LUGAR DE ORIGEN EST: 24+440.  
 PROFUNDIDAD : 2.00 MTS.  
 FECHA : AGOSTO 199.

DIA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DIAS	MOLDE N° 3.				DIA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DIAS	MOLDE N° A.				DIA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DIAS	MOLDE N° 1.			
			LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO					LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO					LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO	
					PULG.	%						PULG.	%						PULG.	%
6-VIII	4 p.m.	0	0	4.500	0.000	0.00	6-VIII	4 p.m.	0	0	4.500	0.000	0.00	16-VIII	3 p.m.	0	0	4.500	0.000	0.00
7-VIII	"	1	21	4.521	0.021	0.47	7-VIII	"	1	10	4.510	0.010	0.22	17-VIII	"	1	9	4.509	0.009	0.20
8-VIII	"	2	27	4.527	0.027	0.60	8-VIII	"	2	16	4.516	0.016	0.36	18-VIII	"	2	13	4.513	0.013	0.29
9-VIII	"	3	31	4.531	0.031	0.69	9-VIII	"	3	17	4.517	0.017	0.38	19-VIII	"	3	15	4.515	0.015	0.33
10-VIII	"	4	35	4.535	0.035	0.78	10-VIII	"	4	18	4.518	0.018	0.40	20-VIII	"	4	16	4.516	0.016	0.36
		5							5							5				
		6							6							6				
		7							7							7				

ANILLO N° 12171.  
 CONSTANTE = 2.533

### PENETRACION

SEG	MIN	TIEMPO PENETRAC. PULGADAS	MOLDE N° 3.						MOLDE N° A.						MOLDE N° 1.					
			CARGA		PRESIONES	PRESIONES	PRESION	VALORES	CARGA		PRESIONES	PRESIONES	PRESION	VALORES	CARGA		PRESIONES	PRESIONES	PRESION	VALORES
			DIAL	LBS.	Lbs/Pulg <sup>2</sup>	CORRECCION Lbs/Pulg <sup>2</sup>	STANDAR Lbs/Pulg <sup>2</sup>	C.B.R.	DIAL	LBS.	Lbs/Pulg <sup>2</sup>	CORRECCION Lbs/Pulg <sup>2</sup>	STANDAR Lbs/Pulg <sup>2</sup>	C.B.R.	DIAL	LBS.	Lbs/Pulg <sup>2</sup>	CORRECCION Lbs/Pulg <sup>2</sup>	STANDAR Lbs/Pulg <sup>2</sup>	C.B.R.
		0																		
		25	4	30	10			12	90	30				22	168	56				
		50	9	69	23			28	213	71				43	327	109				
		75	13	99	33			42	318	106				64	486	162				
		100	18	138	46	47	1000	4.70%	55	417	139	143	1000	64	486	162	210	1000	21.00%	
		150	26	198	66			77	585	195				83	630	210	210	1000	21.00%	
		200	34	258	86	87	1500	5.80%	93	708	236	238	1500	111	843	281	210	1000	21.00%	
		250	41	312	104			108	822	274				137	1041	347	347	1500	23.13%	
		300	48	366	122			117	888	296				156	1185	395				
		400	59	449	149			139	1056	352				176	1338	446				
		500	70	531	177			159	1209	403				207	1578	524				
														233	1770	590				

147

FORMULARIO 2

**UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA**  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Tipo de Muestra \_\_\_\_\_  
 Compactada en Laboratorio Si  
 Indisturbada \_\_\_\_\_  
 En el campo o en el sitio \_\_\_\_\_  
 Clase de suelos ARENOS - ARCILLOSO. (SC).  
 Sobrecarga 10. LBS.

Carretera BELLAVISTA - MANU.  
 Lugar de origen Est: 24+440.  
 Muestra de SUB-RASANTE.  
 Muestra No 5-4.  
 Ensayada por R. JUAREZ. E.  
 Fecha de ensayo AGOSTO 199.

ENSAYO C.B.R.

Molde No.	2.		A.				
	5.		12.				
Número de capas	5.		12.				
Número de golpes por capa	12.		12.				
		ANTES del REMOJO	DESPUES del REMOJO	ANTES del REMOJO	DESPUES del REMOJO	ANTES del REMOJO	DESPUES del REMOJO
Peso muestra húmeda + molde	Gr	11590.0	11636.0	11612.0	11623.0		
Peso del molde	Gr	7264.0	7264.0	7306.0	7306.0		
Peso muestra húmeda	Gr	4326.0	4372.0	4306.0	4317.0		
Volumen de la muestra	cm. <sup>3</sup>	2085.0	2091.5	2085.0	2090.1		
Densidad húmeda	Gr/cm. <sup>3</sup>	2.075	2.090	2.065	2.065		
Densidad seca	Gr/cm. <sup>3</sup>	1.737	1.734	1.698	1.688		

CONTENIDO DE AGUA

Tarro No.	81	76	68	63	65	63	92	81				
P. muestra húmeda + tarro	Gr	151.83	150.22	172.67	168.06	175.25	180.04	163.92	178.38			
P. muestra seca + tarro	Gr	130.37	129.80	146.93	143.43	147.75	152.20	137.72	151.04			
Peso agua	Gr	21.46	20.38	25.74	24.63	27.50	27.84	26.20	27.34			
Peso tarro	Gr	21.92	23.41	22.98	21.86	21.81	21.86	22.64	21.92			
Peso muestra seca	Gr	108.45	106.49	123.95	121.57	125.94	130.34	115.08	129.12			
Contenido de h.	%	19.79	19.08	20.77	20.26	21.84	21.36	22.77	21.95			
Contenido promedio de h.	%	19.44		20.52		21.60		22.36				
Agua absorbida	%			1.08				0.76				

# UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

ALtura del molde 7 Pulg.  
 Area de Piston 3 Pulg.<sup>2</sup>  
 Nº de golpes por capa 18.

## ENSAYO C.B.R. DATOS DE ESPONJAMIENTO

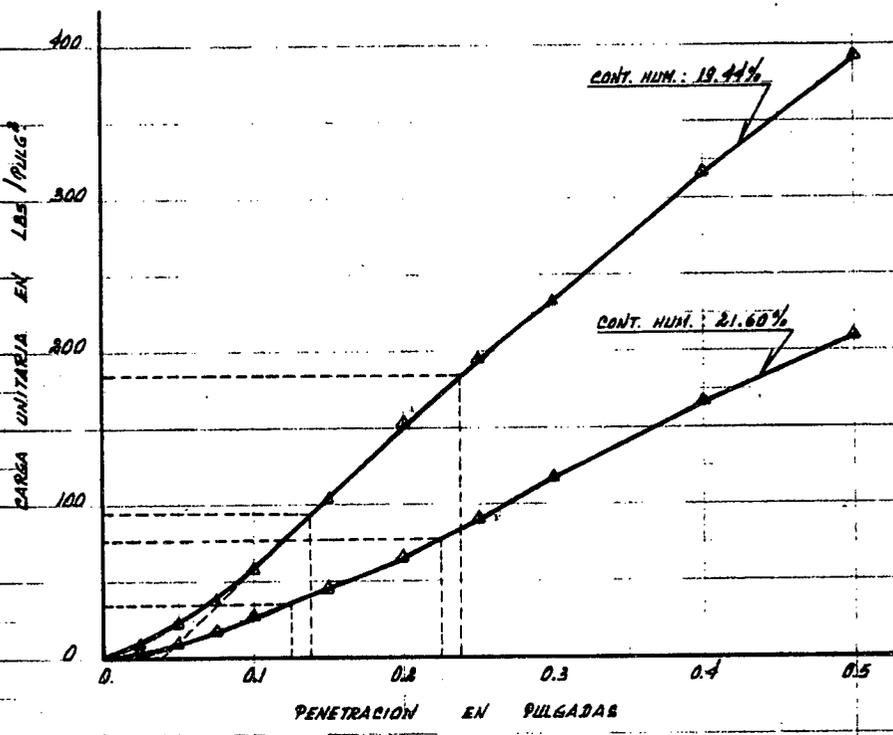
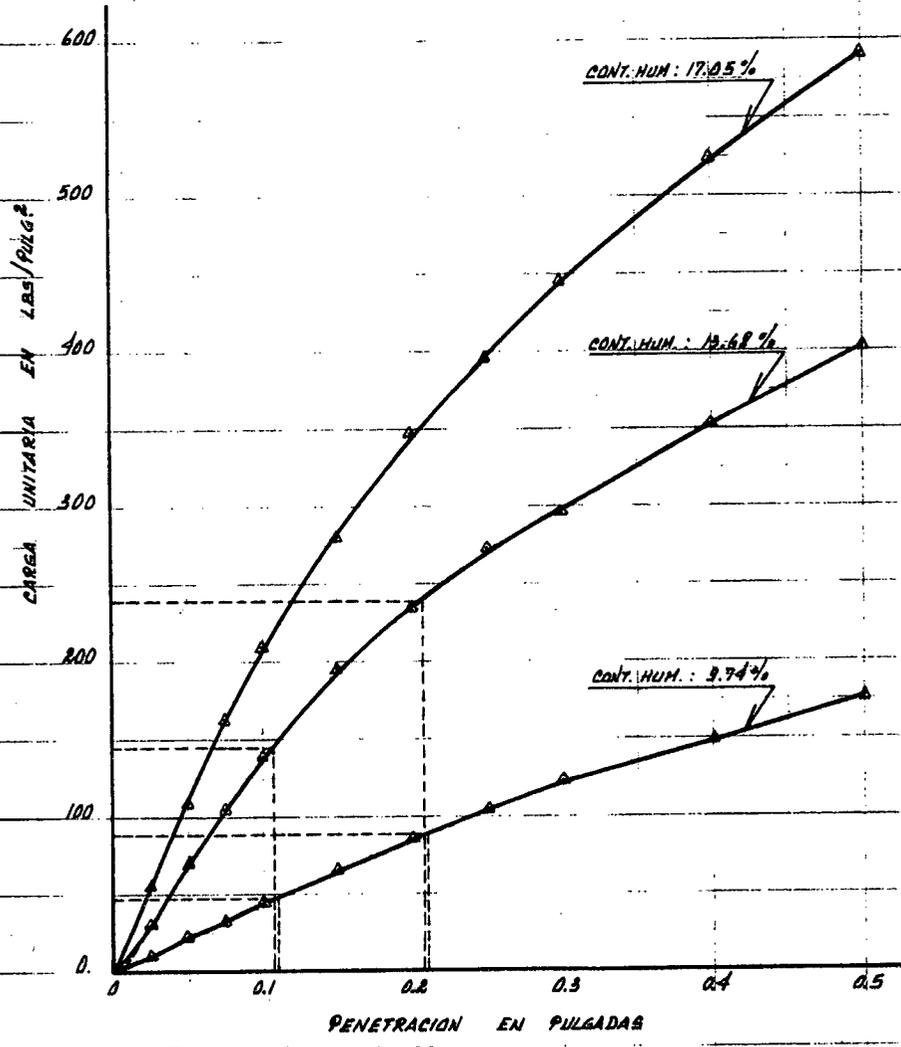
MATERIAL DE : GUB-RASANTE.  
 CARRETERA : BELLAVISTA - MANU.  
 LUGAR DE ORIGEN EST: 24+440.  
 PROFUNDIDAD : 2.00 MTS.  
 FECHA : AGOSTO 199.

DIA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DIAS	MOLDE Nº 2.				DIA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DIAS	MOLDE Nº A.				DIA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DIAS	MOLDE Nº			
			LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO					LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO					LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO	
					PULG.	%						PULG.	%						PULG.	%
16-VIII	3.p.m.	0	0	4.500	0.000	0.00	16-VIII	3.p.m.	0	0	4.500	0.000	0.00			0				
17-VIII	"	1	7	4.507	0.007	0.16	17-VIII	"	1	4	4.504	0.004	0.09			1				
18-VIII	"	2	10	4.510	0.010	0.22	18-VIII	"	2	7	4.507	0.007	0.16			2				
19-VIII	"	3	14	4.514	0.014	0.31	19-VIII	"	3	10	4.510	0.010	0.22			3				
20-VIII	"	4	14	4.514	0.014	0.31	20-VIII	"	4	11	4.511	0.011	0.24			4				
		5							5							5				
		6							6							6				
		7							7							7				

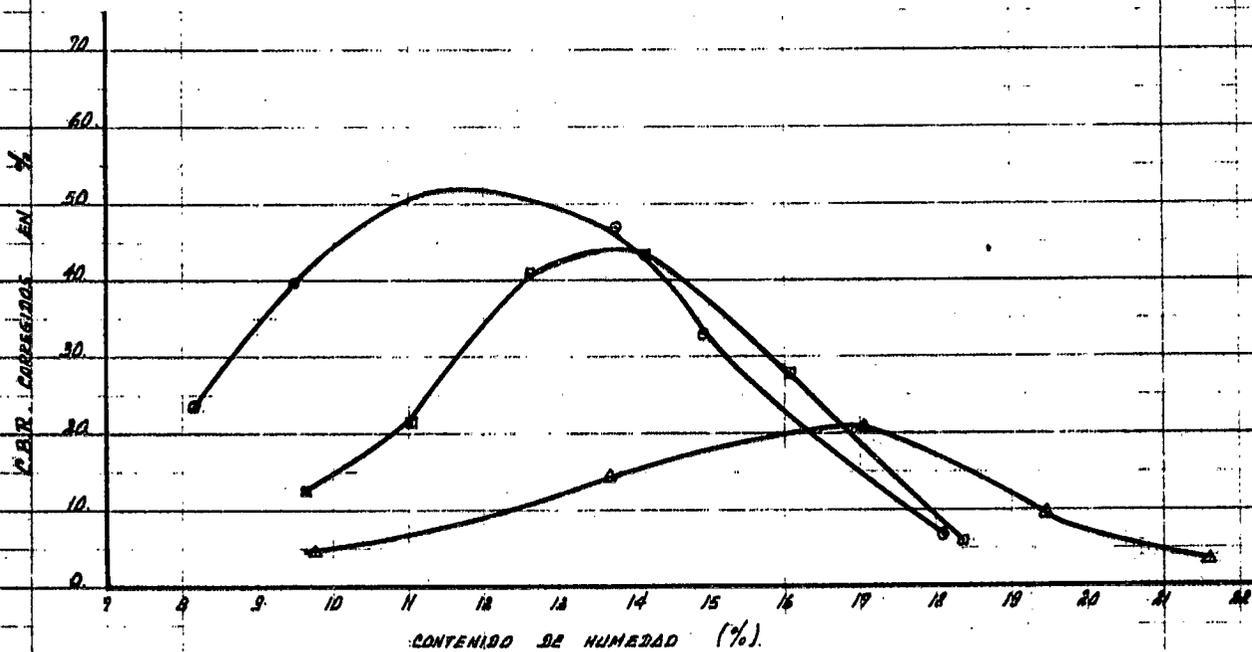
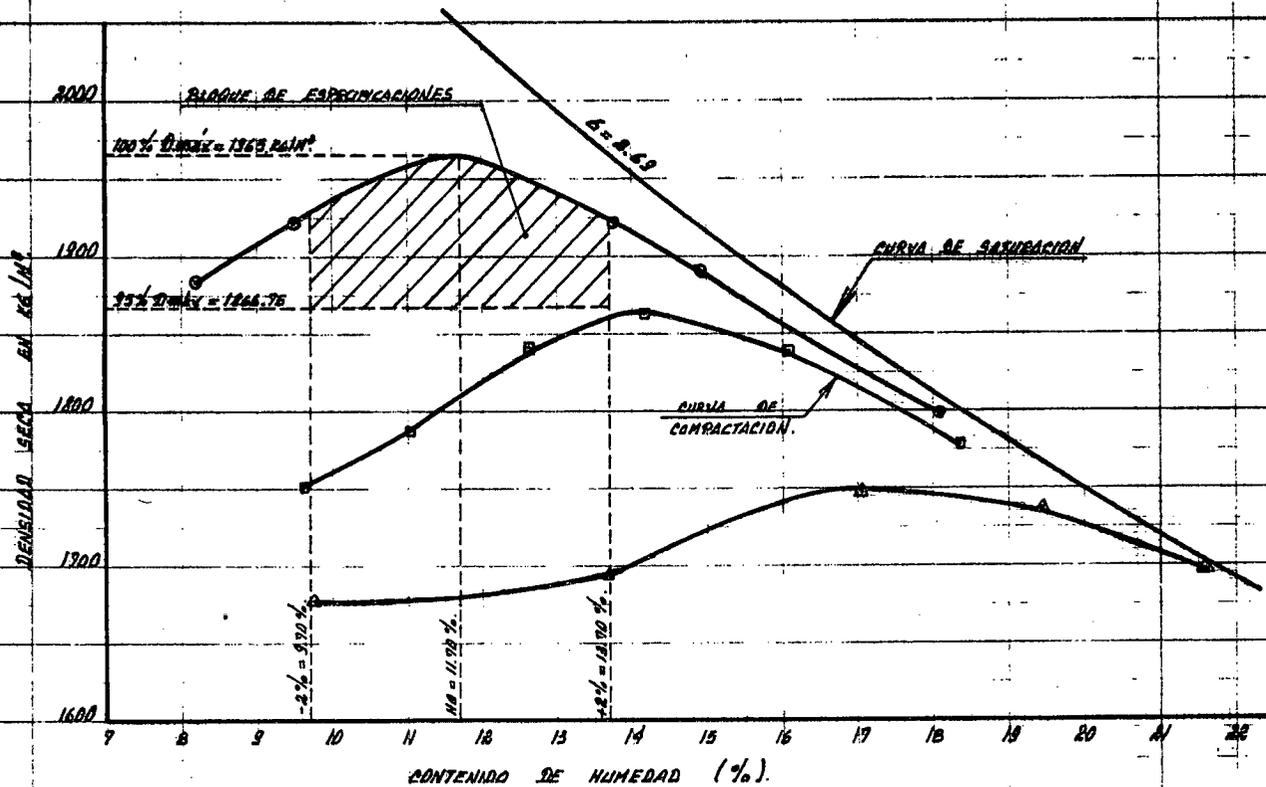
ANILLO Nº: 12171.  
 CONSTANTE = 2.533

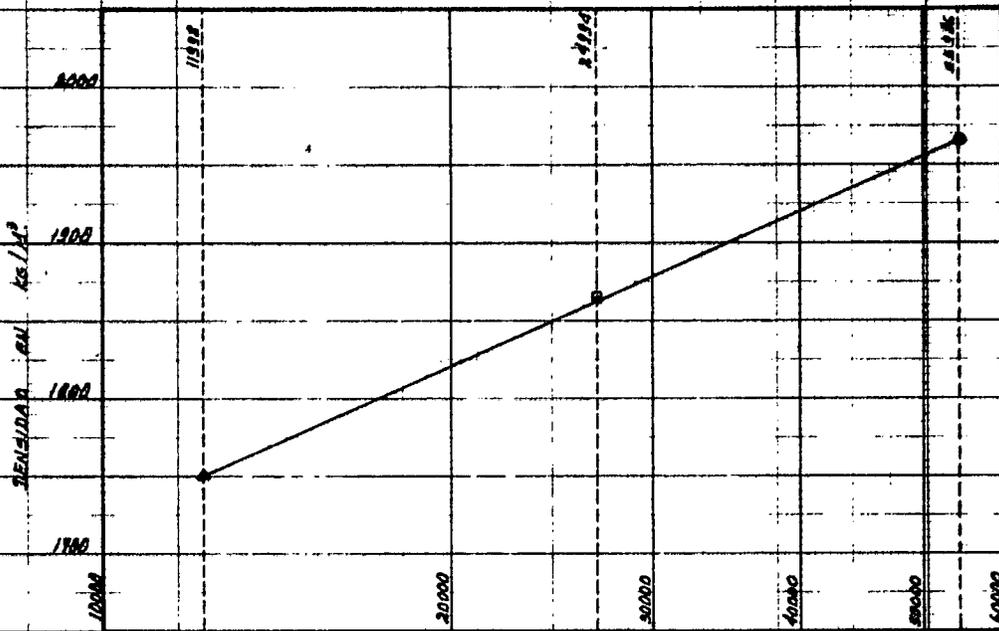
### PENETRACION

SEG	MIN	TIEMPO PENETRAC. PULGADAS	MOLDE Nº 2.						MOLDE Nº A.						MOLDE Nº					
			CARGA		PRESIONES	PRESIONES	PRESION	VALORES	CARGA		PRESIONES	PRESIONES	PRESION	VALORES	CARGA		PRESIONES	PRESIONES	PRESION	VALORES
			DIAL	LBG.	Lbs/Pulg. <sup>2</sup>	CORRECCION Lbs/Pulg. <sup>2</sup>	STANDAR Lbs/Pulg. <sup>2</sup>	C.B.R.	DIAL	LBG.	Lbs/Pulg. <sup>2</sup>	CORRECCION Lbs/Pulg. <sup>2</sup>	STANDAR Lbs/Pulg. <sup>2</sup>	C.B.R.	DIAL	LBG.	Lbs/Pulg. <sup>2</sup>	CORRECCION Lbs/Pulg. <sup>2</sup>	STANDAR Lbs/Pulg. <sup>2</sup>	C.B.R.
		0																		
		25	4	80	10			2	15	5										
		50	9	69	23			4	30	10										
		75	15	114	38			7	54	18										
		100	23	174	58	95	1000	9.50%	11	84	28	36	1000	3.60%						
		150	41	312	104			18	138	46										
		200	60	456	152	185	1500	12.33%	26	198	66	96	1500	5.06%						
		250	77	585	195			36	273	91										
		300	92	699	233			46	351	119										
		400	125	951	317			66	501	169										
		500	155	1179	393			83	630	210										



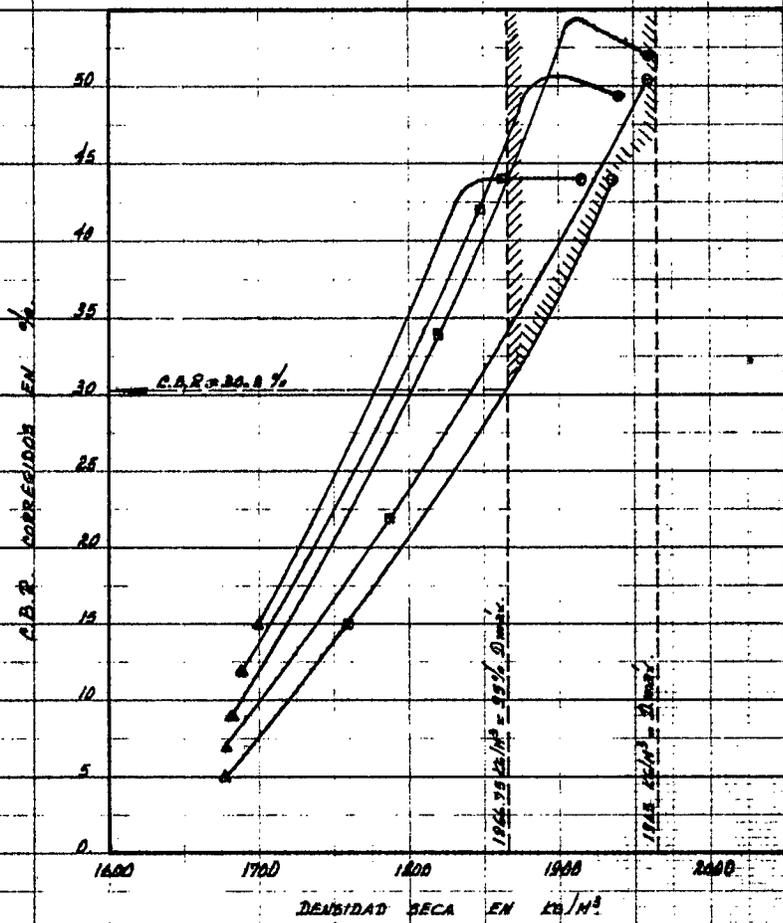
- 56 GOLPES POR CAPA.
- 25 GOLPES POR CAPA.
- △ 16 GOLPES POR CAPA.





ESFUERZO DE COMPACTACION EN LB-PIE/PIE²

- 56 GOLPES POR CAPA.
- 25 GOLPES POR CAPA.
- △ 12 GOLPES POR CAPA.



C.B.R. DE DISEÑO : 30 %

UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Proyecto SELVA NEGRE - MANU.  
Sector BELLAVISTA - MANU.  
Kilómetro 25 + 510.23  
Muestra N° S-5.  
Profundidad 2.50

Yacimiento SUB-RASANTE.  
Fecha de recepción \_\_\_\_\_  
Ensayado por C.J.E.  
Fecha FEBRERO / 79.  
Calculado por C.J.E.

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

tipo de muestra	% grava	% arena	% finos	plasticidad
ALTERADA	65	25	10	LIGERA.

fracción gruesa	tamaño máximo	50 MM.
	angulosidad	SUB-ANGULOSA.
	estado superficial	
	dureza	MEDIA.
fracción fina	resistencia seca	MEDIANA.
	reacción a la agitación	LENTA.
	consistencia	MEDIANA.

color	olor	observaciones	nombre típico	símbolo
GRIS.			GRAVA ARENOSA.	G.

HUMEDAD NATURAL

tarro N°	13	5			
peso tarro	19.3	19.6			
peso tarro + M. húmeda	94.2	101.1			
peso tarro + M. seca	87.0	93.5			
agua	7.2	7.6			humedad promedio
M. seca	69.7	93.9			
% humedad natural	10.64	10.28			10.46

# UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Proyecto Selva Alegre - Manu.  
 Sector BELLANISTA - MANU.  
 Kilómetro 25 + 510.22  
 Muestra N° 5-5.  
 Profundidad 2.50 MTS.

Yacimiento GUA-PASANTE.  
 Fecha de recepción \_\_\_\_\_  
 Ensayado por C.J.E.  
 Fecha MARZO 1992.  
 Calculado por C.J.E.

## ANALISIS GRANULOMETRICO

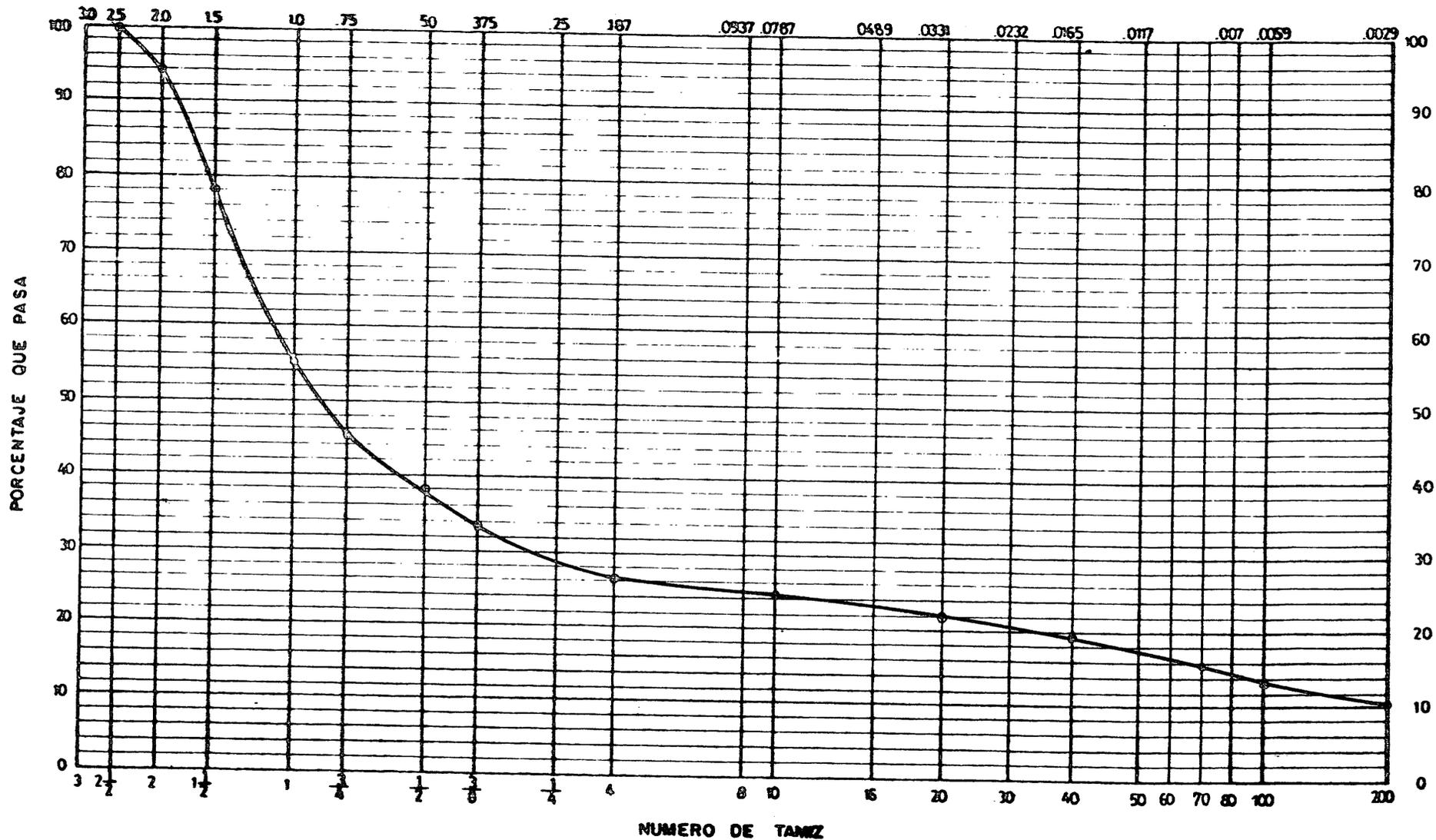
Tamiz	peso retenido parcial	peso retenido acumulado	% Retenido	% que pasa	% Especific.
3"					
2 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	179.70	179.70	5.99	94.01	
1 1/2"	479.90	653.60	21.79	78.21	
1"	688.70	1342.30	44.74	55.26	
3/4"	897.40	1639.70	54.66	45.34	
1/2"	221.30	1861.00	62.03	37.97	
3/8"	135.10	1996.10	66.54	33.46	
Nº 4	206.30	2202.40	73.41	26.59	
pasa el Nº 4	797.60				
Nº 10	62.40	2264.8	75.49	24.51	
Nº 20	74.50	2339.3	77.98	22.02	
Nº 40	73.80	2413.1	80.44	19.56	
Nº 70	114.40	2527.5	84.25	15.75	
Nº 100	67.00	2594.5	86.48	13.52	
Nº 200	98.10	2692.6	89.75	10.25	
fondo	307.40	3000.00	100.00	0.00	
TOTAL	3000.00				
peso total antes del lavado				<u>797.60 gr.</u>	
peso total después del lavado				<u>490.20 gr.</u>	

## CLASIFICACION

Límite líquido	87	
Límite plástico	29	
Índice plástico	8	
Índice de grupo	0	
clasificación	S.U.C.S.	GP - GM.
	A.A.S.H.O.	A-2-4.

# DIAGRAMA GRANULOMETRICO

ABERTURA DEL TAMIZ EN PULGADAS



FORMULARIO 9

- 78 -

- 155 -

Carratera SELVA ALEGRE - MANU.

Sector: BELLAVISTA - MANU.

Abcisa: 25 + 510.23  
0+000 en SELVA ALEGRE.

Muestra No.: 9-5.

Dibujado por:  
P.J.E.

# UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

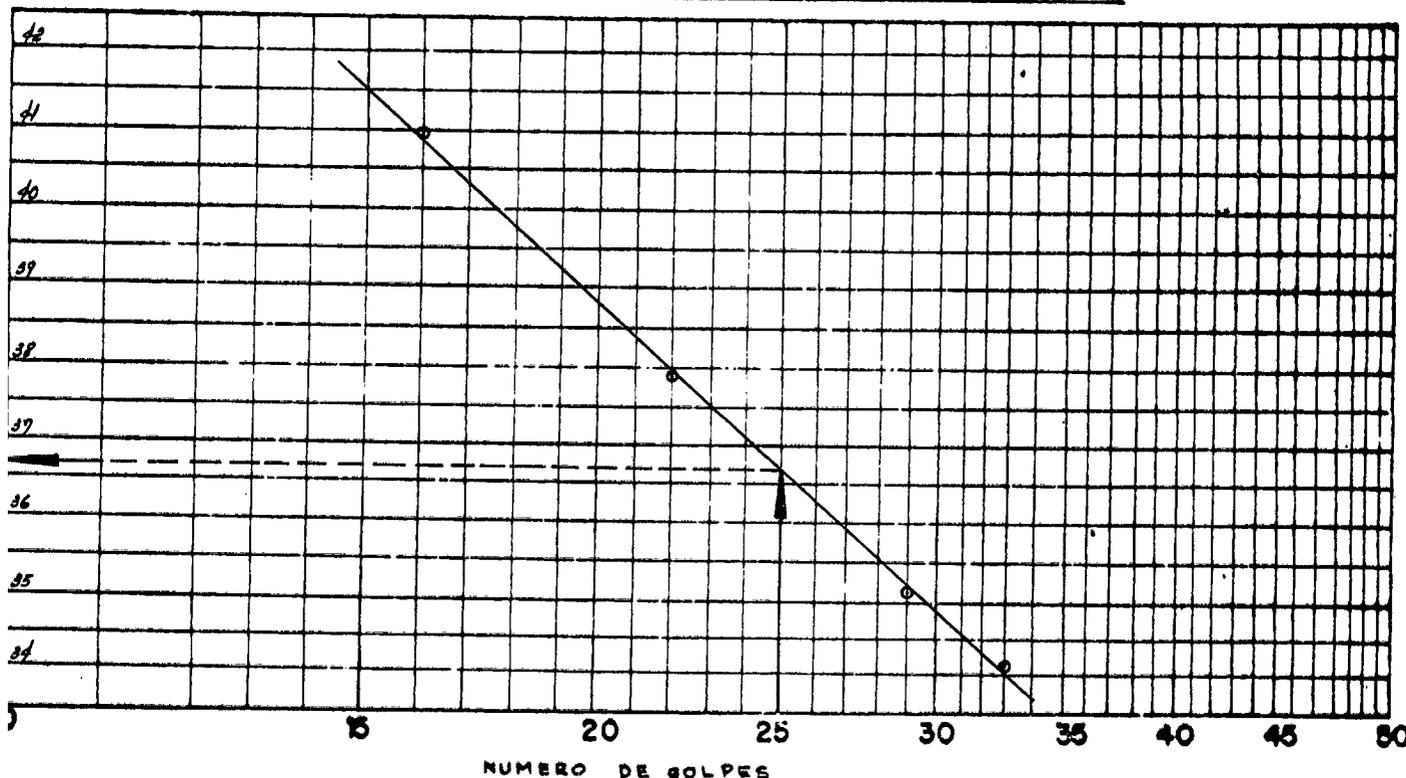
Proyecto SELVA ALEGRE - MANU. Yacimiento BUA-RASANTE.  
 Sector BELLAVISTA - MANU. Fecha de recepción \_\_\_\_\_  
 Kilómetro 25 + 510.23 Ensayado por C.J.E.  
 Muestra No S-5. Fecha MARZO/79.  
 Profundidad 2.50 MTS. Calculado por C.J.E.

## LIMITES DE ATTERBERG

### LIMITE LIQUIDO

Tarro No.	1	22	9	10		
No. de Golpes	33	29	22	16		
M. Húmeda + tarro	36.7	34.5	37.7	37.8		
M. Seca + tarro	22.4	30.6	32.7	32.6		
Humedad	4.3	3.9	5.0	5.2		
Peso tarro	19.8	19.5	19.5	19.9		
P. Muestra Seca	12.6	11.1	13.2	12.7		
% Humedad	34.13	35.13	37.88	40.94		

### DETERMINACION GRAFICA DEL LIMITE LIQUIDO



### LIMITE PLASTICO

Tarro No.	26	25			
M. Húmeda + Tarro	22.5	23.5			
M. Seca + Tarro	21.8	22.5			
Humedad	0.7	1.0			
Peso Tarro	19.4	19.1			
Peso M. Seca	2.4	3.4			
% Humedad	29.17	29.41			

L.L. 36.70 ≈ 37.  
 L.P. 29.29 ≈ 29.  
 I.P. 7.41 ≈ 8

UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Proyecto SELVA ALEGRE - MANU  
 Sector BELLAVISTA - MANU  
 Kilómetro 25 + 510.23  
 Muestra N° 3-5  
 Profundidad 2.50 MTS.

Yacimiento SUB-RASANTE  
 Fecha de recepción \_\_\_\_\_  
 Ensayado por C.J.E.  
 Fecha ABRIL / 79  
 Calculado por C.J.E.

GRAVEDAD ESPECIFICA DEL SUELO

FRACCION QUE PASA EL TAMIZ # 4		P = 26.59 %	
picnómetro N°		2	7
capacidad del picnómetro CC.		500	500
peso en gramos	picnómetro + muestra + agua (W <sub>1</sub> )	701.20	703.90
	picnómetro + agua a capacidad total (W <sub>2</sub> )	669.85	672.45
	recipiente + muestra seca	169.10	170.20
	recipiente	119.40	120.40
	muestra seca (W <sub>0</sub> )	49.70	49.80
temperatura de ensayo °C		21.0	20.5
gravedad específica a temperatura ensayo		2.708	2.714
factor de corrección por temperatura (k)		1.000	1.000
gravedad específica a temperatura 20°C		2.708	2.714
gravedad específica promedio (Gs)		2.711	
FRACCION RETENIDA EN EL TAMIZ # 4		R = 73.41 %	
peso en gramos	sumergido en agua: cesto + muestra sat. con sup. seca	1614.00	746.00
	sumergido en agua: cesto	463.00	463.00
	sumergido en agua: muestra saturada con sup. seca	1151.00	283.00
	muestra seca (A)	1837.30	452.70
	volúmen de agua igual a la muestra seca (B)	2000.00	580.00
gravedad específica aparente		2.677	2.668
gravedad específica aparente promedio (Ga)		2.673	
gravedad específica total $G = \frac{100}{P/G_s + R/G_a}$		2.68	

# UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Proyecto SELVA ALEGRE - MANU.  
 Sector BELLAVISTA - MANU.  
 Kilómetro 25 + 510.23  
 Muestra N° S-5.  
 Profundidad 2.50 MTS.

Yacimiento SUB-PASANTE.  
 Fecha de recepción \_\_\_\_\_  
 Ensayado por C.J.E.  
 Fecha MAYO 179.  
 Calculado por C. JUAREZ, E.

## ENSAYO DE COMPACTACION

método: ASTM D-1557 - 0.

N° de golpes /capa: 56.

Ensayo N°	1	2	3	4	5
agua mezclada cm <sup>3</sup>	250	400	550	700	850
volumen del molde cm <sup>3</sup>	2085	2085	2085	2085	2085
peso del molde gr.	4265.6	4265.6	4265.6	4265.6	4265.6
peso molde + suelo húmedo gr.	8456.0	8671.0	8788.0	8740.0	8597.0
peso suelo húmedo gr	4190.4	4405.4	4522.4	4474.4	4331.4
densidad húmeda gr/cm <sup>3</sup>	2.010	2.113	2.169	2.146	2.097
contenido de humedad %	8.16	11.11	13.84	16.62	19.13
densidad seca gr/cm <sup>3</sup>	1.858	1.908	1.905	1.840	1.743

## CONTENIDO DE HUMEDAD

Ensayo N°	1		2		3		4		5	
	A	B	C	D	E	F	G	I	J	K
peso tarro gr.	50.5	49.8	55.7	56.5	60.1	51.9	56.3	49.2	48.5	48.7
peso tarro + M. húmeda gr.	277.5	294.9	293.5	295.7	292.7	292.4	295.5	295.6	290.5	293.8
peso tarro + M. seca gr.	260.3	276.5	260.8	271.7	264.8	262.8	252.3	260.8	251.0	255.1
peso agua gr.	17.2	18.4	22.7	24.0	27.9	29.6	33.2	34.8	39.5	38.7
peso M. seca gr.	209.8	226.7	206.1	215.2	204.7	210.9	186.0	213.6	202.5	206.4
contenido de humedad %	8.20	8.12	11.07	11.15	13.63	14.04	16.84	16.29	19.51	18.75
contenido de hum. promedio %	8.12		11.11		13.84		16.62		19.13	

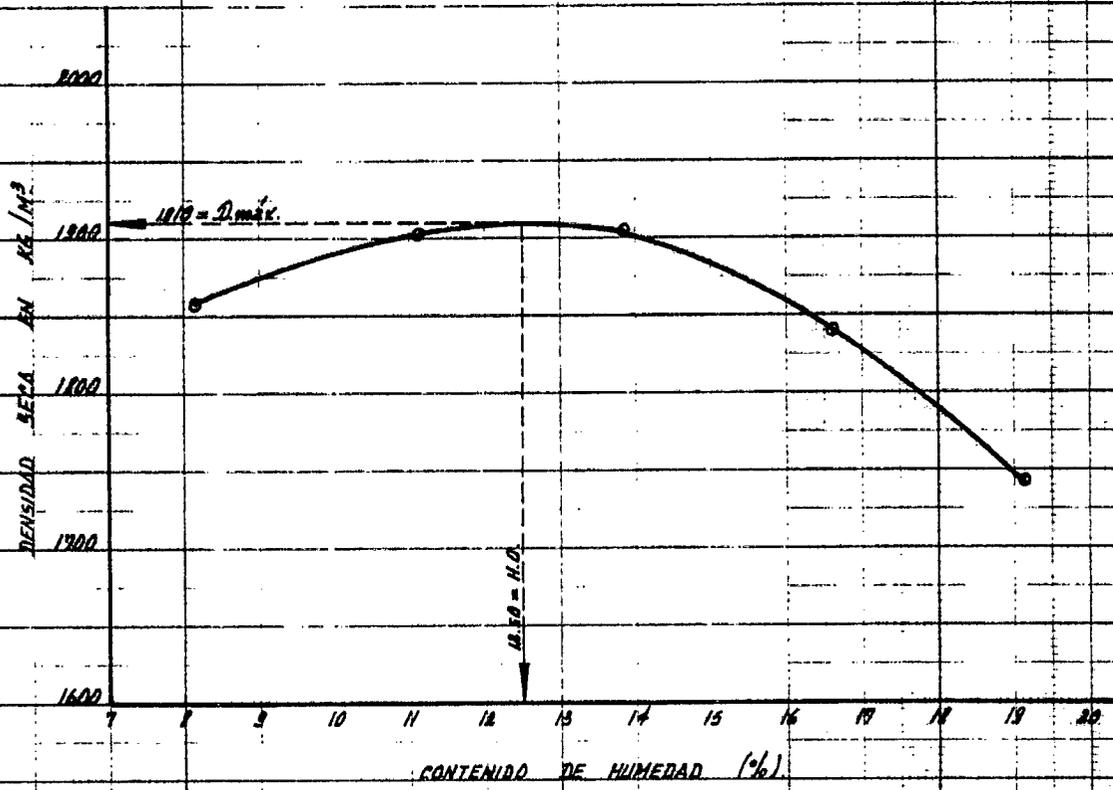
máxima densidad seca: 1.910 gr/cm<sup>3</sup>

humedad óptima: 13.50 %

CURVA DE COMPACTACION

MUESTRA: 5-5.

EST.: 25+510.28



UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Tipo de Muestra \_\_\_\_\_  
 Compactada en Laboratorio 92  
 Indisturbada \_\_\_\_\_  
 En el campo o en el sitio \_\_\_\_\_  
 Clase de suelos GRAVA-LINDOS. (GM).  
 Sobrecarga 10. LBS.

Carretera BELLAVISTA - MANU.  
 Lugar de origen ES: 25+510.23  
 Muestra de SUB-RACONTE.  
 Muestra No 5-5.  
 Ensayada por A. JUAREZ. J.  
 Fecha de ensayo JULIO 199.

ENSAYO C.B.R.

Molde No.		1.		2.		3.	
Número de capas		5.		5.		5.	
Número de golpes por capa		56		56		56.	
		ANTES del REMOJO	DESPUES del REMOJO	ANTES del REMOJO	DESPUES del REMOJO	ANTES del REMOJO	DESPUES del REMOJO
Peso muestra húmeda + molde	Gr	11788.0	11930.0	11796.0	11918.0	11755.0	11876.0
Peso del molde	Gr	7305.3	7305.3	7331.5	7331.5	7288.3	7289.3
Peso muestra húmeda	Gr	4482.7	4624.7	4464.5	4586.5	4465.7	4586.7
Volumen de la muestra	cm. <sup>3</sup>	2085.0	2102.6	2085.0	2105.8	2085.0	2104.5
Densidad húmeda	Gr/cm. <sup>3</sup>	2.150	2.200	2.141	2.178	2.142	2.179
Densidad seca	Gr/cm. <sup>3</sup>	1.907	1.874	1.900	2.866	1.902	1.864

CONTENIDO DE AGUA

Tarro No.		A	B.	A	B.	C	D.	C	D.	E	F	E	F
P. muestra húmeda + tarro	Gr.	264.1	293.4	286.9	294.6	296.8	312.3	286.5	285.5	282.2	297.5	293.7	295.7
P. muestra seca + tarro	Gr.	240.2	265.7	251.1	259.1	269.7	289.4	252.9	253.2	257.6	269.8	259.5	261.0
Peso agua	Gr.	23.9	27.7	35.8	35.5	27.1	22.9	33.6	32.3	24.6	27.7	34.2	34.7
Peso tarro	Gr.	50.5	49.8	50.5	49.8	55.7	56.5	55.7	56.5	60.1	51.9	60.1	51.9
Peso muestra seca	Gr.	189.7	215.9	200.6	209.3	214.0	226.9	197.2	196.7	197.5	217.9	199.4	209.1
Contenido de h.	%	12.60	12.83	17.85	16.96	12.66	12.74	17.04	16.42	12.46	12.71	17.15	16.59
Contenido promedio de h.	%	12.72		17.41		12.70		16.73		12.59		16.87	
Agua absorbida	%			4.69				4.03				4.28	

# UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

ALTURA DEL MOLDE 7 Pulg.  
 AREA DE PISTON 3 Pulg.<sup>2</sup>  
 Nº DE GOLPES POR CAPA 56.

## ENSAYO C.B.R. DATOS DE ESPONJAMIENTO

MATERIAL DE : GUA-RASANTE.  
 CARRETERA : BELLAVISTA-MAND.  
 LUGAR DE ORIGEN EST: 85+510.23  
 PROFUNDIDAD : 2.50 MTS.  
 FECHA : Julio 199.

DIA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DIAS	MOLDE Nº 1.				DIA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DIAS	MOLDE Nº 2.				DIA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DIAS	MOLDE Nº 3.			
			LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO					LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO					LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO	
					PULG.	%						PULG.	%						PULG.	%
29-VI	10.2m.	0	0	4.500	0.000	0.00	29-VI	10.2m.	0	0	4.500	0.000	0.00	29-VI	10.2m.	0	0	4.500	0.000	0.00
30-VI	"	1	31	4.531	0.031	0.69	30-VI	"	1	36	4.536	0.036	0.80	30-VI	"	1	35	4.535	0.035	0.78
1-VII	"	2	36	4.536	0.036	0.80	1-VII	"	2	42	4.542	0.042	0.93	1-VII	"	2	39	4.539	0.039	0.87
2-VII	"	3	38	4.538	0.038	0.84	2-VII	"	3	44	4.544	0.044	0.98	2-VII	"	3	42	4.542	0.042	0.93
3-VII	"	4	38	4.538	0.038	0.84	3-VII	"	4	45	4.545	0.045	1.00	3-VII	"	4	42	4.542	0.042	0.93
		5							5							5				
		6							6							6				
		7							7							7				

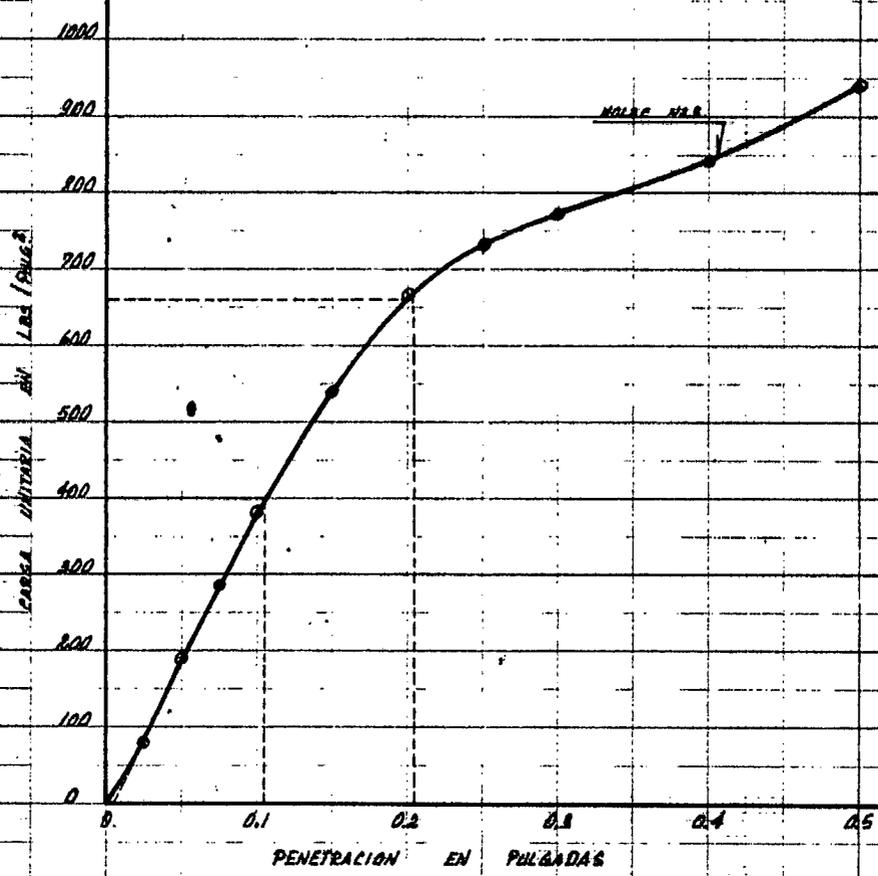
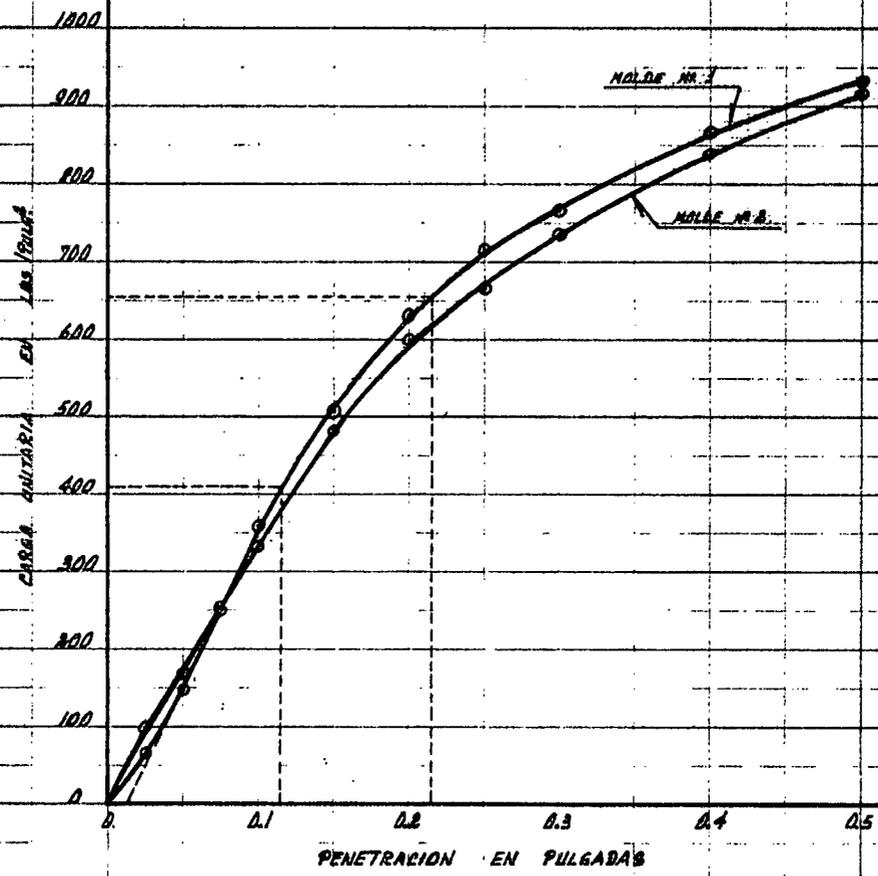
ANILLO Nº: \_\_\_\_\_  
 CONSTANTE = \_\_\_\_\_

### PENETRACION

TIEMPO	SEG	MIN	PENETRAC. PULGADAS	MOLDE Nº 1.						MOLDE Nº 2.						MOLDE Nº 3.					
				CARGA		PRESIONES	PRESIONES	PRESION	VALORES	CARGA		PRESIONES	PRESIONES	PRESION	VALORES	CARGA		PRESIONES	PRESIONES	PRESION	VALORES
				DIAL	LBOS.	Lbs/Pulg <sup>2</sup>	CORRECCION Lbs/Pulg <sup>2</sup>	STANDAR Lbs/Pulg <sup>2</sup>	C.B.R.	DIAL	LBOS.	Lbs/Pulg <sup>2</sup>	CORRECCION Lbs/Pulg <sup>2</sup>	STANDAR Lbs/Pulg <sup>2</sup>	C.B.R.	DIAL	LBOS.	Lbs/Pulg <sup>2</sup>	CORRECCION Lbs/Pulg <sup>2</sup>	STANDAR Lbs/Pulg <sup>2</sup>	C.B.R.
			0																		
			25		200	67															
			50		440	147									240	80					
			75		750	250									570	190					
			100		1080	360	400	1000	40.00%						860	287					
			150		1580	507									1150	383	395	1000	39.50%		
			200		1900	633	650	1500	43.33%						1680	560					
			250		2150	717									2000	667	670	1500	44.67%		
			300		2300	767									2200	733					
			400		2600	867									2380	773					
			500		2800	933									2530	843					
															2750	917					
															2820	940					

161

FORMA 1990



UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Proyecto SELVA ALEGRE - MANU.  
Sector BELLAVISTA - MANU.  
Kilómetro 15+900.  
Muestra N° 6  
Profundidad \_\_\_\_\_

Yacimiento SUB-BASE.  
Fecha de recepción \_\_\_\_\_  
Ensayado por C.J.E.  
Fecha DICIEMBRE 199.  
Calculado por C.J.E.

ANALISIS GRANULOMETRICO

Tamiz	peso retenido parcial	peso retenido acumulado	% Retenido	% que pasa	% Especific.
3"					100
2 1/2"					
2"					
1 1/2"	255.9	255.9	2	98	
1"	1143.3	1399.2	13	87	
3/4"	935.5	2334.7	22	78	
1/2"	1377.3	3712.0	35	65	
3/8"	1201.0	4913.0	47	53	
Nº 4	1808.1	6721.1	64	36	30-70
pasa el Nº 4	3778.9				
Nº 10	212.8	212.8	15	81	
Nº 20	119.6	332.4	24	76	
Nº 40	46.4	378.8	27	73	
Nº 70					
Nº 100	34.8	413.6	30	70	
Nº 200	15.6	429.2	31	69	0-15
fondo					
TOTAL	10500.0				

peso total antes del lavado	<u>500.0 gr.</u>
peso total después del lavado	<u>429.2 gr.</u>

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

$$Cu = \frac{12.7}{0.42} = 30.24$$

$$Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \cdot D_{60}}$$

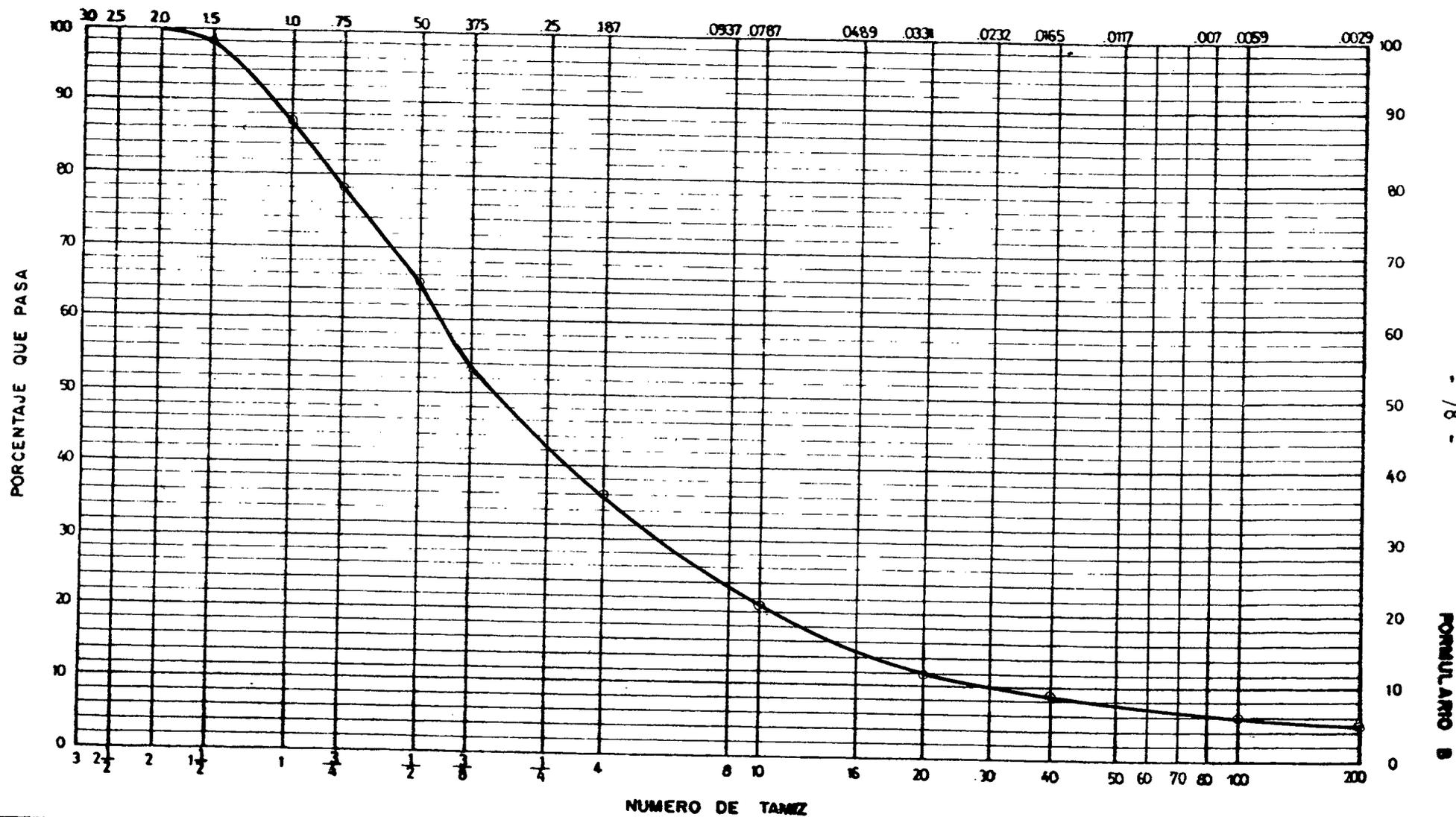
$$Cc = \frac{(4.76)^2}{0.42 \cdot 12.7} = 4.25$$

CLASIFICACION

Límite líquido	30	
Límite plástico	24	
Índice plástico	6	
Índice de grupo	0	
clasificación	S.U.C.S.	GP-6H.
	A.A.S.H.O.	A-12.

# DIAGRAMA GRANULOMETRICO

ABERTURA DEL TAMIZ EN PULGADAS



FORMULARIO B

- 78 -

- 164 -

Carretera SELVA ALEGRE - MANU.

Sector: BELLAVISTA - MANU.

Abacise: 15+700  
0+000 en SELVA ALEGRE.

Muestra No.: 6.

Dibujado por: C.J.E.

UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Proyecto SELVA ALEGRE - MANU.  
Sector BELLAVISTA - MANU.  
Kilómetro 15+700.  
Muestra No 6.  
Profundidad \_\_\_\_\_

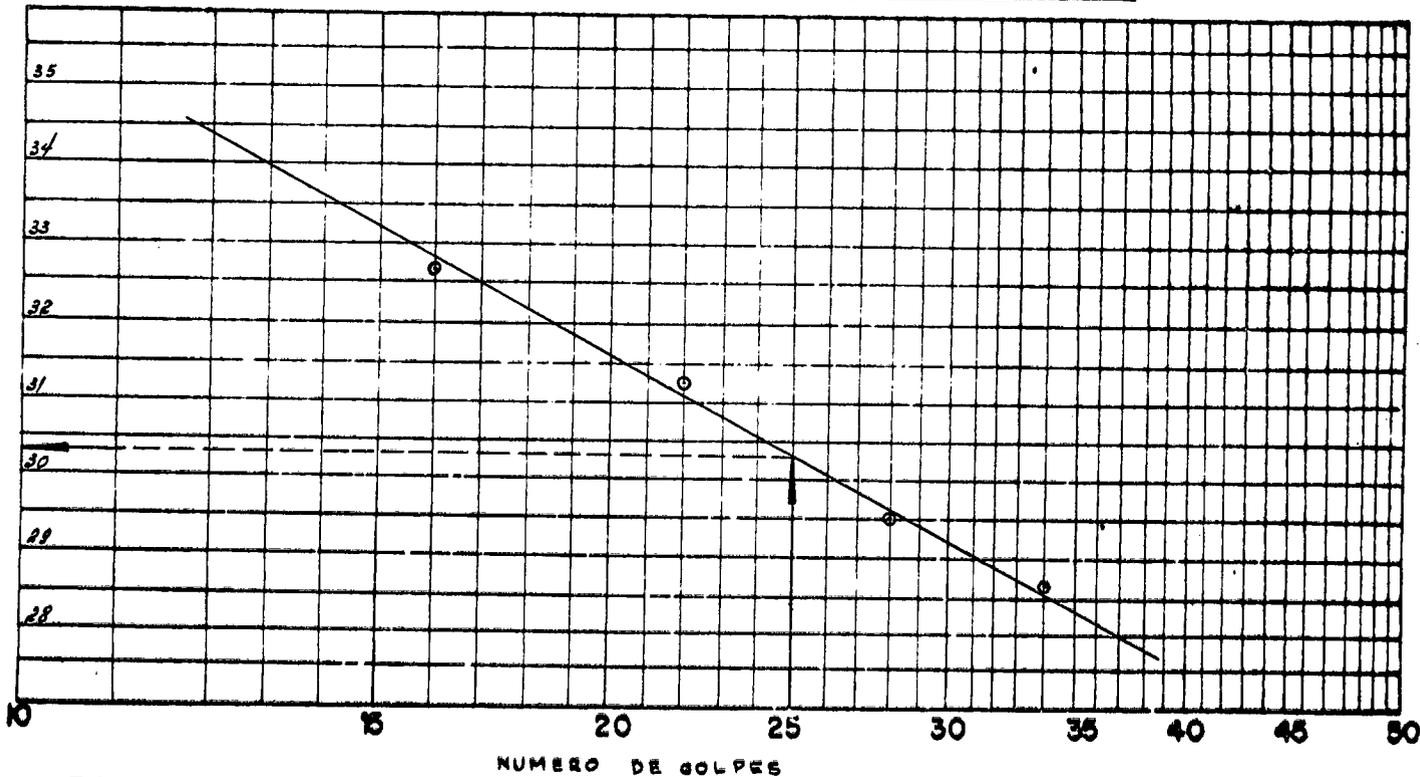
Yacimiento SUB-BASE.  
Fecha de recepción \_\_\_\_\_  
Ensayado por C. JUAREZ. E.  
Fecha DICIEMBRE 199.  
Calculado por C. JUAREZ. E.

LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO

Tarro No.	10	5	12	25		
No. de Golpes	34	28	28	16		
M. Húmeda + tarro	38.2	40.9	38.3	38.8		
M. Seca + tarro	34.1	36.0	33.8	33.9		
Humedad	4.1	4.9	4.5	4.9		
Peso tarro	19.8	19.4	19.4	18.9		
P. Muestra Seca	14.3	16.6	14.4	15.0		
% Humedad	28.67	29.52	31.25	32.67		

DETERMINACION GRAFICA DEL LIMITE LIQUIDO



LIMITE PLASTICO

Tarro No.	16	8			
M. Húmeda + Tarro	25.3	23.6			
M. Seca + Tarro	24.2	22.8			
Humedad	1.1	0.8			
Peso Tarro	19.7	19.5			
Peso M. Seca	4.5	3.3			
% Humedad	24.44	24.24			

L.L. 30.30 ≈ 30  
LP. 24.34 ≈ 24  
I.P. 5.96 ≈ 6

UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Proyecto SELVA ALEGRE - MANU.  
Sector BELLAVISTA - MANU.  
Kilómetro 15+700.  
Muestra N° 6.  
Profundidad \_\_\_\_\_

Yacimiento SUB-BASE.  
Fecha de recepción \_\_\_\_\_  
Ensayado por C.J.E.  
Fecha DICIEMBRE /99.  
Calculado por C.J.E.

GRAVEDAD ESPECIFICA DEL SUELO

FRACCION QUE PASA EL TAMIZ # 4		P = 36.0 %	
picnómetro N°		2	7A
capacidad del picnómetro CC.		500.00	500.00
peso en gramos	picnómetro + muestra + agua (W <sub>1</sub> )	700.90	703.60
	picnómetro + agua a capacidad total (W <sub>2</sub> )	670.00	672.55
	recipiente + muestra seca	300.80	305.10
	recipiente	251.00	255.20
	muestra seca (W <sub>0</sub> )	49.80	49.90
temperatura de ensayo °C		20.00	20.00
gravedad específica a temperatura ensayo		2.642	2.654
factor de corrección por temperatura (k)		1.000	1.000
gravedad específica a temperatura 20°C		2.642	2.654
gravedad específica promedio (Gs)		2.65	
FRACCION RETENIDA EN EL TAMIZ # 4		R = 64.0 %	
peso en gramos	sumergido en agua: cesto + muestra sat. con sup. seca	3609.0	2990.0
	sumergido en agua: cesto	1789.0	1789.0
	sumergido en agua: muestra saturada con sup. seca	1820.0	1201.0
	muestra seca (A)	2900.0	1913.0
	volúmen de agua igual a la muestra seca (B)	3000.0	2000.0
gravedad específica aparente		2.685	2.687
gravedad específica aparente promedio (Ga)		2.69	
gravedad específica total $G = \frac{100}{P/Gs + R/Ga}$		2.68	

UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Proyecto SELVA ALEGRE - MANU.  
Sector BELLAVISTA - MANU.  
Kilómetro 15+700.  
Muestra N° 6.  
Profundidad \_\_\_\_\_

Yacimiento SUB-BASE.  
Fecha de recepción \_\_\_\_\_  
Ensayado por C.J.E.  
Fecha ENERO /80.  
Calculado por C.J.E.

ENSAYO DE COMPACTACION

método: AA5HO T-100. - D.

N° de golpes/capa: 56

Ensayo N°		1	2	3	4	5
agua mezclada	cm <sup>3</sup>	200	340	480	620	
volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2123.9	2123.9	2123.9	2123.9	
peso del molde	gr.	6625.0	6625.0	6625.0	6625.0	
peso molde + suelo húmedo	gr.	11161.0	11346.0	11521.0	11720.0	
peso suelo húmedo	gr	4536.0	4721.0	4896.0	4995.0	
densidad húmeda	gr/cm <sup>3</sup>	2.136	2.223	2.305	2.358	
contenido de humedad	%	6.12	7.67	9.39	11.88	
densidad seca	gr/cm <sup>3</sup>	2.013	2.065	2.107	2.018	

CONTENIDO DE HUMEDAD

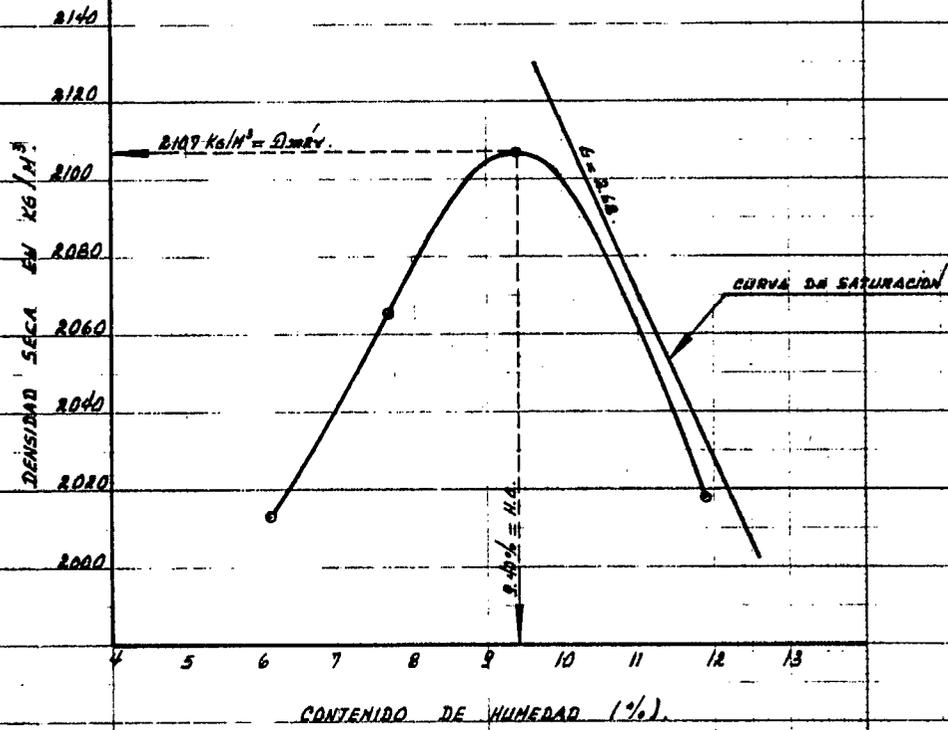
Ensayo N°		1		2		3		4		5
tarro N°		H-17	C-9	A-7	A-6	H-15	C-3	C-2	A-11	
peso tarro	gr.	31.62	31.88	31.34	31.80	31.43	31.86	32.02	31.25	
peso tarro + M. húmeda	gr.	211.53	189.35	185.38	195.81	176.34	175.21	171.64	171.43	
peso tarro + M. seca	gr.	200.96	180.45	174.11	184.44	163.94	162.88	156.55	156.82	
peso agua	gr.	10.57	8.90	11.27	11.37	12.40	12.33	15.09	14.61	
peso M. seca	gr.	169.34	148.57	142.77	152.64	132.51	131.02	124.53	125.57	
contenido de humedad	%	6.24	5.99	7.89	7.45	9.36	9.41	12.12	11.63	
contenido de hum. promedio	%	6.12		7.67		9.39		11.88		

máxima densidad seca: 2.107 gr/cm<sup>3</sup>

humedad óptima: 9.40 %

CURVA DE COMPACTACION.

MUESTRA Nº 6. SUB-BASE EST. 15+900



UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Tipo de Muestra \_\_\_\_\_  
 Compactada en Laboratorio Si  
 Indisturbada NO  
 En el campo o en el sitio \_\_\_\_\_  
 Clase de suelos SP-GH  
 Sobrecarga 10 LBS.

Carretera SELVA ALEGRE - MANU.  
 Lugar de origen EST: 15+700  
 Muestra de SUB-BASE  
 Muestra No 6  
 Ensayada por C.I.E.  
 Fecha de ensayo ENERO /80.

ENSAYO C.B.R.

Molde No.		2	4				
Número de capas		5	5				
Número de golpes por capa		56	56				
		ANTES del REMOJO	DESPUES del REMOJO	ANTES del REMOJO	DESPUES del REMOJO	ANTES del REMOJO	DESPUES del REMOJO
Peso muestra húmeda + molde	Gr	12065.0	12074.0	12004.0	12019.0		
Peso del molde	Gr	7255.0	7255.0	7248.0	7248.0		
Peso muestra húmeda	Gr	4810.0	4819.0	4756.0	4771.0		
Volumen de la muestra	cm. <sup>3</sup>	2085.0	2085.5	2085.0	2086.4		
Densidad húmeda	Gr/cm. <sup>3</sup>	2.307	2.311	2.281	2.287		
Densidad seca	Gr/cm. <sup>3</sup>	2.109	2.081	2.082	2.059		

CONTENIDO DE AGUA

Tarro No.		E	F	A	B	G	I	C	D				
P. muestra húmeda + tarro	Gr.	279.19	277.48	265.31	251.45	272.31	277.91	277.78	283.98				
P. muestra seca + tarro	Gr.	260.23	258.31	244.21	231.13	253.25	258.06	254.54	262.49				
Peso agua	Gr.	18.96	19.17	21.10	20.32	19.06	19.85	23.24	21.49				
Peso tarro	Gr.	60.22	51.97	50.71	50.22	56.26	47.16	56.04	56.93				
Peso muestra seca	Gr.	200.01	206.34	193.50	180.91	196.99	210.90	198.50	205.56				
Contenido de h.	%	9.48	9.29	10.90	11.23	9.68	9.41	11.71	10.43				
Contenido promedio de h.	%	9.39		11.07		9.55		11.07					
Agua absorbida	%			1.68				1.52					

# UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

ALTIMA DEL MOLDE 7 Pulg.  
 AREA DE PISTON 3 Pulg.<sup>2</sup>  
 N° DE GOLPES POR CAPA 56.

## ENSAYO C.B.R. DATOS DE ESPONJAMIENTO

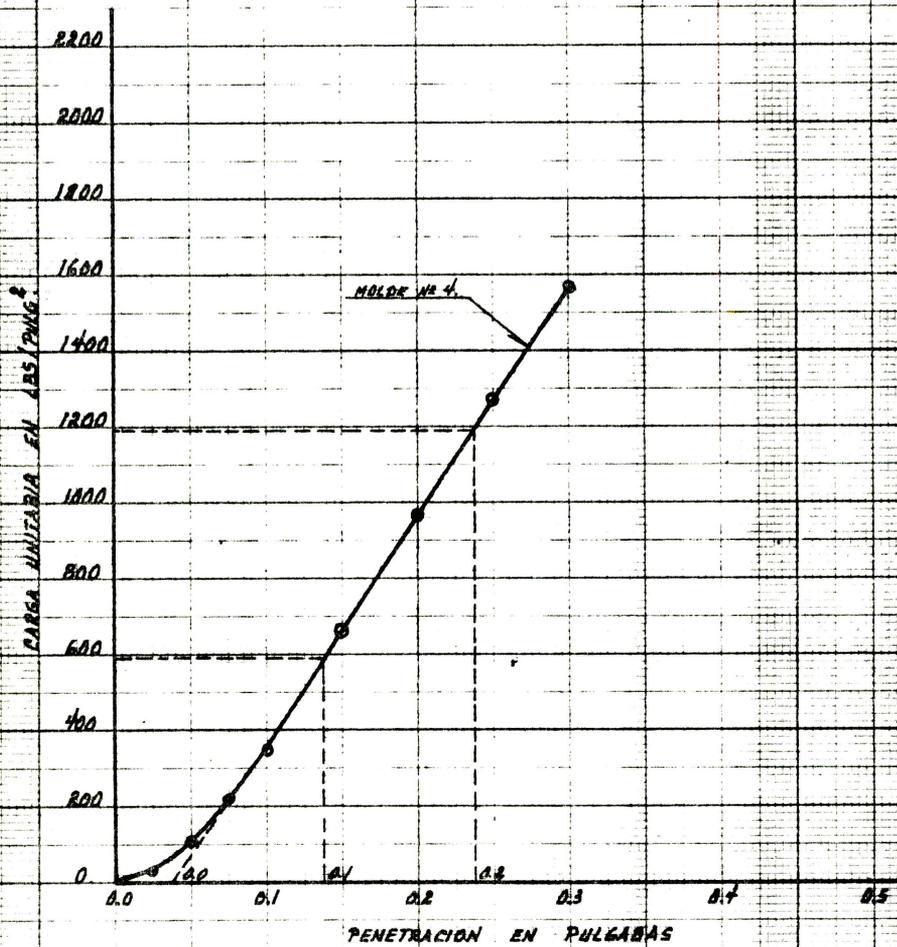
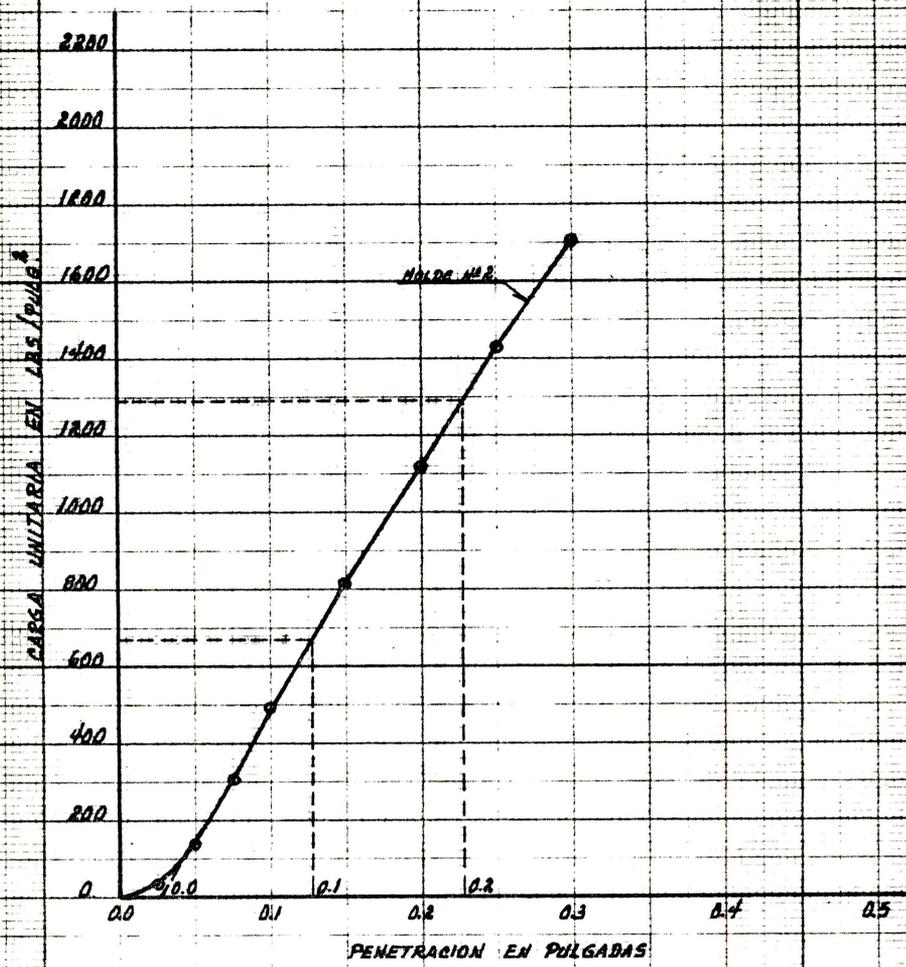
MATERIAL DE : SUB-BASE.  
 CARRETERA : SELVA ALEGRE - MANU.  
 LUGAR DE ORIGEN EST: 15+700.  
 PROFUNDIDAD : \_\_\_\_\_  
 FECHA : ENERO / 80

DIA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DIAS	MOLDE N° 2				DIA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DIAS	MOLDE N° 4				DIA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DIAS	MOLDE N° 2			
			LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO					LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO					LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO	
					PULG.	%						PULG.	%						PULG.	%
29-I	5 p.m.	0	—	4.500	0.000	0.00	29-I	5 p.m.	0	—	4.500	0.000	0.00			0				
30-I	"	1	0	4.500	0.000	0.00	30-I	"	1	2	4.502	0.002	0.04			1				
31-I	"	2	0	4.500	0.000	0.00	31-I	"	2	3	4.503	0.003	0.07			2				
1-II	"	3	1	4.501	0.001	0.02	1-II	"	3	3	4.503	0.003	0.07			3				
2-II	"	4	1	4.501	0.001	0.02	2-II	"	4	3	4.503	0.003	0.07			4				
		5							5							5				
		6							6							6				
		7							7							7				

ANILLO N° 12171  
 CONSTANTE = 2.533

### PENETRACION

SEG	MIN	TIEMPO PENETRAC. PULGADAS	MOLDE N° 2						MOLDE N° 4						MOLDE N° 2					
			CARGA		PRESIONES	PRESIONES	PRESION	VALORES	CARGA		PRESIONES	PRESIONES	PRESION	VALORES	CARGA		PRESIONES	PRESIONES	PRESION	VALORES
			DIAL	LBG.	Lbs/Pulg. <sup>2</sup>	CORRECCION Lbs/Pulg. <sup>2</sup>	STANDAR Lbs/Pulg. <sup>2</sup>	C.B.R.	DIAL	LBG.	Lbs/Pulg. <sup>2</sup>	CORRECCION Lbs/Pulg. <sup>2</sup>	STANDAR Lbs/Pulg. <sup>2</sup>	C.B.R.	DIAL	LBG.	Lbs/Pulg. <sup>2</sup>	CORRECCION Lbs/Pulg. <sup>2</sup>	STANDAR Lbs/Pulg. <sup>2</sup>	C.B.R.
		0	—	—				—	—											
		25	14	105	35			13	99	33										
		50	56	426	142			42	318	106										
		75	121	918	306			86	654	218										
		100	195	1488	494	690	1000	69.0	139	1056	352	590	1000	59.0						
		150	324	2463	821				262	1992	664									
		200	443	3366	1122	1290	1500	86.0	382	2904	968	1190	1500	99.3						
		250	567	4309	1436				502	3816	1272									
		300	674	5121	1707				620	4710	1570									
		400																		
		500																		



# UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Proyecto SELVA ALEGRE - MANU.  
 Sector BELLAVISTA - MANU.  
 Kilómetro 11+500.  
 Muestra N° 7.  
 Profundidad \_\_\_\_\_

Yacimiento BASE.  
 Fecha de recepción \_\_\_\_\_  
 Ensayado por C.J.E.  
 Fecha NOVIEMBRE /79  
 Calculado por C.J.E.

## ANALISIS GRANULOMETRICO

Tamiz	peso retenido parcial	peso retenido acumulado	% Retenido	% que pasa	% Especific.
3"					
2 1/2"					
2"	843	843	2	98	100
1 1/2"	3859	4702	21	79	90-100
1"	2867	7069	35	65	55-85
3/4"	1214	8283	41	59	50-80
1/2"	1341	9624	48	52	
3/8"	1410	11034	55	45	40-70
Nº 4	2532	13566	68	32	30-60
pasa el Nº 4	6434				
Nº 10	38.2	38.2	4	28	20-50
Nº 20					
Nº 40	102.0	140.2	15	17	10-30
Nº 70					
Nº 100					
Nº 200	102.7	242.9	26	6	5-15
fondo					
TOTAL	20 000.0				
peso total antes del lavado			<u>300.0 gr.</u>		
peso total después del lavado			<u>242.9 gr.</u>		

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

$$C_u = \frac{19.05}{0.42} = 45.36$$

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \cdot D_{60}}$$

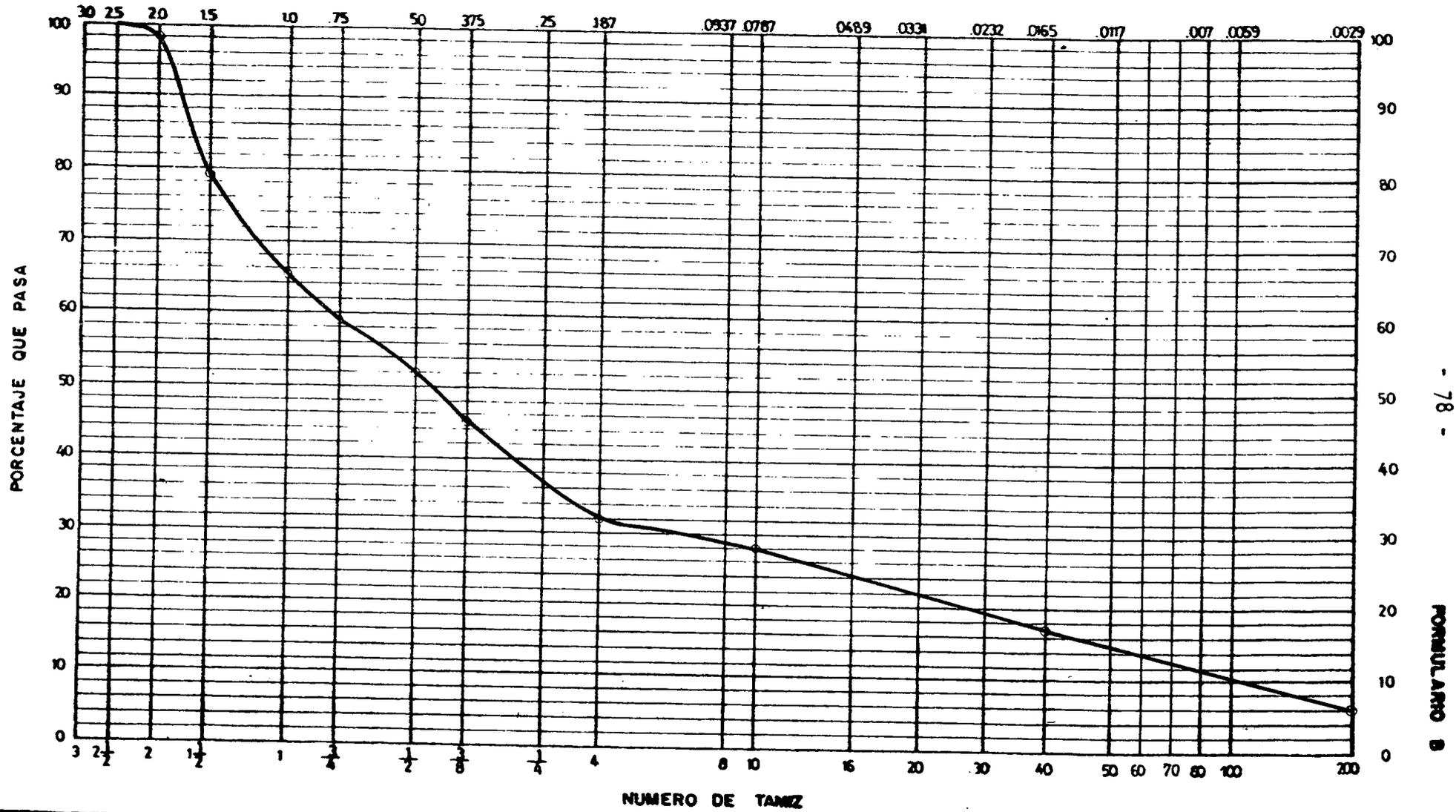
$$C_c = \frac{(3.0)^2}{0.42 \cdot 19.05} = 0.80$$

### CLASIFICACION

Límite líquido	23	
Límite plástico	NP.	
Índice plástico	0	
Índice de grupo	0	
clasificación	S.U.C.S.	GP- GM.
	A.A.S.H.O.	A-12.

# DIAGRAMA GRANULOMETRICO

ABERTURA DEL TAMIZ EN PULGADAS



- 78 -

- 173 -

FORMULARIO 9

Carrero: SELVA ALEGRE - MANU.

Sector: BELLAVISTA - MANU.

Abcisa: 11+500.  
0+000 en SELVA ALEGRE.

Muestra No.: 7.

Elaborado por: C.J.E.

# UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

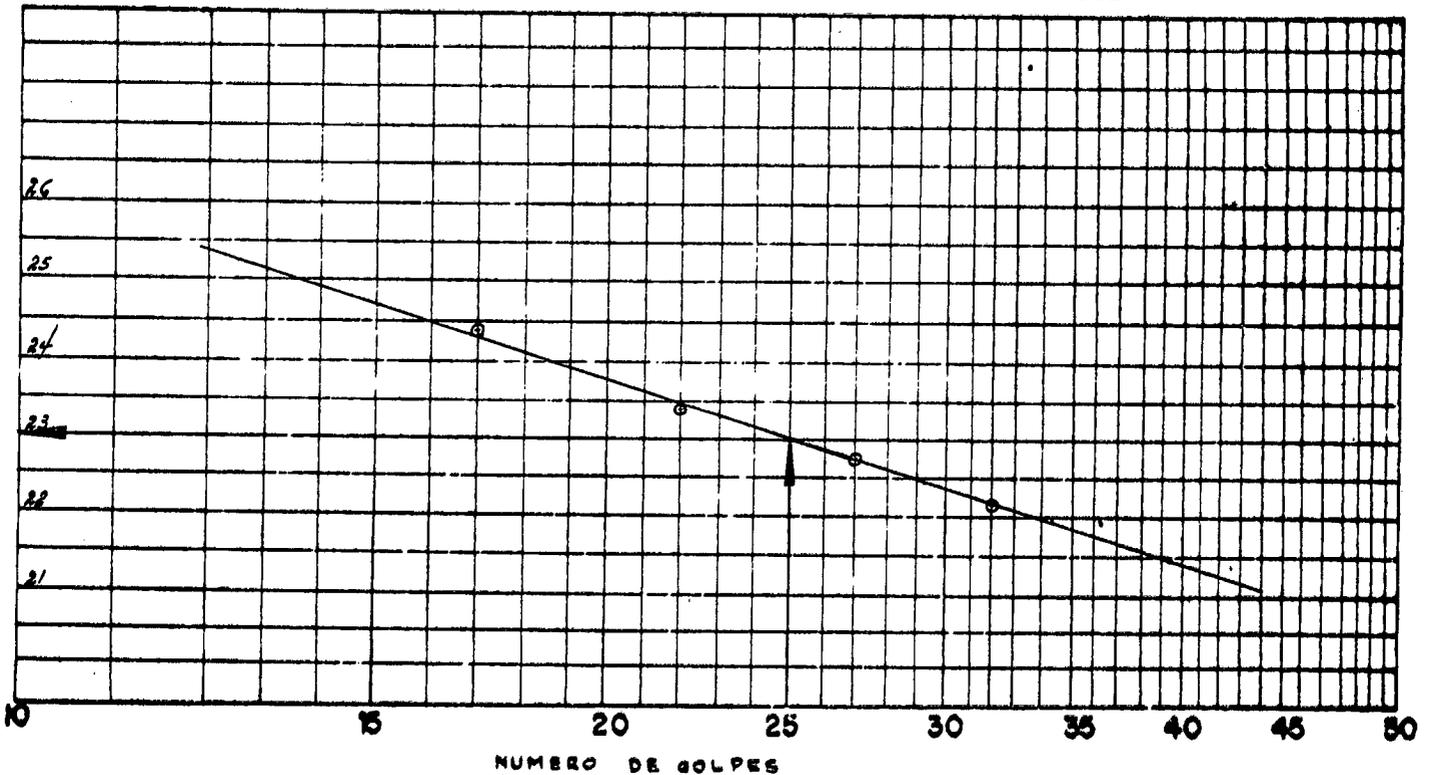
Proyecto SELVA ALEGRE - MANU. Yacimiento BASE.  
 Sector BELLAVISTA - MANU. Fecha de recepción \_\_\_\_\_  
 Kilómetro 11 + 500. Ensayado por C. JUAREZ. E.  
 Muestra No 7. Fecha DICIEMBRE 199.  
 Profundidad \_\_\_\_\_ Calculado por C. JUAREZ. E.

## LIMITES DE ATTERBERG

### LIMITE LIQUIDO

Tarro No.	C-7	C-8	A-9	C-11
No. de Golpes	32	27	22	17
M. Húmeda + tarro	48.07	49.84	52.09	48.69
M. Seca + tarro	45.13	44.83	48.18	45.38
Humedad	2.94	3.01	3.91	3.31
Peso tarro	31.85	31.60	31.47	31.82
P. Muestra Seca	13.28	13.23	16.91	13.56
% Humedad	22.14	22.75	23.40	24.41

### DETERMINACION GRAFICA DEL LIMITE LIQUIDO



### LIMITE PLASTICO

Tarro No.				
M. Húmeda + Tarro				
M. Seca + Tarro				
Humedad				
Peso Tarro				
Peso M. Seca				
% Humedad				

L.L. 23.  
 L.P. NP.  
 I.P. 0.

# UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Proyecto SELVA ALEGRE - MANU.  
 Sector BELLAVISTA - MANU.  
 Kilómetro 11+500  
 Muestra N° 7.  
 Profundidad \_\_\_\_\_

Yacimiento BASE.  
 Fecha de recepción \_\_\_\_\_  
 Ensayado por C.J.E.  
 Fecha DICIEMBRE / 79.  
 Calculado por C.J.E.

## GRAVEDAD ESPECIFICA DEL SUELO

FRACCION QUE PASA EL TAMIZ # 4		P = 32.0%	
picnómetro N°		2.	7A.
capacidad del picnómetro cc.		500.00	500.00
peso en gramos	picnómetro + muestra + agua (W <sub>1</sub> )	701.00	703.60
	picnómetro + agua a capacidad total (W <sub>2</sub> )	670.00	672.55
	recipiente + muestra seca	236.20	262.30
	recipiente	246.20	212.30
	muestra seca (W <sub>0</sub> )	50.00	50.00
temperatura de ensayo °C		19.50	19.50
gravedad específica a temperatura ensayo		2.632	2.639
factor de corrección por temperatura (k)		1.000	1.000
gravedad específica a temperatura 20°C		2.632	2.639
gravedad específica promedio (Gs)		2.64	
FRACCION RETENIDA EN EL TAMIZ # 4		R = 68.0%	
peso en gramos	sumergido en agua: cesto + muestra sat. con sup. seca	4245.0	4236.0
	sumergido en agua: cesto	1789.0	1789.0
	sumergido en agua: muestra saturada con sup. seca	2456.0	2447.0
	muestra seca (A)	3886.0	3879.0
	volúmen de agua igual a la muestra seca (B)	4000.0	4000.0
gravedad específica aparente		2.717	2.709
gravedad específica aparente promedio (Ga)		2.71	
gravedad específica total		2.69	
$G = \frac{100}{P/G_s + R/G_a}$			

# UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Proyecto SELVA ALEGRE - MANU.  
 Sector BELLONISTA - MANU.  
 Kilómetro 11+500.  
 Muestra N° 7.  
 Profundidad \_\_\_\_\_

Yacimiento BASE.  
 Fecha de recepción \_\_\_\_\_  
 Ensayado por C.J.E.  
 Fecha ENERO 1980.  
 Calculado por C.J.E.

## ENSAYO DE COMPACTACION

método: AASHTO T-100.- D.

N° de golpes/capa: 56.

Ensayo N°	1	2	3	4	5
agua mezclada cm <sup>3</sup>	150	290	430	570	710
volumen del molde cm <sup>3</sup>	2123.9	2123.9	2123.9	2123.9	2123.9
peso del molde gr.	6628.0	6628.0	6628.0	6628.0	6628.0
peso molde + suelo húmedo gr.	11137.0	11312.0	11536.0	11527.0	11543.0
peso suelo húmedo gr	4509.0	4684.0	4908.0	4959.0	4915.0
densidad húmeda gr/cm <sup>3</sup>	2.123	2.205	2.311	2.335	2.314
contenido de humedad %	3.55	5.64	7.51	9.40	10.34
densidad seca gr/cm <sup>3</sup>	2.050	2.087	2.150	2.134	2.097

## CONTENIDO DE HUMEDAD

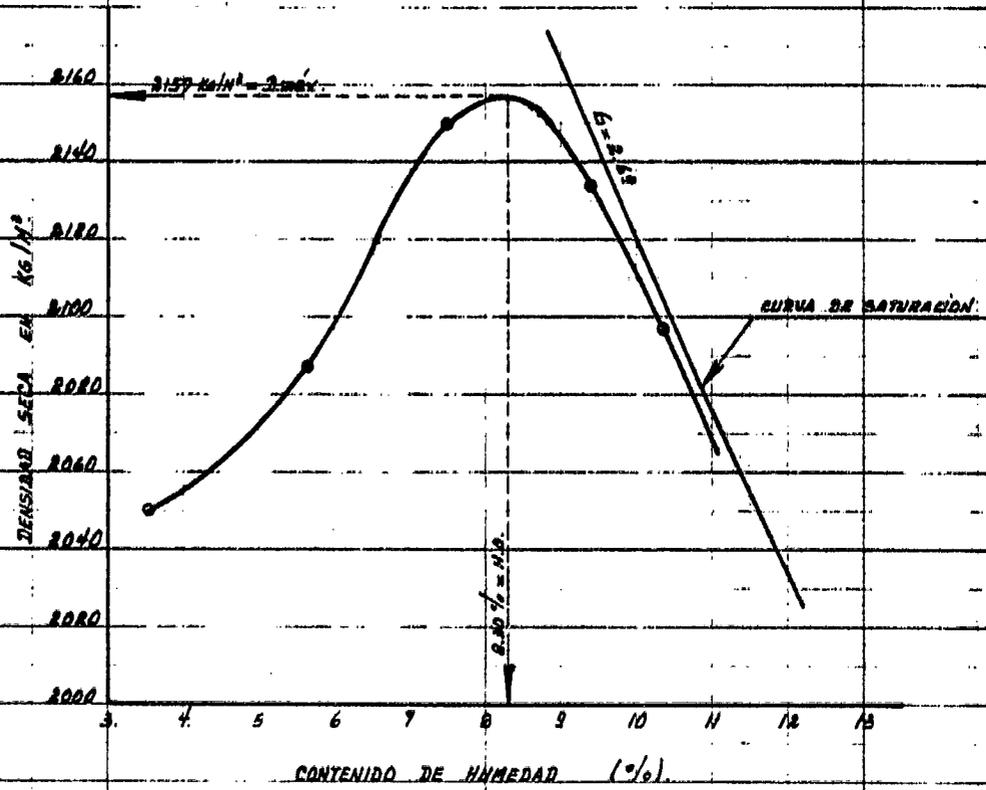
Ensayo N°	1		2		3		4		5	
	C-7	C-8	C-1	H-2	A-8	H-13	A-9	H-9	A-11	C-11
peso tarro gr.	31.85	31.60	31.65	31.62	31.89	32.10	31.47	31.65	31.25	31.88
peso tarro + M. húmeda gr.	171.62	178.78	166.95	165.29	174.96	174.40	168.93	176.54	178.61	183.31
peso tarro + M. seca gr.	166.65	173.92	159.55	158.35	164.79	164.63	156.80	164.43	164.88	169.03
peso agua gr.	4.97	4.86	7.40	6.94	10.17	9.77	12.13	12.11	13.73	14.28
peso M. seca gr.	134.80	142.32	127.90	126.73	132.90	132.53	125.33	132.78	133.63	137.21
contenido de humedad %	3.69	3.41	5.92	5.48	7.65	7.37	9.68	9.12	10.27	10.41
contenido de hum. promedio %	3.55		5.64		7.51		9.40		10.34	

máxima densidad seca: 2.157 gr/cm<sup>3</sup>

humedad óptima: 8.30 %

CURVA DE COMPACTACION

MUESTRA Nº 7. BASE EST: 11 + 500.



UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Tipo de Muestra \_\_\_\_\_  
 Compactada en Laboratorio SI  
 Indisturbada \_\_\_\_\_  
 En el campo o en el sitio \_\_\_\_\_  
 Clase de suelos GP-GM  
 Sobrecarga 10 lbs.

Carretera SELVA ALIGRE - NAMI  
 Lugar de origen EST: H+500  
 Muestra de BASE  
 Muestra No 7  
 Ensayada por C.A.E.  
 Fecha de ensayo ENERO/80

ENSAYO C.B.R.

Molde No.		2		4		
Número de capas		5		5		
Número de golpes por capa		56		56		
		ANTES del REMOJO	DESPUES del REMOJO	ANTES del REMOJO	DESPUES del REMOJO	ANTES del REMOJO
Peso muestra húmeda + molde	Gr	11959.0		11961.0		
Peso del molde	Gr	7255.0		7248.0		
Peso muestra húmeda	Gr	4704.0		4713.0		
Volumen de la muestra	cm. <sup>3</sup>	2085.0		2085.0		
Densidad húmeda	Gr/cm. <sup>3</sup>	2.256		2.260		
Densidad seca	Gr/cm. <sup>3</sup>	2.087		2.090		

CONTENIDO DE AGUA

Tarro No.		E	F		G	I			
P. muestra húmeda + tarro	Gr.	288.78	287.00		281.89	289.08			
P. muestra seca + tarro	Gr.	280.79	268.87		264.87	270.85			
Peso agua	Gr.	17.94	17.63		17.02	18.18			
Peso tarro	Gr.	60.28	51.97		56.26	47.16			
Peso muestra seca	Gr.	220.57	217.40		208.61	223.77			
Contenido de h.	%	8.13	8.11		8.16	8.10			
Contenido promedio de h.	%	8.12			8.13				
Agua absorbida	%								

# UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

ALTIMA DEL MOLDE 7 Pulg.  
 AREA DE PISTON 3 Pulg.<sup>2</sup>  
 N° DE GOLPES POR CAPA 56

## ENSAYO C.B.R. DATOS DE ESPONJAMIENTO

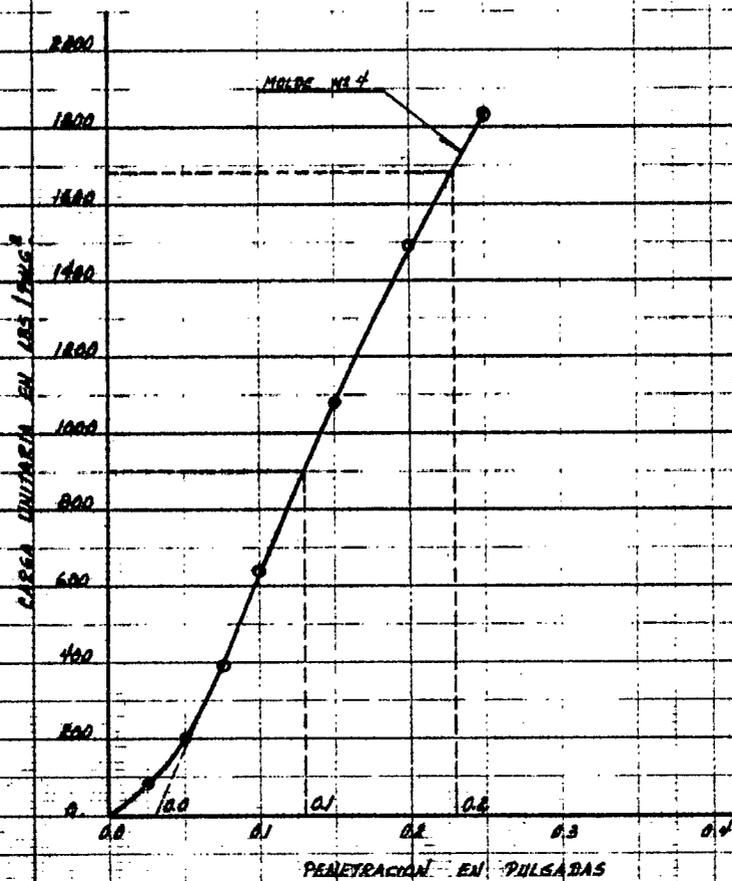
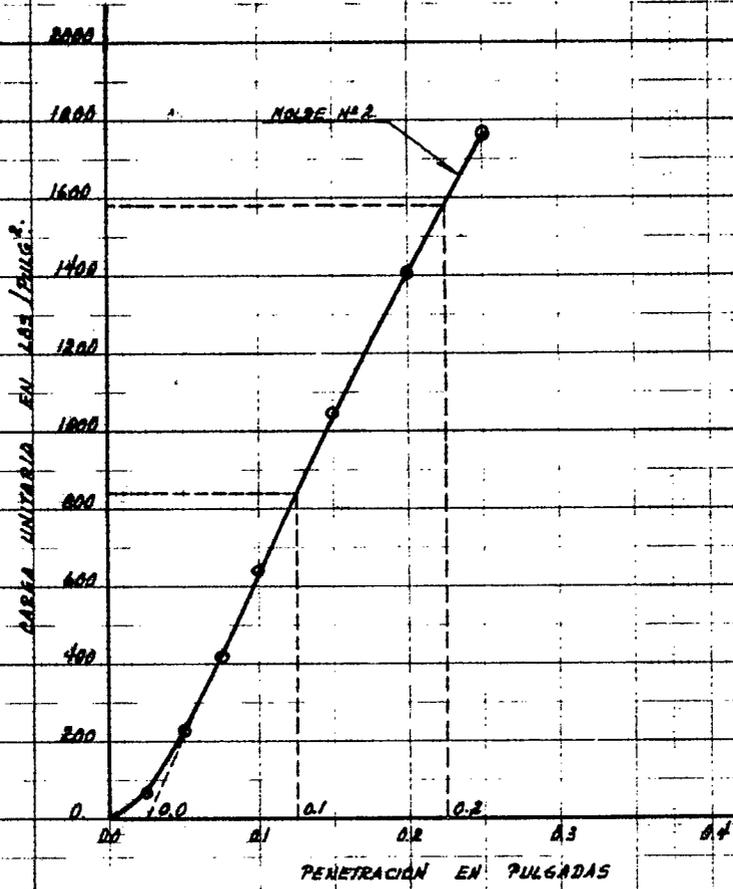
MATERIAL DE : BASE.  
 CARRETERA : SELVA ALEGRE - NANA.  
 LUGAR DE ORIGEN Est: 11+500  
 PROFUNDIDAD : \_\_\_\_\_  
 FECHA : ENERO / 80.

DIA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DIAS	MOLDE N°				DIA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DIAS	MOLDE N°				DIA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DIAS	MOLDE N°			
			LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO					LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO					LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO	
					PULG.	%						PULG.	%						PULG.	%
		0						0							0					
		1						1							1					
		2						2							2					
		3						3							3					
		4						4							4					
		5						5							5					
		6						6							6					
		7						7							7					

ANILLO N° 12171.  
 CONSTANTE = 2.533

### PENETRACION

TIEMPO	DIA	MIN	PENETRAC. PULGADAS	MOLDE N° 2					MOLDE N° 4					MOLDE N°							
				CARGA		PRESIONES	PRESIONES	PRESION	VALORES	CARGA		PRESIONES	PRESIONES	PRESION	VALORES	CARGA		PRESIONES	PRESIONES	PRESION	VALORES
				DIAL	LBG.	Lbs/Pulg <sup>2</sup>	CORRECCION Lbs/Pulg <sup>2</sup>	STANDAR Lbs/Pulg <sup>2</sup>	C.B.R.	DIAL	LBG.	Lbs/Pulg <sup>2</sup>	CORRECCION Lbs/Pulg <sup>2</sup>	STANDAR Lbs/Pulg <sup>2</sup>	C.B.R.	DIAL	LBG.	Lbs/Pulg <sup>2</sup>	CORRECCION Lbs/Pulg <sup>2</sup>	STANDAR Lbs/Pulg <sup>2</sup>	C.B.R.
			0	-		-															
			25	29	213	91				31	237	99									
			50	30	687	228				78	594	198									
			75	166	1260	420				155	1179	393									
			100	252	1914	638	240	1000	240	251	1908	636	900	1000	30.0						
			150	412	3132	1044				425	3231	1077									
			200	558	4289	1413	1580	1500	105.3	588	4469	1429	1680	1500	118.0						
			250	697	5298	1766				725	5508	1836									
			300																		
			400																		
			500																		



Carrizal. Selva Alegre - Maná.  
 Sector: Bellavista - Maná.  
 Km. 0.000 en Selva Alegre.

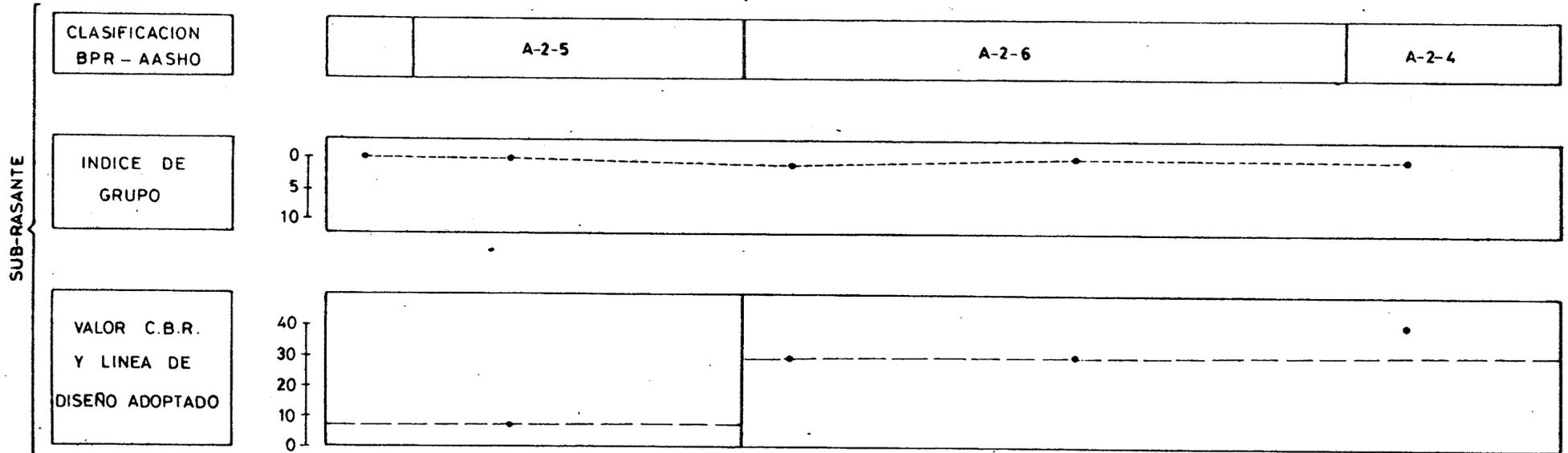
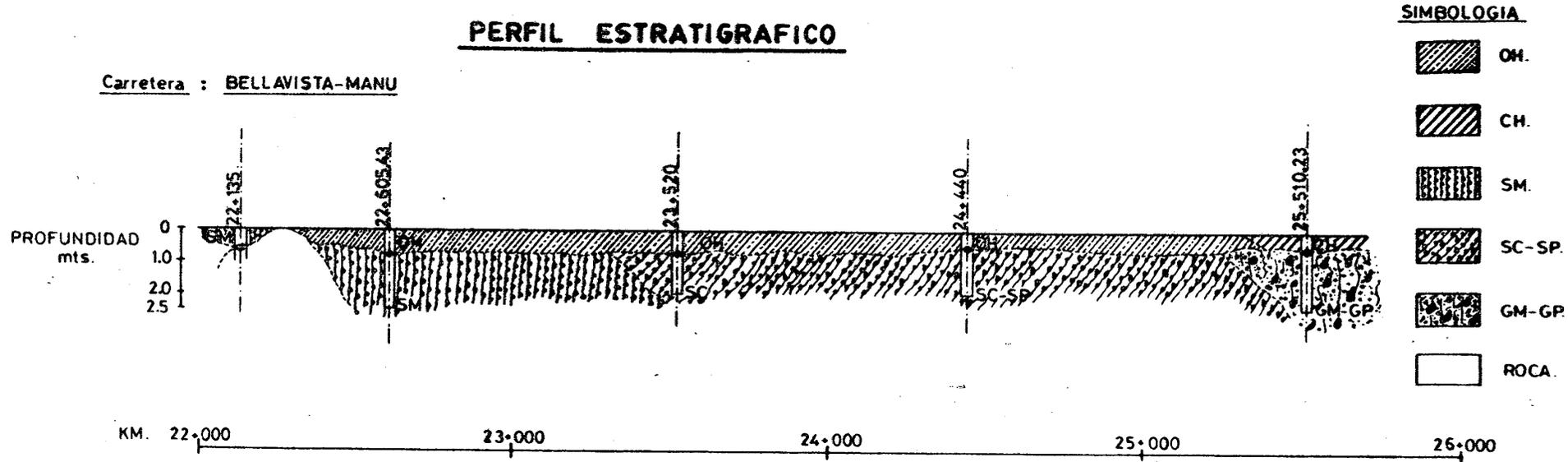
RESUMEN DE DATOS DE  
 MATERIAL DE SUBRASANTE

Hoja No 1 de 1

MUESTRA N°		FECHA	ABSCISA	GRANULOMETRIA (% que pasa)											L.L.	L.P.	L.Q.	CLASIF. P.R.A.	H.V.	DENS. MAX.	HUMED. OPT.	C.B.R.	
Lab.	Compo			3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	1/4"	10	40									200
1			22+135					100	97	89	85	75	60	38	25	48	9	0	A-2-5	20.78			
2			22+605.43									100	96	75	52	54	19	8	A-7-5	20.85			
3			23+520							100	98	95	91	80	65	57	25	14	A-7-5	19.43			
4			24+440									100	98	87	69	57	23	15	A-7-5	17.33			
5			25+510.23									100	98	84	55	51	25	11	A-7-6	15.53			
S-1			22+135																Roca				
S-2			22+605.43									100	91	50	33	44	9	0	A-2-5	14.83	1820	15.30	7
S-3			23+520					100	97	94	91	78	63	36	25	39	17	1	A-2-6	10.60			
S-4			24+440						100	98	93	64	37	17	12	38	14	0	A-2-6	11.19	1965	11.70	30
S-5			25+510.23	100	94	78	55	45	38	33	27	25	20	10	37	8	0	A-2-4	10.46	1910	12.50	40	

# PERFIL ESTRATIGRAFICO

Carretera : BELLAVISTA-MANU



DESCRIPCION DEL ENSAYO DE DESGASTE POR ABRASION DEL AGREGADO GRUESO U  
UTILIZANDO LA MAQUINA DE LOS ANGELES. (AASHO T - 96)

OBJETO:

Este método establece el procedimiento para determinar el desgaste por abrasión del agregado grueso menor de 1 1/2", utilizando la máquina de Los Angeles.

EQUIPO:

- Máquina de desgaste de Los Angeles.
- Tamices: 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", N° 12, de acuerdo con las especificaciones AASHO Standard.
- Horno: que mantenga la temperatura de 105° C.
- Balanza: capacidad de 5 Kg. y sensible a 1.0 gr.
- Carga Abrasiva: esferas de acero de 1 7/8 de diámetro y peso de 390 a 445 gr.. El número de esferas que se debe usar depende del tipo de granulometría.

<u>Granulometría</u>	<u>Número de esferas</u>	<u>Peso de la carga en gr.</u>
A	12	5000 ± 25
B	11	4584 ± 25
C	8	3330 ± 20
D	6	2500 ± 15

MUESTRA:

Consistirá en un agregado limpio, secado al horno a peso constante a temperatura de 105 a 110°C. y su granulometría ha de corresponder a una de las indicadas en el cuadro siguiente (la granulometría que se use debe ser aquella que represente más aproximadamente la granulometría natural del material):

GRANULOMETRÍA DE LAS MUESTRAS

Tamices (Aberturas cuadradas)		Granulometría de las muestras (Peso en gramos)			
Pasa	Retenido en	A	B	C	D
1 1/2	1	1250 <sup>-</sup> 25	-	-	-
1	3/4	1250 <sup>+</sup> 25	-	-	-
3/4	1/2	1250 <sup>+</sup> 10	1250 <sup>+</sup> 10	-	-
1/2	3/8	1250 <sup>+</sup> 10	1250 <sup>+</sup> 10	-	-
3/8	Nº 3	-	-	2500 <sup>+</sup> 10	-
Nº 3	Nº 4	-	-	2500 <sup>+</sup> 10	-
Nº 4	Nº 8	-	-	-	5000 <sup>+</sup> 10
Total: . . . . .		5000 <sup>+</sup> 10	5000 <sup>+</sup> 10	5000 <sup>+</sup> 10	5000 <sup>+</sup> 10

PROCEDIMIENTO:

Se coloca la muestra y la carga abrasiva en la máquina de Los Angeles, se hace girar el tambor a una velocidad de 30 a 33 revoluciones por minuto. Al cabo de las 500 revoluciones se saca la muestra de la máquina y se pasa a través del tamiz Nº 12. El material retenido en el tamiz Nº 12, se debe lavar, secar el horno a temperatura de 105 ó 110°C y pesar con aproximación de 1.0 gr.

CALCULOS:

La diferencia entre el peso original y el peso final de la muestra ensayada expresada en porcentaje del peso inicial es el llamado "Porcentaje de Desgaste" del material.

ENSAYO DE DESGASTE POR ABRASION

Método de los Angeles AASHO T-96

Material : Agregado grueso para Sub-base  
Procedencia : Est. 15 + 700  
Fecha : Abril/80  
Granulometría Tipo: A  
Número de Esferas: 12

REVOLUCIO NES	MUESTRA REF. TAMIZ Nº 12 + PAN	PAN	RETENIDO TAMIZ Nº 12	PASA TAMIZ Nº 12	% PASA TAMIZ Nº 12
0	7753 gr.	2748gr.	5005gr.		
500	6499 gr.	2748gr.	3751gr.	1254 gr.	25.05

ENSAYO DE DESGASTE POR ABRASION

Método de los Angeles AASHO T-96

Material : Agregado grueso para Base  
Procedencia : Est. 11 + 500  
Fecha : Abril/80  
Granulometría Tipo: A  
Número de Esferas: 12

REVOLUCIO NES	MUESTRA REF. TAMIZ Nº 12 + PAN	PAN	RETENIDO TAMIZ Nº 12	PASA TAMIZ Nº 12	% PASA TAMIZ Nº 12
0	7752 gr.	2748gr.	5004 gr.		
500	6655 gr.	2748gr.	3907 gr.	1097 gr.	21.92

# CUADRO RESUMEN DE ENSAYOS



MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS  
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

PROYECTO: Selva Alegre - Bellavista - Maná.  
ESTUDIO DE 1.- Sub-base. 2.- Base.

Fecha: (del informe) Febrero/80.

Nº DE ENSAYOS	GRANULOMETRIA (% QUE PASA) MALLAS																L. L.	I. P.	DENSIDAD MAXIMA	HUMEDAD OPTIMA	HUMEDAD NATURAL	C. B. R.	ABRASION	DESGASTE SULFATOS	PELADURA
	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	4	8	10	30	40	50	100	200									
1				98	87	78	65	53	36		21		9		6	5	30	6	2107	9.40		59	25		
2			98	79	65	59	52	45	32		28		17			6	23	NP.	2157	8.30		84	22		
3																									
4																									
5																									

Con. Asfáltico								55-75	45-62	35-50		19-30		13-23	7-15	0-8									40	12	
Carp. Asfáltico 1"							100	80-100	70-90	50-70	35-50		18-29		13-23	8-16	4-10									40	12
Carp. Asfáltico 2"								60-80	48-75	35-70		19-30		13-23	7-15	0-8										40	12
Base FP-61 B-1			100	70-100	55-85	50-80		40-70	30-60		20-50		10-30			5-15	25 máx	6 máx								50	
Base MOP-73 B-1			100	85-100	65-90	50-85		35-65	25-45		15-35		8-22			2-10	25 máx	6 máx				80min			50		
Sub-Base FP-61 A	100															0-15		6 máx									
MOP-73	100																35 máx	9 máx				30min					

LA GRANULOMETRIA SE REALIZO CON LA MUESTRA

- ORIGINAL DE LA MINA
- LUEGO DE CRIBADA
- LUEGO DE TRITURADA

SECCION 5.7. CONCLUSION: ESTUDIO DE SUB-RASANTE

MUESTRA N° S-1.- Est: 22 + 135.

Clasificación: Roca Ignea, eruptiva, ácida. Variedad Riolita.

Descripción del material: Roca antigua de origen volcánico, de grano fino a medio, de color claro, presenta - fracturas y oxidación debido a su proceso de transformación.

MUESTRA N° S-2.- Est : 22 + 605.43

Clasificación: BPR - AASHO : A-2-5

SUCS : SM.

Descripción del material : Mezcla mal graduada de arena y li-  
mo.

Valor como Sub-rasante : Regular a Bueno.

Equipo de compactación : Rodillos de neumáticos y pata de -  
cabra.

% Mínimo de compactación requere-  
do : 95% Dmáx. AASHO T-180.

MUESTRA N° S-3.- Est: 23 + 520

Clasificación: BPR - AASHO : A-2-6.

SUCS : SC.

Descripción del material : Mezcla mal graduada de arena y arc*u*  
lla.

Valor como sub-rasante : Regular a Bueno.

Equipo de compactación : Rodillos de neumáticos y pata de -  
cabra.

% Mínimo de compactación requeri-  
do : 95% Dmáx. AASHO T-180.



mo los asentamientos. En todo caso se adoptarán las especificaciones determinadas por el MOP para este efecto.

SECCION 5.8. CONCLUSION: ESTUDIO DE AFIRMADOS

MUESTRA N° 6.- Est: 15 + 700

Clasificación: BPR - AASHO : A-la  
SUCS : GP-GM  
Descripción del material : Mezcla mal graduada de grava, arena y limo.  
Equipo de compactación : Rodillos de neumáticos, lisos.  
% Mínimo de compactación requerido : 100% Dmáx. AASHO T-180.  
CBR de diseño : 59%  
Control de humedad : Normal.

MUESTRA N° 7.-

Compuesta por : 82% Material de la mina de la est. - 11 + 500.  
18% Arena de Tenta.  
Clasificación: BPR - AASHO : A-la  
SUCS : GP-GM  
Descripción del material : Mezcla mal graduada de grava, arena y limo.  
Equipo de compactación : Rodillos de neumáticos y lisos.  
% Mínimo de compactación requerido : 100% Dmáx. AASHO T-180.  
CBR de diseño : 84%  
Control de humedad : Estricto.

Como la compactación especificada para éstos materiales es - del 100% Dmáx. ASSEO T-180, los CBR fueron determinados a ésta densidad y para escoger el CBR de diseño se optó por el criterio mas con-

servador, se tomó el menor valor de los CBR a la penetración de 0.1" pulgadas, ésto para actuar del lado de la seguridad.

En el cuadro de resumen adjunto, constan los resultados de los ensayos realizados y las especificaciones que el MOP. dispone para este estudio.

NOTA.- Los ensayos de CBR para la base, se los ha realizado a manera informativa, ya que los valores así obtenidos no son confiables para el diseño de pavimentos, según se indica en el Manual de Diseño de Carreteras MOP-001-E. que dice: "Los ensayos CBR de laboratorio no deben usarse para determinar el valor CBR de diseño para materiales no tratados de base, puesto que el procesamiento de las muestras para ensayos de laboratorio y la fricción que se produce en el molde de prueba pueden afectar a los resultados del ensayo. En su lugar se usarán valores CBR cuidadosamente establecidos".

#### SECCION 5.9. DISEÑO DE PAVIMENTOS

El pavimento es la estructura del camino, que se apoya sobre la sub-rasante, y tiene la función de recibir las cargas del tráfico y transmitir las hacia la sub-rasante, de manera que no se produzcan deformaciones permanentes en ésta; por lo tanto el espesor del pavimento no sólo depende de los materiales que lo componen sino en especial de las características de soporte de la sub-rasante.

El cálculo de los espesores de las diferentes capas que forman el pavimento es lo que se denomina diseño de pavimento. Su finalidad básica es la de seleccionar los materiales existentes, de modo que exista un perfecto aprovechamiento de los mismos.

En general un pavimento esta formado por las siguientes ca-

pas: sub-base, base, capa de rodadura y capa de desgaste o sello.

#### 5.9.1. Sub-base

Es la capa de material seleccionado que se coloca encima de la sub-rasante; tiene por objeto servir de capa de drenaje al pavimento, controla o elimina los cambios de volumen, elasticidad y plasticidad perjudiciales que pueden provenir del material de la sub-rasante, controla la ascensión de aguas capilares.

Los materiales usados en la sub-base pueden ser: grava, arena, residuos de material de cantera, etc.. También suele emplearse el material de la sub-rasante mezclado con materiales más resistentes.

Para este proyecto, a la altura de la abscisa 15+700, se localizó un material que cumple con la normativa del MOP. para sub-bases, y cuyas características se encuentran en las hojas de ensayos respectivas.

#### 5.9.2. Base

Es la capa que se coloca sobre la sub-base, y tiene la finalidad de absorber directamente los esfuerzos transmitidos por las cargas de los vehículos y repartirlas uniformemente a las capas inferiores tanto a la sub-base como a la sub-rasante.

La base debe estar formada de agregados de buena graduación, de piedra triturada y mezclas de grava y arena trituradas o no, materiales que pueden ser estabilizados adecuadamente con cemento Portland, asfalto o cal.

En el presente estudio, en las inmediaciones de la abscisa - 11+500, se encontró el material para base más adecuado del sector, al

cual hubo la necesidad de adicionarle un porcentaje en peso de arena, con el objeto de disminuir su Límite Líquido, y enmarcarlo dentro de las especificaciones.

Con la mezcla adecuadamente obtenida se efectuaron los ensayos, y los resultados constan en las hojas respectivas.

### 5.9.3. Capa de rodadura

Se coloca encima de la base y consiste en una mezcla bituminosa o de concreto. Su función es impermeabilizar la base y evitar el desgaste rápido de la misma a causa del tránsito de los vehículos.

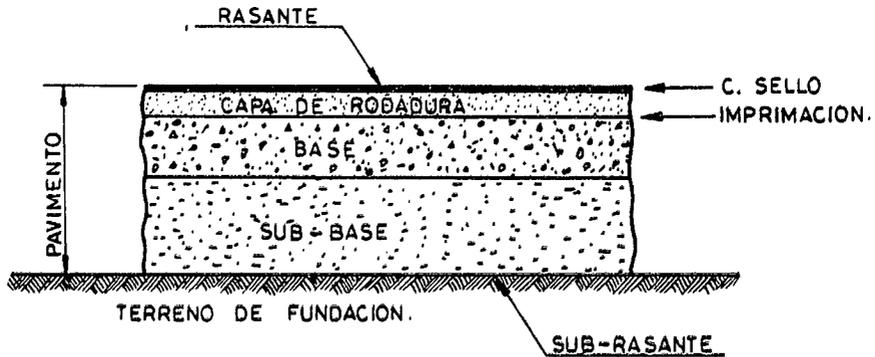
Previo al tendido de la capa de rodadura se coloca la IMPRIMACION, que consiste en un riego de material bituminoso sobre la base, con los siguientes propósitos:

- a) Impermeabilizar la superficie de la base.
- b) Llenar los vacíos capilares.
- c) Recubrir y unir las partículas minerales sueltas.
- d) Endurecer o estabilizar la base.
- e) Mejorar la adherencia entre la base y un tratamiento superficial.

### 5.9.4. Capa de desgaste o sello

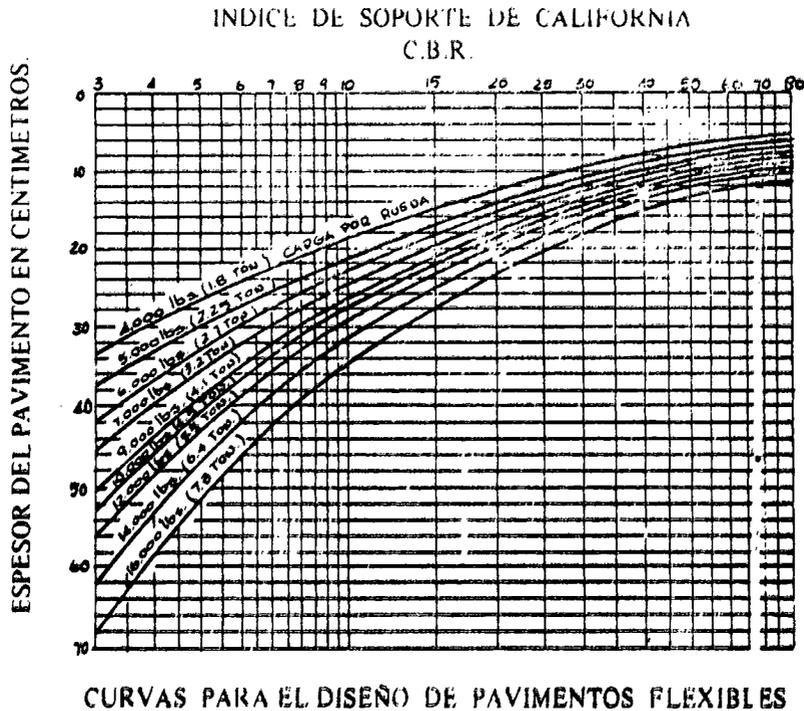
Es una mezcla bituminosa que se coloca sobre la capa de rodadura; impermeabiliza y protege a la misma contra la acción abrasiva de las ruedas de los vehículos.

CAPAS DE UN PAVIMENTO



5.9.5. Cálculo de los espesores de las capas del pavimento

Para éste dimensionamiento, utilizaré el método del Índice de Soporte California (CBR). Para el diseño por este método se utiliza el ábaco adjunto, el cual relaciona el espesor del pavimento con el CBR. para cada tipo de tráfico (carga máxima por rueda).



Para el diseño por medio de este método se debe preveer:

- a) Un buen sistema de drenaje, tanto superficial como subterráneo.
- b) La sub-rasante debe compactarse a la humedad óptima hasta alcanzar por lo menos el 95% de la densidad máxima.
- c) Los materiales de sub-base y base deberán compactarse al 100% de sus densidades máximas y la humedad será la óptima respectiva.

Para el diseño del pavimento se ha considerado dos tramos: el primero de la abscisa 21+614.67 a la 23+400 con un valor de CBR de diseño de la sub-rasante de 7%, y el segundo de la 23+400 a la 25+880 - con un CBR de diseño de la sub-rasante de 30%. Se ha hecho esta división por considerarlo conveniente económicamente, debido a la notoria diferencia existente entre los CBR de la sub-rasante, que dará como consecuencia diferentes espesores de pavimento.

DATOS GENERALES: Carretera de III Orden, de 300 a 1000 TPDA.  
Carga por rueda HS-20-44 12000 lbs.  
Sub-base CBR = 59%  
Base CBR = 84%

DISEÑO DEL PRIMER TRAMO Km 21+614.67 - 23+400.

DATO ADICIONAL: Sub-rasante CBR de diseño = 7%

SOLUCION: Del ábaco, utilizando la curva de 12000 lbs.

Con CBR = 7% ... Espesor total del pavimento = 36 cm.

Con CBR = 59% ... Espesor (base + capa de rodadura) = 12 cm.

Luego: Espesor de la sub-base = 36 - 12 = 24 cm.

Espesor base 12 cm.

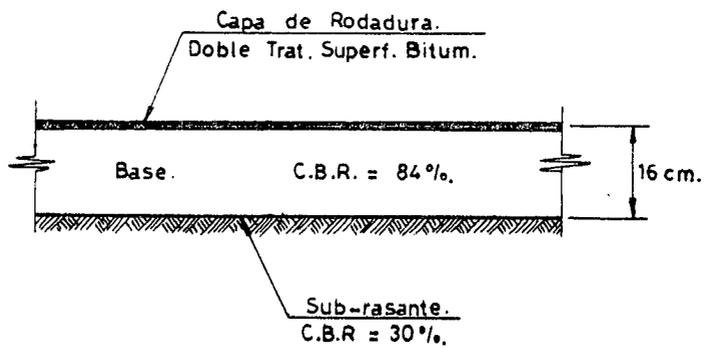
Espesor total del pavimento 36 cm.

Pero el Instituto de Asfalto y Pavimento para Calles y Carrete



Aplicando la norma indicada anteriormente, el diseño corregido queda así:

Espesores de: Base ..... 16 cm.  
                  Sub-base ..... 0 cm.  
Espesor total del pavimento ..... 16 cm.



## CAPITULO VI

### ESTRUCTURAS DE DRENAJE

---

#### SECCION 6.1. OBJETO E IMPORTANCIA

El objeto fundamental del drenaje es la eliminación del agua que pueda poner en peligro la estabilidad de una carretera, esto se consigue evitando que el agua llegue a la vía o evacuando rápidamente la que inevitablemente le llega. Dado que el peor enemigo de la vida de un camino es el agua, el drenaje reviste mucha importancia dentro del proyecto de una vía, ya que incidirá notablemente en el trazado, proporcionándole a la postre estabilidad y economía en su mantenimiento.

El estudio del drenaje se lo analiza en dos aspectos a saber:

a) Drenaje Superficial. Destinado a eliminar el agua que se escurre sobre el terreno o camino, - sea que provenga directamente de la lluvia, de cauces naturales o de aguas almacenadas.

b) Drenaje Subterráneo. Encargado de la interceptación y control de aguas subterráneas que flu-

yen lateralmente bajo la influencia de la gravedad o que se elevan verticalmente por efecto de la capilaridad.

El diseño de las estructuras de drenaje en cuanto se relaciona al drenaje superficial abarca: cunetas de plano, cunetas de coronación, canales, alcantarillas y puentes. Todo esto sin descuidar el bombeo de la superficie de la calzada que constituye también una obra para la protección del camino.

Dentro del estudio del drenaje superficial se consideran dos puntos básicos que son:

1. Hidrología. Para la estimación de los caudales máximos de escurrimiento que debe drenarse.
2. Diseño Hidráulico. Para la selección de los tipos y tamaños de las estructuras de drenaje para servir a los escurrimientos estimados sin que se produzcan problemas de socavación o embalsamiento.

## SECCION 6.2. CUNETAS

### 6.2.1. Cunetas de coronación

Son canales destinados a evitar que las aguas que se escurren por las laderas lleguen hacia los taludes en corte y pongan en serio peligro la estabilidad de los mismos.

Al diseñar este tipo de cunetas se tendrá en cuenta a más del área a drenarse y la ubicación de las mismas, la naturaleza del suelo donde se las va a construir, por cuanto en la mayoría de los casos el terreno de los taludes es erosionable y al producirse filtraciones de agua se ocasionan deslaves y derrumbes. Por este motivo se recomien-

da la construcción de cunetas de coronación revestidas.

En el proyecto tema de esta Tesis no considero el diseño de este tipo de cunetas por existir hacia arriba de la ladera a regular distancia un canal de riego, que por la importancia que para el sector representa va a ser revestido y tecnificado por INERHI. El cual en cierta forma cumplirá la función de cuneta de coronación en algunos sectores que es necesario.

#### 6.2.2. Cunetas de plano (Cunetas laterales)

Son canales abiertos junto y a lo largo de la carretera generalmente paralelos a ella, que se construyen con el objeto de recoger el agua que se escurre de la superficie de la calzada debido al bombeo, taludes en corte y terrenos adyacentes a la vía. Estas conducen el agua en longitudes prudencialmente cortas hasta sitios de desfogue, que pueden ser alcantarillas o canales de salida.

La evacuación del agua a través de las cunetas se realiza por efecto de la pendiente longitudinal de las mismas, que da origen a la velocidad de circulación del agua que para el caso de cunetas sin revestir estará entre 0.50 y 1.50 m/seg.. Cuando la pendiente longitudinal de la vía sea mayor al 6% dará como consecuencia mayores velocidades y las cunetas tendrán que ser necesariamente revestidas para evitar la erosión, excepto cuando las mismas se encuentran en roca.

En mi estudio he considerado el diseño de cunetas revestidas por existir en el proyecto varias gradientes longitudinales mayores al 6% y además porque darán mayor estética a la vía.

El diseño de cunetas obedece a los principios de la Mecánica de Fluidos, en lo concerniente a canales abiertos para lo cual se emplea la fórmula de Manning:

$$Q = A.V. \quad \text{siendo: } V = \frac{Q^{2/3} \cdot S^{1/2}}{n}$$

En donde: Q = caudal descargado en m<sup>3</sup>/seg.

A = área de la sección de la corriente en m<sup>2</sup>.

V = promedio de velocidad del agua en m/seg.

R = radio hidráulico en m. =  $\frac{\text{área de la sección (m}^2\text{)}}{\text{perímetro mojado (m)}}$

S = pendiente hidráulica en m/m.

n = coeficiente de rugosidad que depende del tipo -  
de recubrimiento.

El factor fundamental en el diseño de las cunetas es el caudal, el mismo que depende del área a drenarse, la cual para el proyecto que se ocupa es relativamente pequeña por consideraciones relacionadas con el buen drenaje, que da como consecuencia un caudal inferior al que es capaz de evacuar la cuneta triángular de dimensiones mínimas especificadas por el MOP. para esta clase de carreteras, como puede observarse a continuación:

- Caudal a drenarse por la cuneta.

$$\text{Aplicando la fórmula del Método Racional: } Q = \frac{C.I.A.}{360}$$

Donde: Q = caudal en m<sup>3</sup>/seg.

C = coeficiente de escurrimiento.

I = intensidad máxima de la precipitación pluvial en  
mm/hora.

A = área a drenarse en hectáreas.

Para este caso: C = 0.50 (tierra con hierba ligeramente permeable)

La intensidad de precipitación pluvial (I), según el Servicio

Nacional de Meteorología e Hidrología, para una elevación de 2228 m. s.n.m. obedece a la ecuación:

$$I = \frac{347}{t^{0.72}} \quad t = \text{tiempo de duración de la precipitación en minutos; que para el sector de la vía en estudio, se averiguó que el máximo fué 5 minutos.}$$

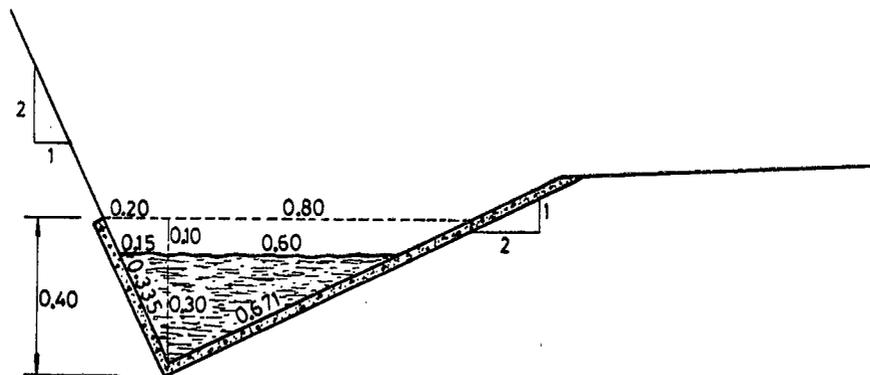
$$I = \frac{347}{5^{0.72}} = 108.91 \text{ m.m/h.} \quad \underline{I = 108.91 \text{ mm/h.}}$$

A = 2 ha.

$$\text{Luego } Q = \frac{0.50 \times 108.91 \times 2}{360} \quad \underline{Q = 0.303 \text{ m}^3/\text{seg.}}$$

- Caudal que es capaz de drenar la cuneta tipo especificada - por el MOP. actuando con una altura libre de seguridad de 10 cm.

$$Q = \frac{A \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}}{n}$$



$$\text{Area efectiva de la cuneta: } A = \frac{0.75 \times 0.30}{2} = 0.113 \text{ m}^2$$

$$\text{Perímetro mojado } P_m = 0.335 + 0.671 = 1.006 \text{ m.}$$

$$R = \frac{A}{P_m} = \frac{0.113}{1.006} \quad R = 0.112 \text{ m.}$$

Adoptando la menor gradiente longitudinal del proyecto, se da-

rá el menor caudal que puede evacuar la cuneta.

$$S = 0.036$$

$$n = 0.016 \text{ para cuneta revestida.}$$

Reemplazando valores se tiene:

$$Q = \frac{0.113 \times (0.112)^{2/3} \times (0.036)^{1/2}}{0.016} \quad Q = 0.311 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

De los resultados puede deducirse que la cuneta tipo recomendada por el MOP. satisface plenamente el drenaje requerido. Por esta razón ha adoptado este tipo de cuneta, cuyas dimensiones y características se encuentran en el gráfico de la sección transversal típica de la vía.

CANTIDADES DE OBRA. CUNETAS LATERALES

ABSCISAS	LONGITUD DE CUNETAS ML	SECCION DE EXCAVACION M <sup>2</sup>	VOLUMEN A EXCAVARSE M <sup>3</sup>
Km.21+614.67 - 22+000	375	0.20	75.00
Km.22+000 - 23+000	1330	0.20	266.00
Km.23+000 - 24+000	1385	0.20	277.00
Km. 24+000 - 25+000	1455	0.20	291.00
Km.25+000 - 25+800	1410	0.20	282.00
<b>TOTAL</b>	<b>5955 ML.</b>	<b>0.20 M<sup>2</sup></b>	<b>1191.00 M<sup>3</sup></b>

SECCION 6.3. ALCANTARILLAS

Son estructuras que permiten el cruce del agua drenada a través de la carretera hacia sitios de evacuación sin causar molestias al tráfico.

### 6.3.1. Ubicación

En cuanto se relaciona con la ubicación de las alcantarillas, con el fin de obtener mayor eficiencia y seguridad, se proyectaron - las mismas ajustándose en lo posible a la topografía del terreno, con siderando factores como alineamiento, pendiente y elevación o cota - del fondo del cause natural con el objeto de transformar menos el régimen hidráulico que las corrientes de agua originan.

El espaciamiento entre alcantarillas estuvo determinado principalmente por las depresiones del terreno (topografía) que forman los lechos naturales de las corrientes de agua, y en sitios donde no están bien definidos éstos, se proyectó alcantarillas con secciones - mínimas, pero en ambos casos se tomó en consideración que la distancia entre ellas no exceda de 250 m. para lograr un drenaje adecuado y rápido.

### 6.3.2. Dimensionamiento

Por carecer de registros de caudales y mediciones de velocidades, necesarias para efectuar un cálculo más exacto de la sección - transversal de las alcantarillas, su dimensionamiento se lo realizó en base de la fórmula modificada de TALBOT, la misma que está condicionada a la intensidad de la precipitación pluvial, al tipo y magnitud del área a drenarse, y es la que sigue:

$$A = 0.183 \times C \times H^{3/4} \times \frac{I}{100} .$$

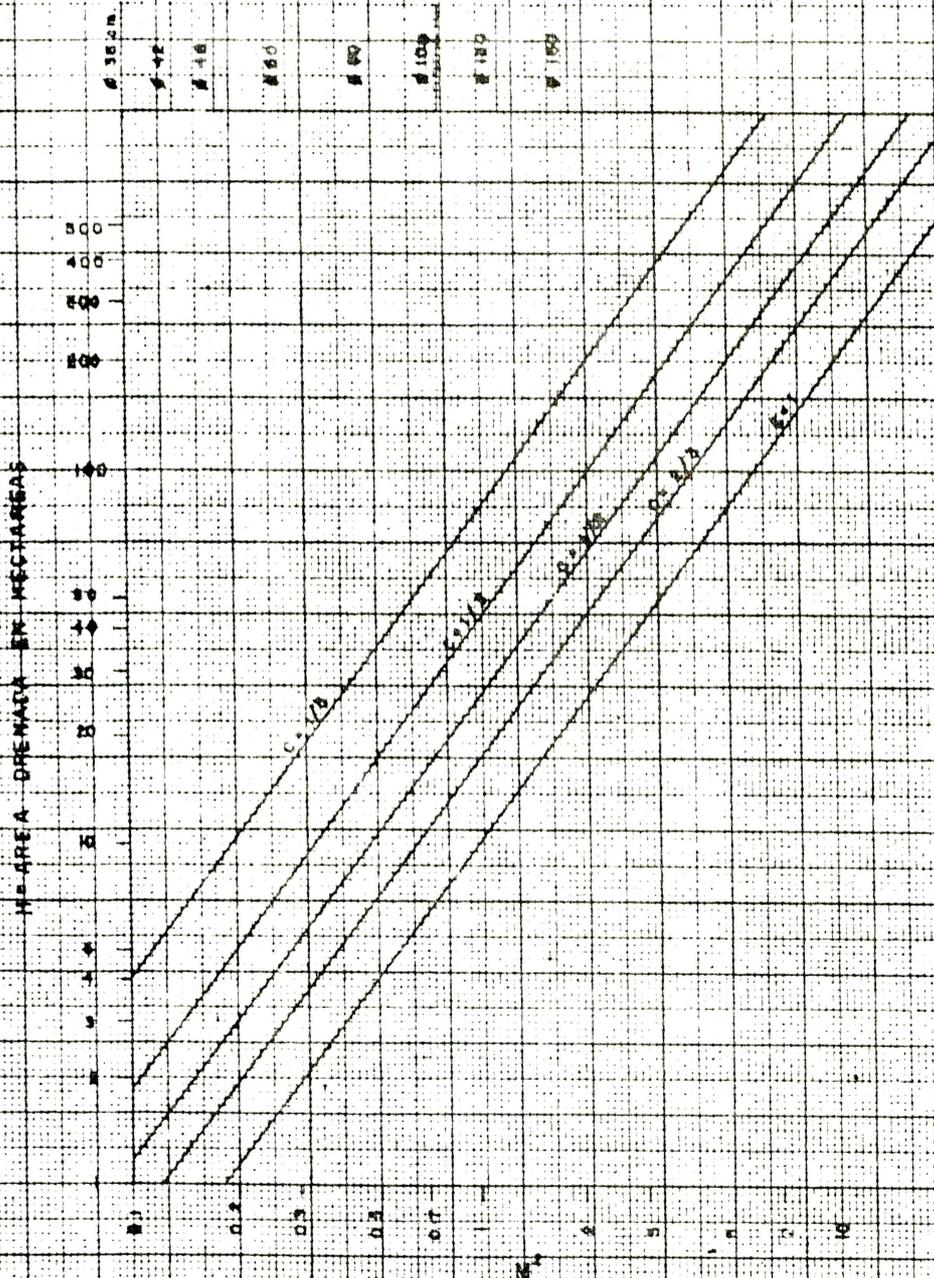
En donde: A = sección transversal de la alcantarilla en m<sup>2</sup>.

C = coeficiente que depende del tipo de terreno; que para el presente caso es 2/3. (terrenos - quebrados y pendientes moderadas).

### FORMULA DE TALBOT MODIFICADA

$$A = 0.183 \cdot C \cdot (H)^{3/4} \cdot \frac{I}{100}$$

- A = AREA DE LA SECCION LIBRE EN METROS CUADRADOS
- M = AREA DRENADA EN HECTAREAS
- C = COEFICIENTE
- I = INTENSIDAD DE LA PRECIPITACION PLUVIAL EN mm./Hora



Para determinar el área (A) de la sección de una diquesera multiplicase por  $\frac{I}{100}$  la cantidad de M indicada por el abaco.

COEFICIENTE "C"	CLASE DE TERRENO
1	SUELO ROSCOO Y PENDIENTES ABRUPTAS
2/3	TERRENOS QUEBRADOS Y PENDIENTES MODERADAS
1/2	VALLES REGULARES MUY ANCHOS EN COMPARACION CON EL LARGO
1/3	TERRENOS AGRICOLAS ONDULADOS EN LOS QUE EL LARGO DEL VALLE ES 3 VECES EL ANCHO
1/5	ZONAS A NIVEL NO AFECTADAS POR INUNDACIONES INTENSAS

FIG IX-1

H = área a drenarse en hectáreas.

I = intensidad de la precipitación pluvial en  
mm/hora.

I = 108.91 mm/h. calculado anteriormente.

Determinada de esta forma el área hidráulica necesaria para -  
cada alcantarilla se escogió el diámetro comercial de tubería corruga  
da ARMCO que satisfaga la capacidad requerida.

Previo al escogitamiento del tipo de la alcantarilla se hizo  
un análisis comparativo por el cual se observó que es más conveniente  
para este caso las alcantarillas de tubería corrugada ARMCO por las  
siguientes razones:

- Facilidad de transportar hasta el sitio de construcción de  
la alcantarilla, debido a su longitud parcial de presenta-  
ción y a su peso.
- Rapidez en la construcción, pues inmediatamente después de  
ser tendida la tubería se puede construir el terraplen.
- Se emplea menos material de construcción del cual se carece  
en la zona.
- Colocada la tubería en forma correcta, satisface plenamente  
las especificaciones que dan sus fabricantes; hecho compro-  
bado en proyectos que se encuentran en servicio.

Para el diseño de alcantarillas se tomaron en cuenta además -  
factores importantes que se encuentran normalizados por el MOP. unos,  
y otros por informaciones obtenidas de otras carreteras similares -  
construïdas y son:

- El diámetro mínimo de alcantarillas se consideró de 42" -  
(1.067 m.), con el objeto de facilitar la limpieza de las  
mismas y evitar futuras obstrucciones.

- El relleno mínimo sobre estas obras de arte es 0.80 m. según norma.
- Las gradientes longitudinales se escogió de acuerdo al terreno, procurando evitar la sedimentación, a la vez que tratando de conseguir la autolimpieza de las mismas, sin producir erosión a la salida, en todo caso los valores adoptados están dentro de los especificados:

Gradiente Mínima = 0.50%

Gradiente Máxima = 6.00%

- La selección de las estructuras de entrada y salida de alcantarillas estuvo superditada al terreno, gradiente de las mismas y alturas de relleno; tal es así que se prefirió elevar los cabezales y diseñar muros de ala a 45° grados con el objeto de dar más estabilidad no solo a la alcantarilla y al relleno, sino también con el fin de disminuir la longitud de las mismas, solución que además resulta más económica.

En el plano adjunto podrá apreciarse tipo, características y dimensiones de las estructuras de entrada y salida de alcantarillas recomendadas por el MOP. y a usarse en este proyecto. Así mismo en los planos respectivos podrá observarse la ubicación de éstas estructuras de drenaje.

En los cuadros que a continuación se indican se resume el diseño y cantidades de obra de las alcantarillas.

UBICACION Y DIMENSIONAMIENTO DE ALCANTARILLAS

ESTACION	AREA A DRENAR SE (Ha)	SECCION DE CALCULO(m <sup>2</sup> )	DIAMETRO IMPUES TO (pulg.)	LONGITUD (m)	ALTURA DE RELLENO	PENDIENTE (%)	ALTURA DEL MURO DE CA BEZA (m)
21+826	11.00	0.80	42	12.00	1.20	5	-
22+009.56	4.00	0.38	42	11.00	1.30	5	1.20 -
+379	16.00	1.06	48	17.00	2.30	5	-
+560	3.50	0.34	42	13.00	mínimo	3	1.20
+690	12.00	0.86	42	11.00	mínimo	5	-
+960	5.00	0.44	42	12.00	1.30	3	1.00
23+126.50	9.00	0.69	42	11.50	1.00	4	-
+336	7.00	0.57	42	11.00	mínimo	4	-
+615	12.00	0.86	42	11.50	0.90	4	1.00 -
+780	6.60	0.55	42	16.00	3.40	4	1.00 1.00
24+097	7.50	0.60	42	11.50	1.50	5	1.50 -
+208	8.00	0.63	42	13.00	mínimo	3	1.00 -
+468	15.00	1.01	48	12.00	1.80	6	1.20 -
+551	9.00	0.69	42	14.50	2.40	5	1.00 1.00
+712	13.00	0.91	48	17.00	3.80	5	1.00 1.00
+926	17.50	1.14	48	12.00	1.30	5	1.20 -
25+087	9.00	0.69	42	11.50	1.10	4	1.00 -
+220	3.50	0.34	42	12.00	1.00	4	1.20 -
+401	9.50	0.72	42	16.00	2.00	5	1.50 0.60
+562	5.00	0.44	42	16.00	3.00	6	1.70 0.60
+800	10.50	0.78	42	18.00	2.80	5	-

**CANTIDADES DE OBRA PARA ALCANTARILLAS**

ESTACION	ALCANT. ∅ (pulg.)	TIPO DE ESTRUCTURAS	VOLUMEN DE EXCAVACION (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN DE HORMIGON CICLOPEO (m <sup>3</sup> )					VARILLAS DE ANCLAJE
				ESTRUCTURAS		MURO DE CABEZA		Volumen Total	
				Entrada	Salida	Entrada	Salida		
21+826	42	A	-	1.79	1.89	-	-	3.68	4 ∅ 3/4"x75 cm.
22+009.56	42	C - A	15.47	2.96	2.89	-	-	4.85	4 ∅ 3/4"x75 cm.
+379	48	B	-	2.23	2.23	-	-	4.46	4 ∅ 3/4"x90 cm.
+560	42	C - A	42.87	2.96	1.89	-	-	4.85	4 ∅ 3/4"x75 cm.
+690	42	A	24.31	1.79	1.89	-	-	3.68	4 ∅ 3/4"x75 cm.
+960	42	C - A	25.33	2.96	1.89	-	-	4.85	4 ∅ 3/4"x75 cm.
23+126.50	42	A	-	1.79	1.89	-	-	3.68	4 ∅ 3/4"x75 cm.
+336	42	C - A	21.32	2.96	1.89	-	-	4.85	4 ∅ 3/4"x75 cm.
+615	42	A	10.28	1.79	1.89	0.33	-	4.01	4 ∅ 3/4"x75 cm.
+780	42	B	-	2.23	2.23	0.31	0.31	5.08	4 ∅ 3/4"x90 cm.
24+097	42	A	17.13	1.79	1.89	0.56	-	4.24	4 ∅ 3/4"x75 cm.
+208	42	C - A	35.89	2.96	1.89	-	-	4.85	4 ∅ 3/4"x75 cm.
+468	48	B	14.85	2.23	2.23	0.43	-	4.89	4 ∅ 3/4"x90 cm.
+551	42	B	8.63	1.79	1.89	0.31	0.31	4.30	4 ∅ 3/4"x90 cm.
+712	48	B	-	2.23	2.23	0.34	0.34	5.14	4 ∅ 3/4"x90 cm.
+926	48	A	13.70	2.23	2.23	0.46	-	4.92	4 ∅ 3/4"x75 cm.
25+087	42	A	21.08	1.79	1.89	0.33	-	4.01	4 ∅ 3/4"x75 cm.
+220	42	A	9.32	1.79	1.89	0.42	-	4.10	4 ∅ 3/4"x75 cm.
+401	42	B	16.78	1.79	1.89	0.53	0.13	4.34	4 ∅ 3/4"x90 cm.
+562	42	B	10.69	1.79	1.89	0.62	0.13	4.43	4 ∅ 3/4"x90 cm.
+800	42	B	-	1.79	1.89	-	-	3.68	4 ∅ 3/4"x90 cm.
<b>TOTALES:</b>			<b>287.65 m<sup>3</sup></b>					<b>92.89m<sup>3</sup></b>	<b>52∅ 3/4"x75 cm. 32∅ 3/4"x90 cm.</b>

LONGITUDES TOTALES DE TUBERIA :  $\phi$  42"      221.50 ml.  
 $\phi$  48"      58.00 ml.

HIERRO EN PESO : 52 x 0.75 m. x 4.92 lbs./m. = 191.88 lbs.  
32 x 0.90 m. x 4.92 lbs./m. = 141.70 lbs.  
TOTAL: 333.58 lbs.

NOTA: En la columna de tipo de estructuras donde está C - A, se refiere así: estructura de entrada tipo cajón y estructura de salida tipo A.

#### SECCION 6.4. DISEÑO DEL PUENTE SOBRE LA QUEBRADA "EL SALADO"

##### 6.4.1. Datos de diseño

##### 6.4.1.1. Ubicación

Provincia	Loja
Cantón	Saraguro (parroquia Manú, barrio Bellavista).
Carretera	Selva Alegre - Manú.
Sector	Bellavista - Manú.
Kilometraje	22 + 140.
Nombre del río o quebrada	El Salado.
Características de la carretera	III orden, terreno montañoso.

##### 6.4.1.2. Datos hidráulicos

Nivel de aguas en estiaje cota: 2385.00 m.s.n.m.

Nivel de aguas en crecientes

ordinarias cota: 2385.20 m.s.n.m.

Nivel de aguas en crecientes

extraordinarias cota: 2385.60 m.s.n.m.

Caudal: (f.Manning)

$$Q = \frac{A \cdot R^{0.67} \cdot S^{0.5}}{n}$$

Q = caudal descargado en m<sup>3</sup>/seg.

A = área efectiva en m<sup>2</sup> de la sección transversal del cauce.

R = radio hidráulico en metros.

$$R = \frac{\text{área de la sección A (m}^2\text{)}}{\text{perímetro mojado PM (m)}}.$$

S = pendiente del cauce en m/m.

n = coeficiente de rugosidad.

$$A = 1.79 \text{ m}^2$$

$$S = 0.04 \text{ m/m.} \quad n = 0.035$$

$$R = \frac{1.79}{3.60} = 0.50 \text{ m.}$$

$$Q = \frac{1.79 (0.50)^{0.67} (0.04)^{0.5}}{0.035} = 6.43 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Régimen del curso de agua : Estable.

En crecientes o avenidas arrastra: troncos, ramas y barro.

Tendencia de la quebrada: erosionar

Pendiente medio del cauce: 4%

Gálibo mínimo: 2m.

#### 6.4.1.3. Tipo de puente

Obra: Definitiva.

Puente: Losa de H° A°

Estribos de: H° ciclopeo.

Luz libre: 6.00 m.  
Luz de cálculo: 6.30 m.  
Tipo de apoyos: fijos.  
Alineamiento: puente en curva.

#### 6.4.1.4. Naturaleza del suelo

Tipo del suelo de cimentación: Roca.  
Coeficiente de trabajo:  $80 \text{ T/m}^2$ .  
Profundidad de cimentación: aproximadamente a 3 m. -  
del terreno existente.

#### 6.4.1.5. Fatigas admisibles

- Hormigón clase A.  
 $f_c' = 210 \text{ Kg/cm}^2$ . (R28 a la compresión).  
 $f_o = 0.4 f_c' = 84 \text{ Kg/cm}^2$ .
- Acero de refuerzo  
Especificaciones A.S.T.M. A 615  
Grado 40.  $f_y = 2800$  y  $f_s$  (tensión) =  $1400 \text{ Kg/cm}^2$ .

#### 6.4.1.6. Cargas de diseño

- Cargas vivas: Según la AASHO. HS-20-44 (tipo de carga).
- Carga muerta: Peso de la superestructura (según predimensionamiento).  
Peso de la capa de rodadura =  $100 \text{ Kg/m}^2$ .
- Empuje de tierras: sobre los estribos y muros de ala; se los determina por la fórmula de Rankine.  
Se considera una sobrecarga equivalente a 0.60 m. por efecto de la carga viva en estribos.
- Coeficiente de impacto:

$$I = \frac{50}{L + 125} < 30\% \text{ L en pies.}$$

$$I = \frac{50}{6.30 \times 328 + 125} = 0.34 > 30\% \text{ adopta } I = 30\%$$
$$1+I = 1,30$$

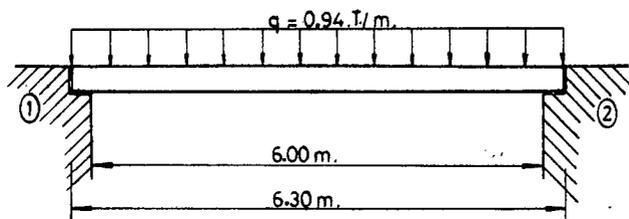
### 6.4.2. Diseño de la Superestructura (losa de hormigón armado)

#### 6.4.2.1. Esfuerzos por carga muerta

Para un metro de ancho.

Carga muerta.

Peso propio	:	$2400 \text{ Kg/m}^3 \times 0.35 \text{ m.}$	$= 840 \text{ Kg/m}^2$
Capa de rudadura	:		$= 100 \text{ Kg/m}^2$
Total carga muerta:		$q = 940 \text{ Kg/m}^2$	
		$q = 0.94 \text{ T/m}^2$	



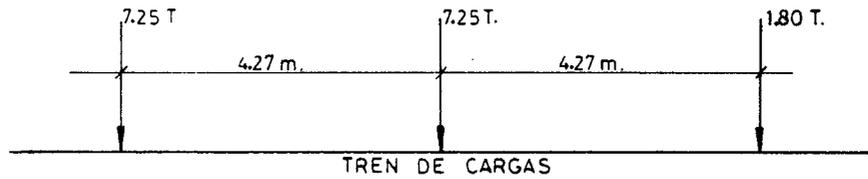
$$R1=R2 = \frac{0.94 \times 6.30}{2} = 2.96 \text{ T.}$$
$$M = \frac{qL^2}{8} = \frac{0.94 \times 6.30^2}{8} = 4.66 \text{ T-m}$$

#### 6.4.2.2. Esfuerzos por carga viva

Por un metro de ancho.

Carga viva.

HS - 20 - 44



Según la AASHO:  $C = \frac{0.7863 S^2}{R}$

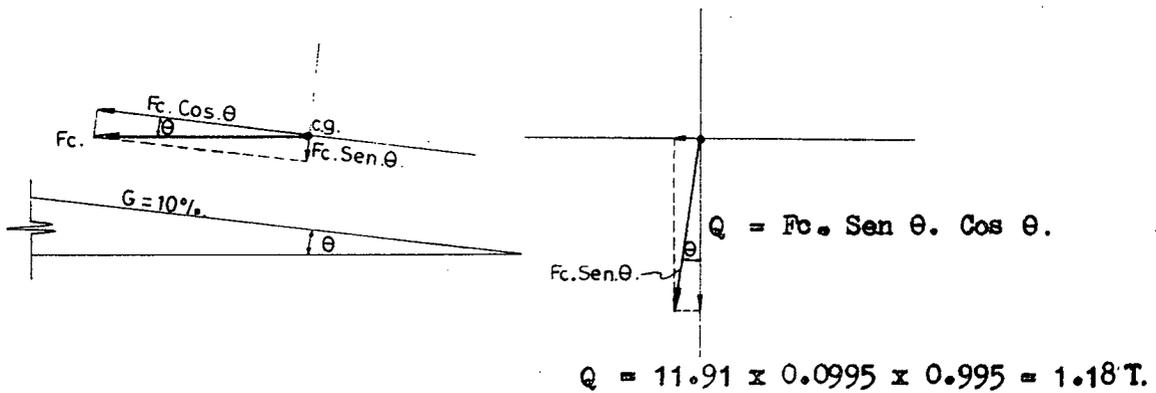
C = fuerza centrífuga como porcentaje de la carga viva, sin impacto.

$$C = \frac{0.786 \times 50^2}{30} = 65.52 \%$$

S = velocidad de diseño, - en Km/h.

R = radio de la curva, en metros.

Fuerza centrífuga:  $F_c = 0.6552 \times 18.18 = 11.91 \text{ T.}$



Momento máximo debido a la carga viva:

$$E = \frac{3N + W}{4N}$$

(Urquhart. Pág. 482. Caso c)

E = ancho de distribución de la carga - por rueda.

N = número de bandas de circulación en el puente.

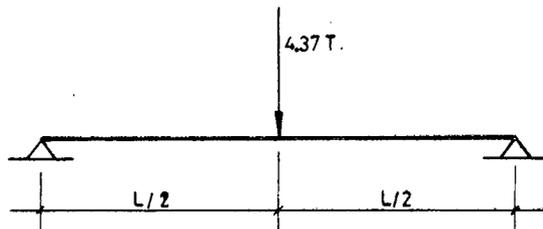
W = ancho de la calzada.

$$E = \frac{3(2) + 7.30}{4(2)} = 1.66 \text{ m.}$$

$$\text{Carga por unidad de ancho} = \frac{7.25}{1.66} = 4.37 \text{ T/m.}$$

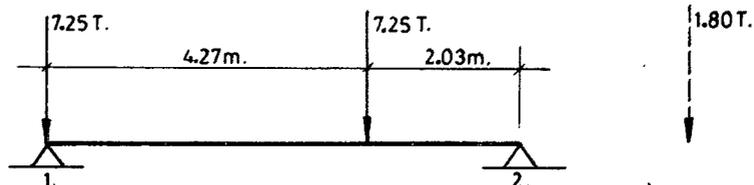
$$\text{Efecto de la } F_o \text{ por rueda} : \frac{1.18}{4} = 0.30 \text{ T.}$$

$$M = \frac{P \cdot L}{4} = \frac{4.37 \times 6.30}{4} = 6.88 \text{ T-m.}$$



Momento máximo por:	carga viva	6.88	T-m.
	impacto	2.06	"
	$F_o$	0.47	"
	<b>Mmáx.</b>	<b>9.41</b>	<b>T-m.</b>

Reacción máxima debido a la carga viva



$$R_1 = \frac{7.25 \times 6.30 + 7.25 \times 2.03}{6.30} = 9.59 \text{ T.}$$

Reacción máxima por:	cv	9.59 T
	I	2.88 T
	Fo	0.40 T
		<hr/>
Rmáx.		12.87 T

6.4.2.3. Esfuerzos totales

	Rmáx.	Mmáx.
CM.	2.96 T	4.66 T-m.
CM+I+Fo	12.87 T	9.41 T-m.
	<hr/>	<hr/>
Total:	15.83 T	14.07 T-m.

6.4.2.4. Diseño de la losa

$$f_c' = 210 \text{ Kg/cm}^2 \quad f_c = 0.4f_c' = 84 \text{ Kg/cm}^2 \quad j = 0.875 \quad K=13.78$$
$$f_s = 1400 \text{ Kg/cm}^2$$
$$n = 10$$
$$M_t = 14.07 \text{ T-m.}$$
$$V = 15.83 \text{ T}$$

Comprobando el predimensionado:

$$d = \sqrt{\frac{M}{K \cdot b}} = \sqrt{\frac{1407000 \text{ Kg-cm.}}{13.78 \times 100 \text{ cm.}}} = 31.95 \text{ cm.}$$

$$h = d + \text{recubrimiento}$$

$$h = 31.95 + 2.5 = 34.45 \text{ cm.}$$

inicialmente adoptado

$$h = 35 \text{ cm.}$$

correcto.

Armadura principal

$$A_s = \frac{M}{f_s \times j \times d}$$

$$A_s = \frac{1407000 \text{ Kg-cm.}}{1400 \text{ Kg/m}^2 \times 0.875 \times 32 \text{ cm.}} = 35.89 \text{ cm}^2 \text{ x m.de ancho}$$

$$A_s = 8 \phi 1'' \quad A_s = 40.54 \text{ cm}^2 \quad 1 \phi 1'' \text{ a. } 14 \text{ cm.}$$

#### Armadura de reparto

$$\text{Porcentaje de la armadura principal} \quad \% = \frac{55.2}{\sqrt{s}} \leq 50\%$$

$$\frac{A_s \times 0.552}{\sqrt{s}} = \frac{40.54 \times 0.552}{\sqrt{6.30}} = 8.92 \text{ m}^2$$

$$5 \phi 5/8 \quad A_s = 9.89 \text{ cm}^2 \quad 1 \phi 5/8 \text{ a. } 23 \text{ cm.}$$

#### Chequeo del esfuerzo constante

$$\text{Norma A.C.I. : } v = 0.53 \sqrt{f'_c} = 7.68 \text{ Kg/cm}^2$$

$$v = \frac{V}{b.d.} \quad v = \frac{15830}{100 \times 32} = 4.95 \text{ Kg/cm}^2$$

$$v < v_{adm.} \quad \text{correcto}$$

#### Chequeo de la adherencia

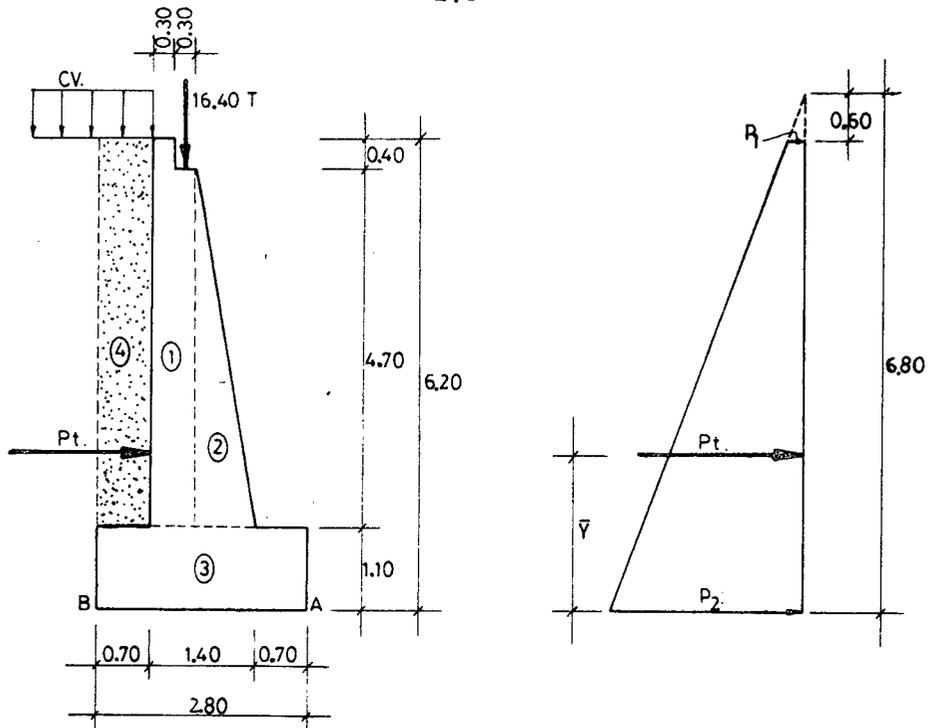
$$\text{Norma A.C.I. : } U = \frac{3.2 \sqrt{f'_c}}{D} = 18.26 \text{ Kg/cm}^2$$

$$U = \frac{V}{\sum_o j.d.} \quad U = \frac{15830}{8(7.98) \cdot 0.875 \times 32} = 8.86 \text{ Kg/cm}^2$$

$$U < U_{adm.} \quad \text{correcto}$$

### 6.4.3. Diseño de la sub-estructura

#### 6.4.3.1. Diseño del estribo y muro de ala en la parte más alta



- Sobrecarga equivalente a 0.60 m. por efecto de la carga viva.

- Peso específico del: Hº Cicolópeo  $\rho_H = 2.1 \text{ T/m.}^2$
- Relleno  $\rho_r = 1.7 \text{ T/m.}^3$
- Angulo de fricción interna  $\phi = 30^\circ$
- Factor de seguridad: al deslizamiento = 1.50
- al volcamiento = 2.00
- Cargas sobre el estribo: Reacciones = 15.83 T/m
- Peso pasamos = 0.57 T/m.
- Total = 16.40 T/m.

Empuje del relleno sobre el estribo

$$p = \rho \cdot h \cdot k.$$

$$p^1 = 1.7 \times 0.60 \times 0.33 = 0.34 \text{ T/m}^2.$$

$$p^2 = 1.7 \times 6.80 \times 0.33 = 3.81 \text{ T/m}^2.$$

$$P_t = \frac{p + p^2}{2} \times H.$$

$$P_t = \frac{0.34 + 3.81}{2} \times 6.20 = 12.87 \text{ T/m.}$$

ELEMENTO	PESOS (T)	B.P. (m)	MOMENTO (T-m)
1	$2.1 \times (0.60 \times 5.10 - 0.30 \times 0.40) \times 1 = 6.17$	1.80	11.11
2	$2.1 \times \frac{1}{2} \times 0.80 \times 4.70 \times 1 = 3.95$	1.23	4.86
3	$2.1 \times 2.80 \times 1.10 \times 1 = 6.47$	1.40	9.06
4	$1.7 \times 0.70 \times 5.10 \times 1 = 6.07$	2.45	14.87
R	16.40	1.65	27.06

$$\Sigma W = 39.06 \quad \Sigma M = 66.96$$

Chequeo al deslizamiento

$$f_s = \frac{\Sigma W \cdot f}{P_t} > 1.5$$

$$f_s = \frac{39.06 \times 0.6}{12.87} = 1.82 > 1.5 \quad \text{Bien}$$

Chequeo al volcamiento

$$f_v = \frac{\Sigma M}{M_p} > 2.0$$

$$M = \frac{h^2}{6} (2B + b) \quad M_p = \frac{6 \cdot 20^2}{6} (2 \times 0.34 + 3.81) = 28.77 \text{ T-m}$$

$$f_v = \frac{66.96}{28.77} = 2.33 > 2.0 \quad \text{Bien}$$

Posición de la resultante

$$\text{Momento resultante } M_r = \Sigma M + M_p$$

$$M_r = 66.96 \curvearrowright - 28.77 \curvearrowleft = 38.19 \curvearrowright$$

$$\bar{X} = \frac{M_r}{\Sigma W}$$

$$\bar{X} = \frac{38.19}{39.06} = 0.98 \text{ m.}$$

$0.98 > 0.93$  por lo tanto la resultante cae dentro del tercio medio.

$$1/3 \text{ ancho de la base} = 2.80/3 = 0.93 \text{ m.}$$

Excentricidad

$$e = \frac{2.80}{2} - 0.98 = 0.42 \text{ m}$$

Comprobación del esfuerzo del suelo

$$\sigma_s = \frac{P}{A} \pm \frac{6M}{bh^2}$$

$$M = \sum W \times e \quad M = 39.06 \times 0.42 = 16.41 \text{ T-m}$$

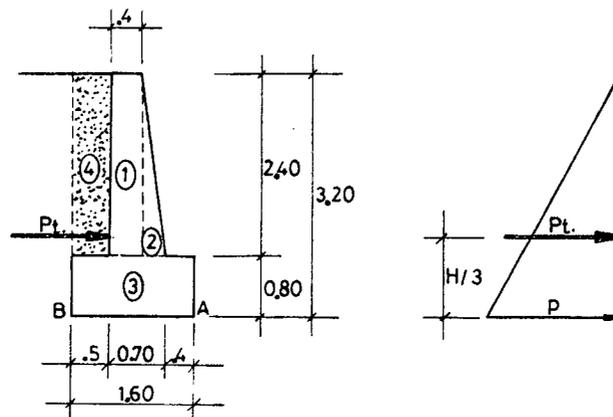
$$\sigma_s = \frac{39.06}{1 \times 2.80} \pm \frac{6 \times 16.41}{1 \times (2.80)^2}$$

$$\sigma_s = 13.95 \pm 12.56$$

$\sigma_{sA} = 26.51 \text{ T/m}^2$  Esfuerzos inferiores al  
 $\sigma_{sB} = 1.39 \text{ T/m}^2$  admisible

$$\sigma_s = 80 \text{ T/m}^2$$

6.4.3.2. Diseño del muro de ala en la parte más baja



Empuje del relleno sobre el muro

$$p = \rho \cdot H \cdot k.$$

$$p = 1.7 \times 3.20 \times 0.33 = 1.80 \text{ T/m}^2$$

$$Pt = \frac{1}{2} p \cdot H.$$

$$Pt = \frac{1}{2} \cdot 1.80 \times 3.20 = 2.88 \text{ T/m}$$

ELEMENTO	PESOS (T)	B.P. (m)	MOMENTO (T-m)
1	$2.1 \times 0.40 \times 2.40 \times 1.00 = 2.02$	0.90	1.82
2	$2.1 \times \frac{1}{2} \times 0.30 \times 2.40 \times 1.00 = 0.76$	0.60	0.46
3	$2.1 \times 1.60 \times 0.80 \times 1.00 = 2.69$	0.80	2.15
4	$1.7 \times 0.50 \times 2.40 \times 1.00 = 2.04$	1.35	2.75
	$\Sigma W = 7.51$		$\Sigma M = 7.18$

Chequeo al deslizamiento

$$f_s = \frac{\Sigma W \times f}{P_t} > 1.50$$

$$f_s = \frac{7.51 \times 0.60}{2.88} = 1.56 > 1.50 \quad \text{Bien}$$

Chequeo al volcamiento

$$f_v = \frac{\Sigma M}{M_p} > 2.0$$

$$M_p = 2.88 \times \frac{3.20}{3} = 3.07 \text{ T-m}$$

$$f_v = \frac{7.18}{3.07} = 2.34 > 2.0 \quad \text{Bien}$$

Posición de la resultante

$$M_r = \Sigma M + M_p \quad M_r = 7.18 \curvearrowright + 3.07 \curvearrowright = 4.11 \text{ T-m } \curvearrowright$$

$$\bar{X} = \frac{M_r}{\Sigma W} \quad \bar{X} = \frac{4.11}{7.51} = 0.55 \text{ m.}$$

$$1/3 \text{ ancho de la base} = 1.60/3 = 0.53 \text{ m.}$$

$0.55 > 0.53$  por lo tanto la resultante cae dentro del tercio medio.

Excentricidad

$$e = 1.60/2 - 0.55 = 0.25 \text{ m.}$$

Comprobación del esfuerzo del suelo

$$\sigma_s = \frac{P}{A} + \frac{6M}{bh^2}$$

$$M = \sum W \times e \quad M = 7.51 \times 0.25 = 1.88 \text{ T-m.}$$

$$\sigma_s = \frac{7.51}{1 \times 1.60} + \frac{6 \times 1.88}{1 \times (1.60)^2}$$

$$\sigma_s = 4.69 \pm 4.41$$

$$\sigma_{sA} = 9.10 \text{ T/m}^2$$

$$\sigma_{sB} = 0.28 \text{ T/m}^2$$

<  $\sigma_s$  admisible

## CAPITULO VII

### MOVIMIENTO DE TIERRAS

---

#### SECCION 7.1. SECCION TRANSVERSAL DE LA VIA

##### 7.1.1. Introducción

La sección transversal de la vía que debe adoptarse, depende casi exclusivamente del volumen de tráfico y del terreno, y por consiguiente de la velocidad de diseño de la carretera en estudio.

En la elección de la misma debe analizarse los beneficios y seguridad de los usuarios, así como los costos de mantenimiento.

##### 7.1.2. Ancho de sección transversal

Básicamente su ancho está constituido por:

- a. Pavimento.
- b. Espaldones.
- c. Taludes.
- d. Cunetas.

a. Pavimento. El ancho del pavimento se lo determina en función del volumen y composición del tráfico y de la topografía del terreno. Para un volumen de tráfico bajo como es mi caso, el ancho de pavimento, debe ser el mínimo permisible.

b. Espaldones. Las principales funciones que desempeñan los espaldones pueden resumirse así:

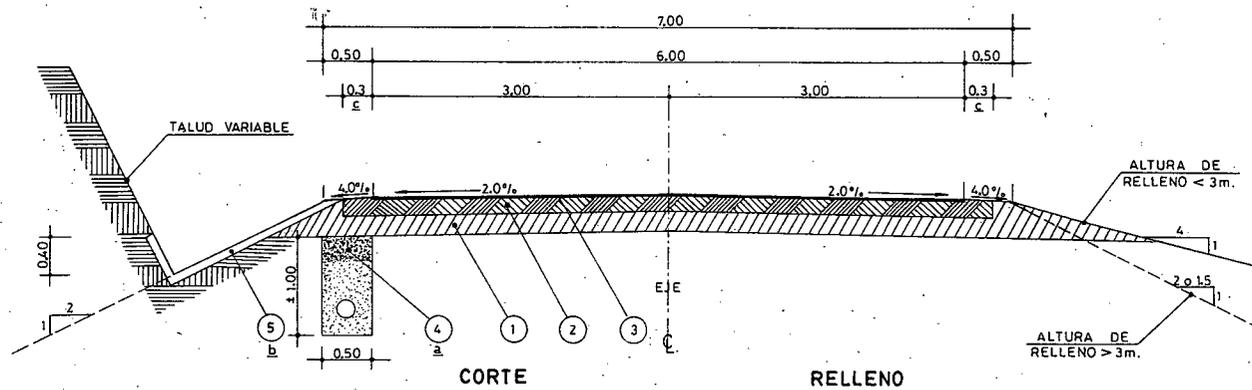
- Mejoramiento de la apariencia estética.
- Soporte lateral del pavimento.
- Incrementar la visibilidad en las curvas horizontales.
- Permitir un mejor escurrimiento de la calzada.
- Facilitar la operación de los vehículos.

c. Taludes. Son importantes en la seguridad y buena apariencia de la carretera, además influyen en su costo de mantenimiento. Deben diseñarse con la menor pendiente permisible, asegurando así su estabilidad.

Aunque cada tipo de suelo en el que se construye una carretera tiene sus características propias, que deben ser analizadas por la Mecánica de Suelos, en sentido general se dan normas para la construcción de taludes.

Para el presente proyecto se adoptó un talud en corte de  $\frac{1}{2} : 1$  (H:V), por tratarse de un suelo areno-arcilloso o areniscas débilmente cementadas y para rellenos se tomó un talud de  $1.1/2 : 1$ , en base del ángulo de reposo para tierras sueltas; que son las normas recomendadas por el MOP. en función del tipo de suelo y de la altura de relleno respectivamente.

d. Cunetas. Son zanjas destinadas a recoger las aguas lluvias que caen sobre la vía y evacuarlas fuera -



### SECCION TIPICA

ESCALA. 1:50

#### LEYENDA

1. 20 cm. SUB-BASE (asumido variable bajo los espaldones)
2. 16 cm. BASE
3. DOBLE TRATAMIENTO SUPERFICIAL BITUMINOSO, INCLUSIVE IMPRIMACION.
4. SUBDRENAJE TUBERIA DE HORMIGON PERFORADA ( $\phi$  20 cm.) Y MATERIAL DE FILTRO.
5. CUNETA REVESTIDA (en hormigón)

TIPO DE VIA :

Carretera. clase III. - Terreno montañoso.

#### Notas :

- a. USAR CUANDO SEA NECESARIO
- b. USAR EN TODO EL TRAMO DE PROYECTO
- c. CON IMPRIMACION SOLAMENTE (0.40 gal/m<sup>2</sup>)

de la misma, tratando de asegurar su estabilidad. En el capítulo sobre drenaje se indica más detalladamente su función y dimensionamiento.

El gráfico que adjunto indica en resumen las normas y especificaciones que para la sección transversal mantiene el MOP. en virtud de las condiciones que impone el tipo de carretera en estudio.

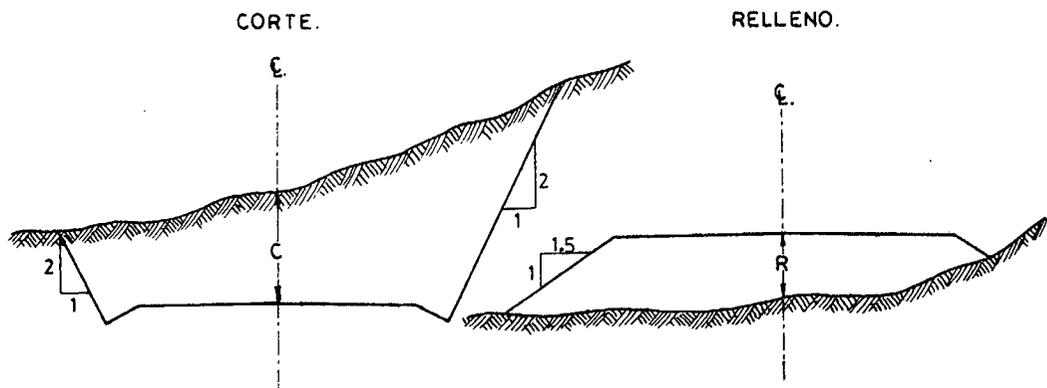
### SECCION 7.2. CURVA DE AREAS

Conocida la sección transversal de la vía, la diferencia entre las elevaciones de la línea de proyecto de la subrasante y el perfil del terreno, que nos da el espesor ya sea en corte o en relleno y la pendiente transversal promedio en cada estación completa de 20 m. o cualquier punto intermedio que haya sido nivelado se procede al cálculo de áreas.

En las secciones transversales se presentan tres casos:

1. Sección transversal en corte.
2. Sección transversal en relleno.
3. Sección transversal mixta.

La sección transversal mixta puede ser: - Con corte en el eje.  
- Con relleno en el eje.





capa vegetal no sirve para rellenos, ni para terreno de fundación, debido a su alto contenido orgánico; en la construcción éste material deberá ser removido y acumulado para ser extendido posteriormente sobre los taludes, los mismos que podrán ser estabilizados mediante un sembrío adecuado (kikuyo).

### SECCION 7.3. CURVA DE VOLUMENES

El volumen de material ya sea en corte o en relleno comprendido entre dos secciones, se calculará tomando el promedio de las áreas de dichas secciones y multiplicándolo por la distancia entre ellas. Existen otros procedimientos para calcular éstos volúmenes, pero se empleará el indicado.

$$V = \frac{A + A'}{2} \cdot d.$$

En donde: V = Volumen

A, A' = Son las áreas de las secciones extremas.

Como la separación entre dos secciones es ordinariamente 20m. o sea una estación, el volumen en este caso será:

$$V = \frac{A + A'}{2} \cdot 20 = 10 (A + A')$$

Quando una de las áreas sea igual a cero, como es el caso de los puntos en que cambia de corte a relleno o viceversa, se promediará con el área restante o sea que ésta se dividirá entre dos; el resultado se multiplicará por la distancia entre las dos secciones.

Para el caso que se tenga una sección en corte y otra en relleno o viceversa, el volumen se calculará haciendo uso de las fórmulas:

$$V_o = \frac{d}{2} \times \frac{A_c^2}{A_o + A_r} \qquad V_r = \frac{d}{2} \times \frac{A_r^2}{A_o + A_r}$$

En donde:  $V_o$  = volumen de corte.

$V_r$  = volumen de relleno.

$d$  = distancia entre las secciones.

$A_c$  = área de corte.

$A_r$  = área de relleno.

Con los volúmenes parciales obtenidos, se procede a calcular los volúmenes acumulados, los mismos que sirven para graficar la "Curva de Volúmenes"; en abscisas van las estaciones del proyecto y en ordenadas los volúmenes acumulados. Esta curva es muy útil pues permite obtener información de volúmenes de corte y relleno en cualquier estación del proyecto.

El gráfico de esta curva incluido en las láminas del proyecto vertical.

Las escalas usadas son: Horizontal 1: 1000  
Vertical 1: 10000 (1mm=100m<sup>3</sup>)

#### SECCION 7.4. CURVA DE MASAS

El diagrama o curva de masas es la representación gráfica de una curva de volúmenes, que en abscisas tiene las estaciones topográficas del proyecto y en ordenadas la suma algebraicas acumuladas de volúmenes de corte y relleno. Para esta acumulación los volúmenes se consideran así: los de corte con signo positivo, y los de relleno con signo negativo.

Previo al cálculo de las ordenadas para la curva de masas, deberá introducirse una corrección a los volúmenes de relleno, debido

al efecto que produce la compactación sobre el material suelto; por lo tanto interesa conocer los volúmenes expandidos de relleno, los mismos que se obtienen multiplicando el volumen neto de relleno por un coeficiente de Entumecimiento que depende de diversas causas como: naturaleza del suelo, cantidad de agua que pueda contener, tipo de excavación y carga, medio de transporte, porcentaje de compactación, - etc..

Para esta Tesis he adoptado el valor de este coeficiente en 1.20 el mismo que es aproximadamente el promedio de valores experimentales dados a conocer en diferentes publicaciones para el material - predominante de este proyecto; que concuerda en todo caso con el recomendado por el MOP. para similares condiciones.

La curva de masas es indispensable para el estudio económico de los movimientos de tierras, su sentido de acarreo hacia atrás o hacia delante, la compensación longitudinal y transversal del proyecto, así como también en base de distancia de acarreo permite escoger la maquinaria a utilizarse.

Algunas características de la curva de masas deben comprender se antes de que se pueda utilizarse satisfactoriamente. Estas son:

1. Una curva de masas que se eleva indica excavación o corte, una curva que baja indica terraplén o relleno. En caminos sobre laderas de montañas, el mismo perfil transversal frecuentemente muestra excavación y terraplén. En tales casos, una curva que se eleva indica exceso de excavación y una curva que baja indica exceso de terraplén.

2. Las pendientes pronunciadas de la curva de masas, reflejan grandes cortes o terraplenes; las pendientes pequeñas indican pequeñas cantidades de movimientos de tierras.

3. Los puntos de pendiente cero de la curva de masas representan puntos donde el camino pasa de corte a terraplén o viceversa.
4. La diferencia en ordenada entre dos puntos de la curva representa el exceso neto de excavación con respecto al terraplén entre estos puntos o inversamente, el exceso neto de terraplén con respecto a la excavación.
5. Si una línea horizontal corta a la curva de masas en dos puntos, la excavación y el terraplén están compensados entre esos puntos.

La distancia a la cual no se reconoce pago alguno por el transporte de material de los cortes hacia los rellenos, se denomina Distancia de Acarreo Libre, la misma que el MOP. la acepta en 200 m.. Distancias mayores a ésta darán origen a un transporte adicional llamado Sobreacarreo.

El trazo de la línea de compensación obedece principalmente a la distancia de acarreo libre, la misma que en la práctica es discontinua, debido a la existencia de tierras no compensadas entre sus extremos inmediatos.

El volumen de material que se traslada longitudinalmente estará dado por la mayor ordenada entre la línea de compensación y la curva de masas; y el sentido de los movimientos se harán: los cortes arriba de la línea de compensación se mueven hacia delante, y los cortes que quedan debajo, se mueven hacia atrás. La distancia media de transporte se la determina por la horizontal que pasa por el punto medio de la máxima ordenada delimitada en sus extremos por la curva.

Refiriéndome particularmente a mi proyecto, todas las distan-

cias de acarreo son menores a 200 m. por lo tanto están dentro del acarreo libre.

La curva de masas con sus líneas de compensación, constan en las láminas respectivas N° , y en el cuadro siguiente hago constar el programa del movimiento de tierras a ejecutarse junto con la maquinaria a emplearse, cuya selección obedece al siguiente criterio: para distancias de acarreo menores a 100 m. se usará tractor de carriles, y para distancias mayores a ésta se empleará trailla.

MOVIMIENTO DE TIERRAS Y CURVA DE MASAS

Carretera: SELVA ALEGRE - MANU.

ESTACION	DIST	AREAS - M <sup>2</sup>		VOLUMENES - M <sup>3</sup>			Dir. Alg. de Volm	Ordenadas M <sup>3</sup>
		Corte	Relleno	Corte	Relleno	Relleno x C		
81+614.67		18.13						0.00
	5.83			73.50			+73.50	73.50
+620		14.45						
	20			522.40			+522.40	601.30
+640		38.39						
	20			816.40			+816.40	1418.30
+660		43.25						
	20			156.40	15.50	18.60	+437.80	1856.10
+680		2.39	1.55					
	20			217.90	15.50	18.60	+199.30	2055.40
+700		18.40						
	20			396.00			+396.00	2451.40
+720		20.20						
	5.80			39.62			+39.62	2851.02
TE=81+725.80		14.15						
	20			394.40			+394.40	2945.42
+745.80		25.29						
	20			606.80			+606.80	3552.22
EO=81+765.80		35.39						
	14.20			550.75			+550.75	4102.97
+780		42.18						
	20			827.70			+827.70	4930.67
+800		40.59						
	16.98			221.75	12.36	14.83	+266.92	5197.59
OE=81+816.78			8.60					
	20				365.50	432.60	-432.60	4758.99
+836.78			22.05					
	20			126.53	145.03	174.02	-49.51	4711.48
EF=81+856.78		26.20						
	3.21			105.36			+105.36	4817.04
+860		38.57						
	20			1208.20			+1208.20	6025.24
+880		81.25						
	1.90			105.31			+105.31	6130.55
EF=81+881.30		80.76						
	20			1402.60			+1402.60	7533.15
+901.30		59.50						
	20			936.30			+936.30	8369.45
EO=81+921.30		24.13						
	18.70			381.57			+381.57	8751.02
+940		16.68						
	20			433.70			+433.70	9184.72
+960		26.69						
	9.56			293.35			+293.35	9478.07
OE=81+969.56		34.68						
	20			560.70			+560.70	10038.77
+989.56		21.39						
	20			116.04	22.54	39.05	+16.99	10055.76
EF=22+009.56			18.04					
	10.44			10.96	126.79	152.15	-141.19	9914.57
+020		2.10	6.25					
	20			567.00	62.80	75.00	+492.00	10406.57
+040		54.60						
	20			1003.10			+1003.10	11409.67
+060		45.91						
	3.20			143.26			+143.26	11552.93
FE=22+063.60		33.88						
	20			885.40			+885.40	12438.33
+083.60		54.66						
	20			1152.90			+1152.90	13591.23
EO=22+103.60		61.23						
	16.40			681.09	54.12	64.94	+616.15	14213.38
+120		21.83	6.60					
	20			212.30	366.90	440.28	-221.98	13991.40
+140			30.09					
	9.70			223	72.50	87.00	-78.67	13912.73
OE=22+143.70		4.50	9.10					

C = Coeficiente de esponjamiento.

MOVIMIENTO DE TIERRAS Y CURVA DE MASAS

Carretera: SELVA ALEGRE - MANU.

ESTACION	DIST	AREAS - M <sup>2</sup>		VOLUMENES - M <sup>3</sup>			Dif. Alg. de Volm.	Ordenadas M <sup>3</sup>
		Corte	Relleno	Corte	Relleno	Relleno . C		
CE=22+143.70		4.50	9.10					13 912.73
	20			328.80	91.00	109.20	+219.60	14 132.33
+163.70		28.38						14 682.83
	20			489.90			+489.90	15 090.77
EI=22+183.70		20.61						15 682.83
	16.30			468.54			+468.54	16 235.57
+200		36.88						16 835.57
	20			1144.80			+1144.80	17 404.37
+220		77.60						18 204.37
	20			1968.80			+1968.80	19 204.37
+240		119.28						20 100.27
	20			1895.90			+1895.90	21 013.37
+260		70.31						21 575.87
	20			913.10			+913.10	22 538.07
+280		21.00						22 992.77
	20			562.50			+562.50	23 855.87
+300		35.25						23 855.87
	20			1022.20			+1022.20	24 398.07
+320		66.97						24 398.07
	6.10			394.70			+394.70	24 992.77
TE=22+326.10		62.44						24 992.77
	20			861.10			+861.10	25 855.87
+346.10		23.67						25 855.87
	20			128.68	90.68	108.82	+19.86	25 873.73
EC=22+366.10			19.87					25 873.73
	13.90				811.66	613.99	-613.99	25 859.74
+380			58.75					25 859.74
	20				685.80	822.96	-822.96	22 436.78
+400			14.23					22 436.78
	7.55			11.63	81.01	97.21	-85.58	22 351.20
OE=22+409.55		3.08	6.63					22 351.20
	20			350.20	66.30	79.56	+270.64	22 621.84
+429.55		31.94						22 621.84
	20			564.70			+564.70	23 186.54
EI=22+449.55		24.53						23 186.54
	12.45			301.79			+301.79	23 488.33
+460		23.95						23 488.33
	9.80			213.15			+213.15	23 701.48
TE=22+469.80		19.55						23 701.48
	20			329.30			+329.30	24 030.78
+489.80		13.38						24 030.78
	20			200.80	58.00	69.60	+130.90	24 161.48
EC=22+509.80		6.65	5.80					24 161.48
	10.20			66.05	48.04	57.65	+8.40	24 169.88
+520		6.30	3.62					24 169.88
	20			234.20	44.20	53.04	+181.16	24 351.04
+540		17.12	0.80					24 351.04
	20			310.40	29.60	35.52	+274.88	24 625.92
+560		18.92	2.16					24 625.92
	20			521.40	21.60	25.92	+495.48	25 121.40
+580		38.22						25 121.40
	5.43			214.32			+214.32	25 335.72
OE=22+585.43		40.92						25 335.72
	20			593.90			+593.90	25 929.62
+605.43		18.67						25 929.62
	20			86.56	115.86	132.03	-52.47	25 877.15
EI=22+625.43			21.60					25 877.15
	14.57				298.54	358.25	-358.25	25 518.90
+640			19.38					25 518.90
	20				248.80	298.56	-298.56	25 220.34
+660			5.50					25 220.34
	20				189.00	166.80	-166.80	25 053.54
+680			8.40					25 053.54
	1.40				10.92	13.10	-13.10	25 040.44
PE=22+691.40			7.20					25 040.44
	18.60			6.51	88.72	106.46	-99.95	24 940.49
+700		0.70	2.34					24 940.49

C = Coeficiente de esponjamiento.

MOVIMIENTO DE TIERRAS Y CURVA DE MASAS

Carretera: SELVA ALEGRE - MANU.

ESTACION	DIST	AREAS - M <sup>2</sup>		VOLUMENES - M <sup>3</sup>			Dif. Alg. de Volm.	Ordenadas M <sup>3</sup>
		Corte	Relleno	Corte	Relleno	Relleno x C		
22+900		0.70	2.34					24940.49
	20			220.10	23.40	28.08	+192.02	25132.51
+780		21.31						25713.61
	20			581.10			+581.10	26075.61
+740		36.80						26075.61
	20			390.80	24.00	28.80	+362.00	26075.61
+760		2.28	2.40					26075.61
	20			22.80	204.30	245.16	-222.36	25853.25
+780			18.03					25853.25
	13.36				221.64	265.97	-265.97	25587.28
Pt=22+793.36			15.15					25587.28
	6.64				96.94	116.33	-116.33	25470.95
+800			14.05					25470.95
	20				268.80	322.56	-322.56	25148.39
+820			12.83					25148.39
	20			296.93	21.53	37.84	+259.09	25407.48
+840		39.37						25407.48
	20			1139.20			+1139.20	26546.68
+860		74.55						26546.68
	15.70			1064.07			+1064.07	27610.75
Pt=22+875.70		61.00						27610.75
	4.30			253.51			+253.51	27864.26
+880		56.91						27864.26
	20			1208.90			+1208.90	29073.16
+900		63.98						29073.16
	20			1101.40			+1101.40	30174.56
+920		46.16						30174.56
	20			833.00			+833.00	31007.56
+940		37.14						31007.56
	20			408.90	172.30	213.96	+194.94	31202.50
+960		3.75	17.83					31202.50
	20			73.50	352.70	423.24	-349.74	30852.76
+980		3.60	17.44					30852.76
	20			515.30	174.40	209.28	+306.02	31158.78
23+000		47.93						31158.78
	20			943.90			+943.90	32102.68
+020		46.46						32102.68
	20			636.90			+636.90	32739.58
+040		17.23						32739.58
	4.82			70.16	1.69	2.03	+68.13	32807.71
Pt=23+044.82		11.88	0.70					32807.71
	15.18			101.10	69.68	83.62	+17.48	32825.19
+060		1.44	8.48					32825.19
	20			53.40	90.80	108.96	-49.56	32775.65
+080		4.50	0.60					32775.65
	20			134.10	6.00	7.20	+126.90	32902.53
+100		8.91						32902.53
	20			23.00	189.90	227.88	-204.88	32697.65
+120			25.60					32697.65
	20			61.23	157.73	189.28	-128.05	32569.60
+140		15.95						32569.60
	20			454.00			+454.00	33023.60
+160		29.45						33023.60
	20			872.90			+372.90	33396.50
+180		7.84						33396.50
	20			32.49	64.89	77.87	-45.38	33351.12
+200			11.08					33351.12
	2.20				27.39	32.87	-32.87	33318.25
Pt=23+202.20			13.22					33318.25
	17.80				444.91	533.89	-533.89	32784.36
+220			36.17					32784.36
	20				677.60	813.12	-813.12	31971.24
+240			31.69					31971.24
	20			92.80	320.90	385.08	-302.28	31668.96
+260		8.28	0.50					31668.96
	9.51			187.49	2.38	2.86	+184.63	31853.59
Pt=23+269.61		31.15						31853.59

C = Coeficiente de esponjamiento.

MOVIMIENTO DE TIERRAS Y CURVA DE MASAS

Carretera: SELVA ALEGRE - MANU.

ESTACION	DIST	AREAS - M <sup>2</sup>		VOLUMENES - M <sup>3</sup>			Dif. Alg. de Volm.	Ordenadas. M <sup>3</sup>
		Corte	Relleno	Corte	Relleno	Relleno . C		
Pt=23+269.51		31.15						31853.59
	10.49			566.77			+566.77	32420.36
+280		76.91						33970.36
+300	20			1550.60			+1550.60	34978.96
+320	20	78.15						35978.96
+340	20	22.63		1007.80			+1007.80	36978.96
+360	20			246.80	64.40	77.28	+169.52	37978.96
+380	20	2.05	6.44	209.00	64.40	77.28	+131.72	38978.96
+400	20	18.85						39978.96
+420	20			303.50			+303.50	40978.96
+440	20	11.50		364.60			+364.60	41978.96
+460	20	24.96		275.40	128.30	153.96	+121.44	42978.96
+480	20	2.58	12.83	208.50	200.30	240.36	-31.86	43978.96
+500	20	18.87	7.20	199.10	264.50	317.40	-118.30	44978.96
+520	20	1.04	18.25					45978.96
+540	20			10.40	506.00	607.20	-596.80	46978.96
+560	20		31.35	7.00	409.50	491.40	-484.40	47978.96
+580	20	0.70	9.60					48978.96
+600	0.80			0.54	7.80	9.36	-8.82	49978.96
Pc=23+500.80		0.65	9.30					50978.96
+520	19.20			122.21	95.04	114.05	+8.16	51978.96
+540	20	12.08		239.30			+239.30	52978.96
+560	20	11.85		238.30			+238.30	53978.96
+580	20	11.98		168.20			+168.20	54978.96
+600	20	4.84		56.00	27.00	32.40	+23.60	55978.96
+620	20	0.76	2.70	7.60	172.60	207.12	-139.52	56978.96
+640	20		14.56					57978.96
+660	5.30				47.73	57.28	-57.28	58978.96
Pt=23+625.30			3.45					59978.96
+640	14.70			105.80	4.22	5.06	+100.74	60978.96
+660	20	17.27		442.00			+442.00	61978.96
+680	20	26.93		543.80			+543.80	62978.96
+700	20	27.45		530.70			+530.70	63978.96
+720	20	25.62		310.60	65.50	78.60	+232.00	64978.96
+740	20	5.44	6.55	170.60	65.50	78.60	+92.00	65978.96
+760	20	11.62		130.20	35.50	42.60	+87.60	66978.96
+780	20	1.40	3.55	14.00	770.00	924.00	-910.00	67978.96
+800	20		73.45					68978.96
+820	20		18.45		919.00	1102.80	-1102.80	69978.96
+840	20			380.84	48.54	58.25	+322.59	70978.96
+860	20	51.68		1889.60			+1889.60	71978.96
+880	20	137.28		1708.32			+1708.32	72978.96
+900	16.00			1708.32			+1708.32	73978.96
Pc=23+856.00		76.26						74978.96
+860	4.00			298.72			+298.72	75978.96
+880		73.10						76978.96

C = Coeficiente de esponjamiento.

MOVIMIENTO DE TIERRAS Y CURVA DE MASAS

Carretera: SELVA ALEGRE - MANU.

ESTACION	DIST	AREAS - M <sup>2</sup>		VOLUMENES - M <sup>3</sup>			Dif. Alg. de Volm.	Ordenadas M <sup>3</sup>
		Corte	Relleno	Corte	Relleno	Relleno x C		
23+860		73.10						39485.39
	20			2184.00			+2184.00	41669.39
+880		145.30						43909.29
	20			2239.90			+2239.90	45499.79
+900		78.69						46924.59
	20			1590.50			+1590.50	48415.39
+920		80.86						48153.57
	20			1424.80			+1424.80	48153.57
+940		62.12						48153.57
	20			920.80			+920.80	48153.57
+960		29.96						48153.57
	20			349.10	34.10	40.92	+308.18	48153.57
+980		4.95	3.41					48153.57
	6.55			31.77	22.63	27.16	+4.61	48153.57
P <sub>1</sub> =23+986.55		4.75	3.50					48153.57
	13.45			39.74	63.48	96.18	-36.44	48121.74
24+000		1.16	5.94					48057.78
	20			40.80	87.30	104.76	-63.96	48057.78
+020		2.92	2.79					47995.94
	20			53.40	112.90	135.24	-81.84	47995.94
+040		2.42	2.48					47995.94
	20			31.40	162.80	135.36	-163.96	47995.94
+060		0.72	2.80					47995.94
	20			7.20	272.50	327.00	-319.80	47995.94
+080			29.45					47995.94
	9.30				288.02	345.62	-345.62	47995.94
P <sub>2</sub> =24+089.30			32.49					47995.94
	10.70				305.97	367.16	-367.16	47995.94
+100			24.70					47995.94
	20			684.47	54.27	65.12	+619.35	47995.94
+120		87.72						47995.94
	20			1763.50			+1763.50	47995.94
+140		88.63						47995.94
	20			2137.70			+2137.70	47995.94
+160		125.14						47995.94
	20			2116.80			+2116.80	47995.94
+180		86.54						47995.94
	20			1182.70			+1182.70	47995.94
+200		31.73						47995.94
	11.47			226.42			+226.42	47995.94
P <sub>3</sub> =24+211.47		2.75						47995.94
	8.53			100.14			+100.14	47995.94
+220		15.73						47995.94
	20			302.30			+302.30	47995.94
+240		14.50						47995.94
	20			218.60			+218.60	47995.94
+260		2.36						47995.94
	20			114.10			+114.10	47995.94
+280		4.05						47995.94
	20			114.10			+114.10	47995.94
+300		2.36						47995.94
	5.00			39.30			+39.30	47995.94
T <sub>E</sub> =24+305.00		8.36						47995.94
	20			287.90			+287.90	47995.94
+325.00		20.43						47995.94
	20			532.90			+532.90	47995.94
E <sub>ca</sub> =24+345.00		32.86						47995.94
	15.00			223.30			+223.30	47995.94
+360		63.58						47995.94
	20			1967.60			+1967.60	47995.94
+380		133.18						47995.94
	12.27			1806.33			+1806.33	47995.94
O <sub>E</sub> =24+392.27		161.25						47995.94
	20			3262.30			+3262.30	47995.94
+412.27		164.98						47995.94
	20			1883.60			+1883.60	47995.94
E <sub>f</sub> =24+432.27		23.38						47995.94

C = Coeficiente de esponjamiento

MOVIMIENTO DE TIERRAS Y CURVA DE MASAS

Carretera: SELVA ALEGRE - MANU.

ESTACION	DIS*	AREAS - M <sup>2</sup>		VOLUMENES - M <sup>3</sup>			Dif. Alg. de Volm.	Ordenadas M <sup>3</sup>
		Corte	Relleno	Corte	Relleno	Relleno, C		
E1=24+432.27		23.38						66 178.34
	7.73			133.73			+133.73	
+440		11.22						66 312.07
	20			30.96	213.16	255.79	-224.93	
+460			29.44					66 087.24
	16.00				463.12	555.74	-555.74	
E2=24+476.00		28.45						65 531.50
	20			108.47	154.47	185.36	-75.89	
+496.00		23.95						65 455.61
	20			70.30	336.80	476.16	-405.86	
E3=24+516.00			56.50					65 049.75
	4.00				232.40	278.88	-278.88	
+520			59.70					64 770.87
	16.80				1065.12	1278.14	-1278.14	
E4=24+536.80			67.10					63 482.73
	20				1031.00	1237.20	-1237.20	
+556.80			36.00					62 255.53
	20			131.05	198.65	238.38	-107.33	
E5=24+576.80		29.24						62 148.20
	3.20			119.15			+119.15	
+580		45.23						62 267.35
	20			1473.90			+1473.90	
+600		102.16						63 741.25
	20			2450.10			+2450.10	
+620		142.85						66 191.35
	20			3406.00			+3406.00	
+640		197.75						69 597.35
	20			3086.80			+3086.80	
+660		110.93						72 684.15
	20			1154.30			+1154.30	
+680		4.50						73 838.45
	20			2.43	744.93	293.92	-891.49	
+700			78.75					72 946.96
	20				1690.00	2028.00	-2028.00	
+720			90.25					70 918.96
	20				1341.80	1610.16	-1610.16	
+740			43.93					69 308.80
	20			27.69	341.99	410.39	-382.70	
+760		12.50						68 926.10
	20			1384.60			+1384.60	
+780		125.96						70 310.70
	11.40			1866.52			+1866.52	
E6=24+791.40		201.50						72 177.22
	8.60			1642.90			+1642.90	
+800		180.57						73 820.12
	20			2907.30			+2907.30	
+820		110.16						76 727.42
	20			1453.90			+1453.90	
+840		35.23						78 181.32
	20			476.50			+476.50	
+860		12.42						78 657.82
	20			204.00	11.10	13.32	+190.68	
+880		7.98	1.11					78 848.50
	20			150.00	31.10	37.32	+112.68	
+900		7.02	2.00					78 961.18
	13.49			47.35	139.96	167.95	-120.60	
E7=24+913.49			18.95					78 840.58
	6.51				197.09	236.51	-236.51	
+920			41.80					78 604.07
	20			31.68	317.68	391.22	-349.54	
+940		13.20						78 254.53
	20			874.00			+874.00	
+960		74.20						79 128.53
	20			2122.40			+2122.40	
+980		138.04						81 250.93
	20			3098.40			+3098.40	
25+000		171.80						84 433.33

C = Coeficiente de esponjamiento.

MOVIMIENTO DE TIERRAS Y CURVA DE MASAS

Carretera: SELVA ALEGRE - MANU.

ESTACION	DIST	AREAS - M <sup>2</sup>		VOLUMENES - M <sup>3</sup>			Dif. Alg. de Volm.	Ordenadas M <sup>3</sup>
		Corte	Relleno	Corte	Relleno	Relleno * C		
25+000		171.80						84489.33
	20			3093.20			+3093.20	87442.53
+020	20	137.52		1939.00			+1939.00	89381.53
+040	20	56.38		728.80			+728.80	90110.33
+060	20	16.50		171.50	96.50	115.80	+55.70	90166.03
PE=25+080.00		0.65	9.65					90166.03
	20			58.10	96.50	115.80	-57.70	90108.33
+100	20	5.16		154.20			+154.20	90262.53
+120	20	10.26		454.70			+454.70	90717.23
+140	20	35.21		815.40			+815.40	91532.63
+160	20	46.33		998.80			+998.80	92532.43
+180	20	53.65		998.80			+998.80	92532.43
	6.38			320.37			+320.37	92852.80
PE=25+186.38		46.78						92852.80
	13.62			365.83	26.77	44.12	+221.71	93174.51
+200	20	6.94	5.40	69.40	450.00	540.00	-470.60	92903.91
+220	20		39.60		634.00	760.80	-760.80	91943.11
+240	20		23.80	17.38	181.78	218.14	-200.76	91742.35
+260	20	7.36		169.80			+169.80	91911.55
+280	20	9.56		570.90			+570.90	92482.45
+300	20	47.53		992.80			+992.80	93475.25
+320	20	51.75		1199.30			+1199.30	94674.55
+340	20	62.18		349.08			+349.08	95023.63
TE=25+345.20		66.08						95023.63
	20			750.80	13.80	16.56	+934.24	95757.87
+365.80	20	9.00	1.38	90.00	278.80	334.56	-244.56	95513.31
EC=25+385.20			26.50					95513.31
	6.37				152.50	183.00	-183.00	95330.31
CE=25+391.57			21.38					95330.31
	20			114.61	104.41	125.29	-10.68	95319.63
+411.57	20	22.40		1091.00			+1091.00	96410.63
ET=25+431.57		26.70						96410.63
	6.83			598.79			+598.79	97009.42
TE=25+432.40		88.64						97009.42
	20			1478.60			+1478.60	98488.02
+452.40	20	59.22		1104.30			+1104.30	99592.32
EO=25+472.40		51.21						99592.32
	1.60			83.38			+83.38	99675.70
+480	20	53.01		902.40			+902.40	100578.10
+500	20	37.23		350.07			+350.07	100928.17
EE=25+510.23		31.21						100928.17
	20			462.10	40.00	48.00	+414.10	101342.27
+530.23	20	15.00	4.00	150.00	577.50	693.00	-543.00	100939.27
ET=25+550.23			53.75					100939.27
	9.77				653.76	784.51	-784.51	100014.76
+560			20.08					100014.76

C = Coeficiente de esponjamiento.

MOVIMIENTO DE TIERRAS Y CURVA DE MASAS

Carretera: SELVA ALEGRE - MANU.

ESTACION	DIST	AREAS _ M <sup>2</sup>		VOLUMENES _ M <sup>3</sup>			Dif. Alg. de Volm.	Ordenadas M <sup>3</sup>
		Corte	Relleno	Corte	Relleno	Relleno _ C		
25+560			90.08					100 014.76
	11.80				667.17	800.60	-800.60	
TE=25+571.80			33.00					99 214.16
	20			232.46	145.86	175.03	+57.43	
+581.80		41.66						99 271.59
	20			1425.50			+1425.50	
EE=25+611.80		100.89						100 637.09
	20			909.13			+909.13	
+620		120.85						101 606.22
	20			1653.30			+1653.30	
+640		44.48						103 259.52
	20			526.80	22.50	27.00	+499.80	
+660		8.20	2.25					103 759.32
	13.36			311.99	21.78	26.14	+285.85	
OE=25+679.36		24.03						104 045.17
	20			720.10			+720.10	
+699.36		47.98						104 765.27
	20			1219.60			+1219.60	
EI=25+713.36		73.98						105 984.27
	26.4			47.97			+47.97	
+720		75.93						106 032.24
	20			1581.80			+1581.80	
+740		22.25						107 614.64
	20			1660.00			+1660.00	
+760		23.75						108 294.64
	20			1660.00			+1660.00	
+780		22.25						110 234.64
	20			488.45	228.45	274.14	+214.31	
+800			56.25					111 142.95
	20				1087.50	1305.00	-1305.00	
+820			52.50					109 243.95
	20			47.20	603.80	724.56	-677.36	
+840		4.72	7.88					109 166.59
	20			343.60	78.80	94.56	+255.04	
+860		30.24						109 421.63
	20			514.00			+514.00	
25+880		21.16						109 935.63

MOVIMIENTO DE TIERRAS Y MAQUINARIA

ESTACIONES	CORTE		VOLUMEN DE LONGITUD		MAQUINARIA
	RELLENO	DESPERDICIOS	TIERRA (m <sup>3</sup> )	PROMEDIO DE ACARREO (m)	
21+614.67-21+795.00		desperdicio	4711.48		
21+795.00-21+816.79	corte		486.11	28	Tractor
21+816.79-21+856.79	relleno				
21+856.79-22+105.00		desperdicio	8988.61		
22+105.00-22+120.00	corte		300.65	20	Tractor
22+120.00-22+143.70	relleno				
22+143.70-22+330.00		desperdicio	9347.01		
22+330.00-22+366.10	corte		613.99	34	Tractor
22+366.10-22+380.00	relleno				
22+407.55-22+450.00	corte		908.54	39	Tractor
22+380.00-22+407.55	relleno				
22+450.00-22+580.00		desperdicio	1888.65		
22+580.00-22+605.43	corte		781.23	46	Tractor
22+605.43-22+670.00	relleno				
22+700.00-22+720.00	corte		207.90	20	Tractor
22+670.00-22+700.00	relleno				
22+720.00-22+760.00	corte		927.22	57	Tractor
22+760.00-22+820.00	relleno				
22+820.00-22+937.00		desperdicio	5704.37		
22+937.00-22+960.00	corte		349.74	22	Tractor
22+960.00-22+980.00	relleno				
22+980.00-23+040.00		desperdicio	1922.87		
23+040.00-23+060.00	corte		49.56	25	Tractor
23+060.00-23+080.00	relleno				
23+080.00-23+100.00	corte		126.90	22	Tractor
23+100.00-23+130.00	relleno				
23+140.00-23+145.00	corte		206.03	9	Tractor
23+130.00-23+140.00	relleno				
23+145.00-23+180.00	corte		620.87	48	Tractor
23+180.00-23+220.00	relleno				
23+260.00-23+283.00	corte		1106.67	40	Tractor
23+220.00-23+260.00	relleno				
23+283.00-23+360.00		desperdicio	2474.49		
23+360.00-23+420.00	corte		819.42	88	Tractor
23+420.00-23+484.00	relleno				
23+500.80-23+555.00	corte		420.76	47	Tractor
23+484.00-23+500.80	relleno				
23+555.00-23+600.00	corte		256.80	42	Tractor
23+600.00-23+625.30	relleno				
23+625.30-23+680.00		desperdicio	1118.84		
23+680.00-23+760.00	corte		913.00	72	Tractor
23+760.00-23+780.00	relleno				
23+800.00-23+828.00	corte		1099.80	31	Tractor
23+780.00-23+800.00	relleno				

V

MOVIMIENTO DE TIERRAS Y MAQUINARIA

ESTACIONES	CORTE		VOLUMEN DE LONGITUD		MAQUINARIA
	RELLENO	DESPERDICIOS	TIERRA (m <sup>3</sup> )	PROMEDIO DE ACARREO (m)	
23+828.00-23+960.00		desperdicios	11606.98		
23+960.00-23+986.55		cor-te	182.24	47	Tractor
23+986.55-24+040.00		relleno			
24+100.00-24+125.00		cor-te	1196.54	34	Tractor
24+040.00-24+100.00		relleno			
24+125.00-24+412.27		desperdicios	17073.81		
24+420.00-24+440.00		cor-te	1262.32	43	Tractor
24+440.00-24+516.00		relleno			
24+576.80-24+610.00		cor-te	2901.55	61	Tractor
24+516.00-24+576.80		relleno			
24+610.00-24+648.00		desperdicios	5869.21		
24+648.00-24+680.00		cor-te	2919.49	48	Tractor
24+680.00-24+720.00		relleno			
24+760.00-24+784.00		cor-te	1992.86	40	Tractor
24+720.00-24+760.00		relleno			
24+784.00-24+856.00		desperdicios	7685.11		
24+856.00-24+900.00		cor-te	357.11	32	Tractor
24+900.00-24+920.00		relleno			
24+940.00-24+949.00		cor-te	349.54	14	Tractor
24+920.00-24+940.00		relleno			
24+949.00-25+180.00		desperdicios	13928.36		
25+180.00-25+200.00		cor-te	642.08	27	Tractor
25+200.00-25+224.00		relleno			
25+260.00-25+300.00		cor-te	790.08	52	Tractor
25+224.00-25+260.00		relleno			
25+300.00-25+352.00		desperdicios	2787.20		
25+352.00-25+365.20		cor-te	438.24	26	Tractor
25+365.20-25+411.57		relleno			
25+411.57-25+500.00		desperdicios	5258.47		
25+500.00-25+530.23		cor-te	764.17	28	Tractor
25+530.23-25+552.00		relleno			
25+571.80-25+611.00		cor-te	1363.94	39	Tractor
25+552.00-25+571.80		relleno			
25+611.00-25+767.00		desperdicios	9265.85		
25+767.00-25+800.00		cor-te	1305.00	35	Tractor
25+800.00-25+820.00		relleno			
25+840.00-25+876.00		cor-te	677.36	30	Tractor
25+820.00-25+840.00		relleno			

## CAPITULO VIII

### ESTUDIO DE LA MAQUINARIA

---

#### SECCION 8.1. GENERALIDADES

La moderna tecnología empleada en la construcción de carreteras, implica el uso de medios mecánicos consistentes en equipos especiales motorizados, que vuelven a las operaciones de: excavación, distribución, compactación y nivelación de grandes volúmenes de tierras, más rápidas y económicas, variables muy importantes en todo proyecto vial; dejando tan sólo para determinadas actividades la operación manual.

Para la construcción vial, el equipo caminero está constituido principalmente por: explanadoras, traillas, motoniveladoras, compactadores (rodillos), escarificadoras, excavadoras mecánicas, perforadoras, equipos de transporte, etc. dependiendo su selección de tipo y magnitud de la obra a realizarse, así como también del rendimiento de cada una de las máquinas de acuerdo a su capacidad y potencia.

Entre las actividades que realiza el equipo vial se tiene: rección, excavación, transporte, colocación, tendido, nivelación y compactación de materiales.

En el rendimiento de las máquinas intervienen una serie de factores que lo afectan, entre los que se cuentan:

- Naturaleza del suelo.
- Topografía del terreno.
- Condiciones climatológicas de la región.
- Habilidad, experiencia y voluntad del operador.
- Dirección general de la obra (coordinación del trabajo entre las máquinas de todo tipo, para evitar pérdidas de tiempo por demoras).
- Estado de la maquinaria.
- Organización preventiva de reparaciones y aprovisionamiento de combustible.

Determinar el grado de influencia de éstos factores es bastante difícil y requiere de gran experiencia; en la práctica la incidencia de éstos se va reflejada con aceptable aproximación en el coeficiente de eficiencia de la máquina, dado para diferentes condiciones de operación de la máquina en la obra.

Otro aspecto a considerarse en este estudio es el costo horario de la maquinaria, el cual se lo analiza en términos del Valor de la Amortización, Costos de Posesión y Costos de Operación de las mismas; y depende de muchos factores como: tipo de trabajo, precios locales, de combustible y lubricantes, costos de entrega, tasas de interés, costos de mantenimiento y reparaciones, jornal y cargas legales del operador.

## SECCION 8.2. RENDIMIENTOS Y COSTOS HORARIOS

8.2.1. Máquina: TRACTOR DE CARRILES CAT. D-8-K.

RENDIMIENTO: Potencia : 300 HP.

$R = \frac{Q \times f \times 60 \times E}{C_m}$  Hoja topadora 8A : L = 4.72 m.

h = 1.12 m.

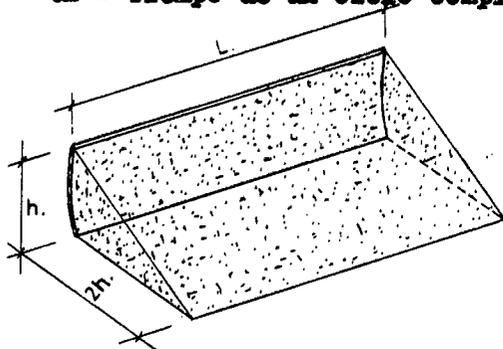
R = Rendimiento, m<sup>3</sup>/h.

Q = Capacidad de la hoja, m<sup>3</sup>.

f = Factor de conversión de material suelto a compactado.

E = Factor de eficiencia.

C<sub>m</sub> = Tiempo de un ciclo completo, minutos.



$$Q = \frac{2h \times h}{2} \times L = h^2 \cdot L$$

$$Q = (1.12)^2 \times 4.72$$

$$Q = 5.92 \text{ m}^3$$

$$f = 1/1.2 = 0.83$$

$$E = 50'/60' \times 0.75 = 0.62$$

C<sub>m</sub> = t.fijo + t. variable.

t.fijo = carga + maniobra + descarga = estimado 0.40 minutos.

t.variable = t.acarreo + t.retorno.

Acarrero en 1a. Veloc. 3.0 Km/h. TBF = 18.5 Ton.

Retorno en 2a. o 3a. Veloc. 8.0 Km/h.

Distancia promedio de acarreo = 60 m.

$$t.\text{acarreo} = \frac{60 \text{ m.} \times 60 \text{ min/h.}}{3000 \text{ m/h.}} = 1.20 \text{ min.}$$

$$t.\text{retorno} = \frac{60 \text{ m.} \times 60 \text{ min/h.}}{8000 \text{ m/h.}} = 0.45 \text{ min.}$$

$$t.\text{var.} = 1.20 + 0.45 = 1.65' \quad C_m = 0.40 + 1.65 = 2.05'$$

$$R = \frac{5.92 \times 0.83 \times 60 \times 0.62}{2.05} \quad \text{Para excav.no clasificada: } R = 89.16 \text{ m}^3/\text{h.}$$

Factor de corrección para roca fragmentada = 0.75.

$$R = 0.75 \times 89.16 \quad \text{Para excav. en roca} \quad : R = 66.87 \text{ m}^3/\text{h.}$$

1.440.78 #/h.

COSTOS HORARIOS DEL EQUIPO

Equipo	:	TRACTOR CAT D-8-K	.....
Potencia	:	300 HP	.....
Costo	:	\$ 5'130.000	.....
Duración	:	10.000 horas	.....
Trabajo	:	2.000 horas/año	.....

A. VALOR DE LA AMORTIZACION

1. Precio de entrega		\$ 5'130.000	.....
2. Costo de reemplazo de neumáticos		.....	
3. Valor neto de depreciación		\$ 5'130.000	.....

B. COSTOS DE POSESION

4. Depreciación:			
Valor neto de depreciación	=	$\frac{5'130.000}{10.000}$	..... 513,00
Horas de vida			
5. Intereses, Seguros, Impuestos: 18%			
Factor x Precio de entrega	=	$\frac{0,054 \times 5'130.000}{1000}$	..... 277,02
1000		1000	
			790,02
Total de Costos de Posesión:			790,02

C. COSTOS DE OPERACION

6. Combustible:	\$ 4,50/gln. x 10,4glns/h.	..... 46,80
7. Lubricantes:		
motor	\$110/glns. x 0,0875glns/h.	..... 9,63
transmisión	\$110/glns. x 0,0375glns/h.	..... 4,13
mandos	\$110/glns. x 0,025glns/h.	..... 2,75
sist.hidrául.	\$110/glns. x 0,0375glns/h.	..... 4,13
grasas	\$ 25/libra x 0,0625lbs/h.	..... 1,56
filtros IBxPM:	12.07 x 0.85	..... 10,26
Subtotal		..... 32,46

8. Neumáticos:

Costo de reemplazo	=	.....
Duración en horas		

9. Reparaciones:

Factor x Valor neto	=	$\frac{0.09 \times 5'130.000}{1000}$	..... 461,70
1000		1000	

10. Gastos de Personal:

(240 + 120) 2,44/8	..... 109,80
--------------------	--------------

Total de Costos de Operación:	..... 650,76	..... 650,76
-------------------------------	--------------	--------------

TOTAL DE COSTOS DE POSESION Y OPERACION : ..... 1.440,78 \$/h.

8.2.2. Máquina: TRACTOR DE CARRILES CAT.D - 7 - G.

RENDIMIENTO: Potencia : 200 HP.  
 $R = \frac{Q \times f \times 60 \times E}{C_m}$  Hoja topadora 7A : L = 4.29 m.  
h = 0.96 m.

R = Rendimiento, m<sup>3</sup>/h.

Q = Capacidad de la hoja, m<sup>3</sup>.

f = Factor de conversión de material suelto a compactado.

E = Factor de eficiencia.

C<sub>m</sub> = Tiempo de un ciclo completo, minutos.

$$Q = h^2 \times L = (0.96)^2 \times 4.29 = 3.95 \text{ m}^3.$$

$$f = 0.83$$

$$E = 0.62$$

C<sub>m</sub> = t.fijo + t. variable.

t.fijo = carga + maniobra + descarga = estimado 0.40 minutos.

t.variable = t.acarreo + t.retorno.

acarreo en 1a. veloc. 3.0 Km/h. TBT = 10 Ton.

retorno en 2a. o 3a. veloc. 7.0 Km/h.

Distancia promedio de acarreo = 40 m.

$$t. \text{ acarreo} = \frac{40 \text{ m.} \times 60 \text{ min/h.}}{3000 \text{ m/h.}} = 0.80' \text{ min.}$$

$$t. \text{ retorno} = \frac{40 \text{ m.} \times 60 \text{ min/h.}}{7000 \text{ m/h.}} = 0.34 \text{ min.}$$

$$t. \text{ variab.} = 0.80 + 0.34 = 1.14'$$

$$C_m = 0.40 + 1.14 = 1.54 \text{ min.}$$

$$R = \frac{3.95 \times 0.83 \times 60 \times 0.62}{1.54} = 79.19 \text{ m}^3/\text{h.}$$

Para excavación no clasificada:  $R = \underline{79.19 \text{ m}^3/\text{h.}}$

Factor de corrección para roca fragmentada = 0.75

$$R = 0.75 \times 79.19 = 59.39 \text{ m}^3/\text{h.}$$

Para excavación en roca:  $R = \underline{59.39 \text{ m}^3/\text{h.}}$

COSTOS HORARIOS DEL EQUIPO

Equipo : TRACTOR CAT D-7-G.  
 Potencia : 200 HP.  
 Costo : \$ 3'970.000.  
 Duración : 10.000 horas.  
 Trabajo : 2.000 horas/año.

A. VALOR DE LA AMORTIZACION

1. Precio de entrega \$ 3'970.000  
 2. Costo de reemplazo de neumáticos .....  
 3. Valor neto de depreciación \$ 3'970.000

B. COSTOS DE POSESION

4. Depreciación:  
 Valor neto de depreciación =  $\frac{3'970.000}{10.000}$  ..... 397,00  
 Horas de vida 10.000  
 5. Intereses, Seguros, Impuestos: 78%  
 Factor x Precio de entrega  $\frac{0,654 \times 3'970.000}{1000}$  ..... 214,38  
 1000 1000  
 Total de Costos de Posesión: ..... 611,38 ..... 611,38

C. COSTOS DE OPERACION

6. Combustible: \$ 4,50/gln. x 7,50gln/h. .... 33,75  
 7. Lubricantes:  
 motor : \$110/gln. x 0,05gln/h. .... 5,50  
 transmisión : \$110/gln. x 0,0375gln./h. .... 4,13  
 mandos : \$110/gln. x 0,025gln./h. .... 2,75  
 sist.hidrául.: \$110/gln. x 0,0375gln./h. .... 4,13  
 grasas : \$ 25/libra x 0,0625lb/h. .... 1,56  
 filtros IBFM: 12,07 x 0,79 ..... 9,54  
 Subtotal : ..... 27,61  
 8. Neumáticos:  
 Costo de reemplazo .....  
 Duración en horas .....  
 9. Reparaciones:  
 Factor x Valor neto =  $\frac{0,09 \times 3'970.000}{1000}$  ..... 357,30  
 1000 1000  
 10. Gastos de Personal:  
 (240+120) 2,44/8 ..... 109,80

Total de Costos de Operación: ..... 528,46 ..... 528,46  
 TOTAL DE COSTOS DE POSESION Y OPERACION : ..... 1.139,84 \$/h.

8.2.3. Máquina: MOTOBILLA CAT. 621B

RENDIMIENTO:	Potencia	: 330 HP
$R = \frac{Q \times f \times 60 \times E}{Cm.}$	Capacidad al ras:	10.7 m <sup>3</sup>
	Capac. colmada	: 15.3 m <sup>3</sup>
	Velocidad máxima:	50 Km/h.
	Carga útil	: 21.8 Ton.

Q = capacidad de la caja.

$$Q = \frac{Q_{\text{ras}} + Q_{\text{colmada}}}{2} = \frac{10.7 + 15.3}{2} = 13 \text{ m}^3.$$

f = factor de conversión de material suelto a compactado: 1/1.2=0.83

E = eficiencia: (50'/60') x 0.75 = 0.62.

Cm = tiempo de un ciclo completo = t.fijo + t.variable.

t.fijo: tractor con tralla : carga + (manobra + descarga).  
sin empujador

$$0.6 + 0.7 = 1.3 \text{ min. (Pág. 11-18.RPC).}$$

t.variable = t.acarreo + t.retorno.

Distancia de acarreo óptimo = 300 m.

Pendiente promedio = - 9%

Resistencia a la rodadura = 50 Kg/Ton.

10 Kg/Ton. = 1% de pendiente adversa.

Acarreo: Pendiente compensada = 5% - 9% = - 4%

Retorno: Pendiente compensada = 5% + 9% = + 14%

Acarreo 7a. veloc. = 36 Km/h. (Pág. 11-18.RPC).

Retorno 5a. veloc. = 18 Km/h.

$$t_{\text{acarreo}} = \frac{300\text{m} \times 60 \text{ min/h.}}{3600 \text{ m/h.}} = 0.50 \text{ min.}$$

t.retorno = 1.20 min. (gráfico pág. 11-21.RPC)\*

t.variable = 0.50 + 1.20 = 1.70 min.

Cm = 1.30 + 1.70 = 3.0 min.

$$R = \frac{13 \times 0.83 \times 60 \times 0.62}{3}$$

$$R = 133.80 \text{ m}^3/\text{h.}$$

\* RPC = Rendimiento de los Productos CATERPILLAR.

COSTOS HORARIOS DEL EQUIPO

Equipo	:	MOTOTRAILLA CAT. 621B.	
Potencia	:	330 HP.	
Costo	:	\$ 5'250.000	
Duración	:	12.000 horas.	
Trabajo	:	2.000 horas/año.	

A. VALOR DE LA AMORTIZACION

1. Precio de entrega		\$ 5'250.000
2. Costo de reemplazo de neumáticos Prop. y tras.	425.000	
3. Valor neto de depreciación		\$ 4'825.000

B. COSTOS DE POSESION

4. Depreciación:			
Valor neto de depreciación	$\frac{4'825.000}{12.000}$		402,08
Horas de vida			
5. Intereses, Seguros, Impuestos: 18%			
Factor x Precio de entrega	$\frac{0,054 \times 5'250.000}{1000}$		283,50
1000			
Total de Costos de Posesión:		685,58	685,58

C. COSTOS DE OPERACION

6. Combustible:	\$ 4,50/gln. x 11,40glns/h.		51,30
7. Lubricantes:			
motor	\$110/gln. x 0,0625glns/h.		6,88
transmisión	\$110/gln. x 0,025glns/h.		2,75
mandos	\$110/gln. x 0,0375glns/h.		4,13
sist.hidrául.	\$110/gln. x 0,025glns/h.		2,75
grasas	\$25/libra x 0,100 lbs/h.		2,50
filtros IBxPM:	12,07 x 1,27		15,33
Subtotal			34,34
8. Neumáticos:			
Costo de reemplazo	$\frac{425.000}{2.000}$		212,50
Duración en horas			
9. Reparaciones:			
Factor x Valor neto	$\frac{0,09 \times 4'825.000}{1000}$		434,25
1000			
10. Gastos de Personal:	(240 + 120) 2,44/8		109,80
Total de Costos de Operación:		842,19	842,19

TOTAL DE COSTOS DE POSESION Y OPERACION : 1.527,77 \$/h.

8.2.4. Máquina: MOTONIVELADORA CAT. 120.

<u>RENDIMIENTO</u>	Potencia	: 135 HP
$T = \frac{P \cdot D}{V \cdot f}$	Peso básico de operación:	12.6 Ton.
	Hoja: longitud	: 3.65 m.
	altura	: 0.61 m.

T = Tiempo total empleado en horas.

P = Número de pasadas.

D = Distancia de operación en Km.

V = Velocidad en Km/h.

f = Coeficiente de trabajo. f = factor hora eficaz x coef. rend. general.

Coeficiente de rendimiento gral.: condiciones excelentes 0.85  
puede valorarse así:

condiciones buenas 0.76

condiciones medianas 0.64

f = (45'/60') x 0.64 = 0.48      condiciones malas 0.49

Rendimiento para nivelación:

P = 6 pasadas.      D = 1 Km.

V : Aumenta a medida que se realizan las pasadas. Para este trabajo se hará así: 4 pasadas a velocidad de 4 Km/h.

2 pasadas a velocidad de 6 Km/h.

$$T_1 = \frac{4 \times 1}{4 \times 0.48} = 2.08 \text{ h/Km.} \quad T_2 = \frac{2 \times 1}{6 \times 0.48} = 0.69 \text{ h/Km.}$$

$$T = T_1 + T_2 \quad T = 2.08 + 0.69 = 2.77 \text{ h/Km.} \quad \underline{T = 2.77 \text{ h/Km.}}$$

$$R = 2.77 \text{ h/Km.} = 0.36 \text{ Km/h.} = 504 \text{ m}^3/\text{h.}$$

Rendimiento para tendido de material:

P = 10 pasadas      D = 1 Km.      V = 5 Km/h.

$$T = \frac{10 \times 1}{5 \times 0.48} = 4.17 \text{ h/Km.}$$

$$T = 4.17 \text{ h/Km.} = 0.24 \text{ Km/h.}$$

Para la sub-base: R = 0.24 Km/h. x (0.20 x 7.00 x 1000 m<sup>3</sup>/Km)

$$\underline{R = 336 \text{ m}^3/\text{h.}}$$

Para la base: R = 0.24 Km/h. x (0.16 x 7.00 x 1000 m<sup>3</sup>/Km.).

$$\underline{R = 268 \text{ m}^3/\text{h.}}$$

COSTOS HORARIOS DEL EQUIPO

Equipo : MOTOR NIVELADORA CAT. 12-G.  
 Potencia : 135 HP.  
 Costo : \$ 2'350.000  
 Duración : 10.000 horas.  
 Trabajo : 2.000 horas/año.

A. VALOR DE LA AMORTIZACION

1. Precio de entrega \$ 2'350.000  
 2. Costo de reemplazo de neumáticos D, P y T. 42.600  
 3. Valor neto de depreciación \$ 2'307.400

B. COSTOS DE POSESION

4. Depreciación:  
 Valor neto de depreciación =  $\frac{2'307.400}{10.000}$  ..... 230,74  
 Horas de vida  
 5. Intereses, Seguros, Impuestos: 18%  
 Factor x Precio de entrega =  $\frac{0,054 \times 2'350.000}{1000}$  ..... 126,90  
 1000  
 Total de Costos de Posesión: ..... 357,64 ..... 357,64

C. COSTOS DE OPERACION

6. Combustible: \$4,50/gln. x 6,60 glns/h. .... 29,70  
 7. Lubricantes:  
 motor : \$110/gln. x 0,025glns/h. .... 2,75  
 transmisión : \$110/gln. x 0,025glns/h. .... 2,75  
 mandos : \$110/gln. x 0,0125glns/h. .... 1,38  
 sist.hidrául.: \$110/gln. x 0,0125glns/h. .... 1,38  
 grasas : \$25/libra x 0,025lbs/h. .... 0,63  
 filtros IBxFM: 12,07 x 0,55 ..... 6,64  
 Subtotal : ..... 15,53  
 8. Neumáticos:  
 Costo de reemplazo =  $\frac{42.600}{3.300}$  ..... 12,91  
 Duración en horas  
 9. Reparaciones:  
 Factor x Valor neto =  $\frac{0,05 \times 2'307.400}{1000}$  ..... 115,37  
 1000  
 10. Gastos de Personal:  
 (240 + 120) 2,44/8 ..... 109,80  
 Total de Costos de Operación: ..... 283,31 ..... 283,31

TOTAL DE COSTOS DE POSESION Y OPERACION : ..... 640,95 \$/h.

8.2.5. Máquina: RODILLO PATA DE CABRA AUTOPROPULSADO

VAP.-70P.

RENDIMIENTO: Potencia : 127 HP  
 $R = \frac{A \times V \times C \times 1000 \times E}{P}$  Peso : 10.3 Ton.  
Ancho efectivo de compact.: 2.0 m.

R = rendimiento, m<sup>3</sup>/h.

A = ancho de compactación por pasada, m.

V = velocidad media de operación, Km/h. Veloc. trabajo 0 - 8.5Km/h.

C = espesor compactado de la capa, m.

1000 = constante.

E = factor de eficiencia, comprendido entre 0.75 y 0.85.

P = número de pasadas, una pasada por cada pulgada de espesor de la capa.

A = 2.0 m.

V = 6.0 Km/h.

C = 0.20 m.

E = 0.80.

P = 8 pasadas.

Reemplazando valores:

$$R = \frac{2.0 \times 6.0 \times 0.20 \times 1000 \times 0.80}{8}$$

$$R = 240 \text{ m}^3/\text{h.}$$

8.2.6. Máquina: RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSA  
DO VAP-70L.

RENDIMIENTO:                      Potencia                                      : 127 HP  
 $R = \frac{A \times V \times C \times 1000 \times E}{P}$       Peso                                                              : 10 Ton.  
Ancho efectivo de compactac.: 2.00 m.

R = rendimiento, m<sup>3</sup>/h.

A = ancho de compactación por pasada, m.

V = velocidad media de operación, Km/h. Veloc.trabajo 0 - 8.5Km/h.

C = espesor compactado de la capa, m.

E = factor de eficiencia, comprendido entre 0.75 y 0.85.

P = número de pasadas.

A = 2.00 m.

V = 5.00 Km/h.

C = 0.20 m.

E = 0.80.

P = 6 pasadas.

Reemplazando valores:

$$R = \frac{2.00 \times 5.0 \times 0.20 \times 1000 \times 0.8}{6} = 266.67 \text{ m}^3/\text{h.}$$

Capa compactada de 20 cm.:  $R = 266.67 \text{ m}^3/\text{h.}$

Para C = 0.16 m., como es el caso de la base se tiene:

$$R = \frac{2.00 \times 5.0 \times 0.16 \times 1000 \times 0.8}{6} = 213.33 \text{ m}^3/\text{h.}$$

Capa compactada de 16 cm.:  $R = 213.33 \text{ m}^3/\text{h.}$

COSTOS HORARIOS DEL EQUIPO

Equipo	:	RODILLO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO VAF-70.
Potencia	:	127 HP.
Costo	:	\$ 1'500.000
Duración	:	10.000 horas.
Trabajo	:	2.000 horas/año.

A. VALOR DE LA AMORTIZACION

1. Precio de entrega	\$ 1'500.000
2. Costo de reemplazo de neumáticos	13.000
3. Valor neto de depreciación	\$ 1'487.000

B. COSTOS DE POSESION

4. Depreciación:		
Valor neto de depreciación	$\frac{1'487.000}{10.000}$	148,70
Horas de vida		
5. Intereses, Seguros, Impuestos: 18%		
Factor x Precio de entrega	$\frac{0,054 \times 1'500.000}{1000}$	81,00
1000		
Total de Costos de Posesión:		229,70

C. COSTOS DE OPERACION

6. Combustible:	\$ 4,50/gln. x 9.0glns/h.	40,50
7. Lubricantes:		
motor	\$110/gln. x 0,100glns/h.	11,00
transmisión	\$110/gln. x 0,0125glns/h.	1,38
mandos	\$110/gln. x 0,0375glns/h.	4,13
sist.hidrául.:	\$110/gln. x 0,025glns/h.	2,75
grasas	\$25/libra x 0,075lbs/h.	1,88
filtros IBxPM:	12,07 x 0,62	7,48
Subtotal		28,62
8. Neumáticos:		
Costo de reemplazo	$\frac{13.000}{1.500}$	8,67
Duración en horas		
9. Reparaciones:		
Factor x Valor neto	$\frac{0,08 \times 1'487.000}{1000}$	118,96
1000		
10. Gastos de Personal:	(180) 2,44/8	54,90

Total de Costos de Operación: 251,65

TOTAL DE COSTOS DE POSESION Y OPERACION : 481,35 \$/h.



COSTOS HORARIOS DEL EQUIPO

Equipo	:	CARGADORA DE RUEDAS CAT. 930.	
Potencia	:	100 HP.	
Costo	:	\$ 1'900.000	
Duración	:	10.000 horas.	
Trabajo	:	2.000 horas/año.	

A. VALOR DE LA AMORTIZACION

1. Precio de entrega		\$ 1'900.000	
2. Costo de reemplazo de neumáticos		\$ 66.000	
3. Valor neto de depreciación		\$ 1'834.000	

B. COSTOS DE POSESION

4. Depreciación:			
Valor neto de depreciación	=	<u>1'834.000</u>	.....183,40
Horas de vida		10.000	
5. Intereses, Seguros, Impuestos: 18%			
Factor x Precio de entrega	=	<u>0,054x1'900.000</u>	.....102,60
1000		1000	
Total de Costos de Posesión:			.....286,00 .....286,00

C. COSTOS DE OPERACION

6. Combustible:	\$ 4,50/gln. x 5,10glns/h.	.....	22,95
7. Lubricantes:			
motor	: \$110/gln. x 0,0375glns/h.	.....	4,13
transmisión	: \$110/gln. x 0,0125glns/h.	.....	1,38
mandos	: \$110/gln. x 0,0250glns/h.	.....	2,75
sist.hidrául.:	\$110/gln. x 0,0500glns/h.	.....	5,50
grasas	: \$ 25/libra x 0,0375lbs/h.	.....	0,94
filtros IBxFM:	12,07 x 0,44	.....	5,31
	Subtotal	.....	20,01
8. Neumáticos:			
Costo de reemplazo	=	<u>66.000</u>	.....44,00
Duración en horas		1.500	
9. Reparaciones:			
Factor x Valor neto	=	<u>0,06x1'834.000</u>	.....110,04
1000		1000	
10. Gastos de Personal:	240 x 2,44/8	.....	73,20
Total de Costos de Operación:			.....270,20 .....270,20

TOTAL DE COSTOS DE POSESION Y OPERACION : .....556,20 \$/h.

8.2.8. Máquina: CONCRETERA

Marca : BRIGGS - STRATTON.

RENDIMIENTO:

Potencia : 9 HP

Capacidad : 1 sacco.

Tiempo de ciclo: carga            1.4 min.  
                                          mezola                    1.0 min.  
                                          descarga                0.6 min.  
                                          Total                    3.0 min.

Eficiencia:                            50 min.

Número de ciclos:                    50/3 = 16.6

Hormigón de 210 Kg/cm<sup>2</sup>. a los 28 días (dosif. 1:2:4).

Cantidades de material por metro cúbico de hormigón:

Cemento	8 sacos = 0.39 m <sup>3</sup> .	$\frac{8 \times 50}{1.032} = 387.6 \text{ dm}^3.$
Arena	0.46 m <sup>3</sup>	
Grava	0.90 m <sup>3</sup>	
Agua	<u>0.20 m<sup>3</sup></u>	
Vt =	1.95 m <sup>3</sup> .	

Cantidades de material por sacco:

Cemento	1 sacco = 0.049 m <sup>3</sup> .
Arena	0.46/8 = 0.058 m <sup>3</sup> .
Grava	0.90/8 = 0.112 m <sup>3</sup> .
Agua	<u>0.20/8 = 0.025 m<sup>3</sup>.</u>
Vt =	0.244 m <sup>3</sup> .

1.95 m<sup>3</sup> de mat.                    1.0 m<sup>3</sup> de Hormigón.

0.244 " "                            X

X = 0.125 m<sup>3</sup> de H.

R = 16.6 ciclos/h. x 0.125 m<sup>3</sup>/ciclo = 2.08 m<sup>3</sup>/h

R = 2.00 m<sup>3</sup>/hora.

COSTOS HORARIOS DEL EQUIPO

Equipo : CONCRETERA BRIGGS - STRATTON  
 Potencia : 9 HP.  
 Costo : \$ 84.000  
 Duración : 6.500 horas.  
 Trabajo : 200 horas/mes.

A. VALOR DE LA AMORTIZACION

1. Precio de entrega \$ 84.000  
 2. Costo de reemplazo de neumáticos .....  
 3. Valor neto de depreciación \$ 84.000

B. COSTOS DE POSESION

4. Depreciación:  

$$\frac{\text{Valor neto de depreciación } 84.000}{\text{Horas de vida } 6.500} = 12,92$$
  
 5. Intereses, Seguros, Impuestos: 18%  

$$\frac{\text{Factor x Precio de entrega } 0,054 \times 84.000}{1000} = 4,54$$
  
 Total de Costos de Posesión: 17,46 ..... 17,46

C. COSTOS DE OPERACION

6. Combustible:  $0,3 \text{ lit/HP/h} \times 9 \text{ HP.} \times 1,50 \$/\text{lit.} = 4,05$   
 7. Lubricantes:  
 motor :  $0,01 \text{ lit/HP/h} \times 9 \text{ HP.} \times 30 \$/\text{lit.} = 2,70$   
 transmisión : .....  
 mandos : .....  
 sist.hidrául.: .....  
 grasas :  $0,01 \text{ lbs./HP/h} \times 9 \text{ HP.} \times 25 \$/\text{lb.} = 2,25$   
 filtros IBxFM: .....  
 Subtotal : 4,95  
 8. Neumáticos:  

$$\frac{\text{Costo de reemplazo}}{\text{Duración en horas}} = \dots\dots\dots$$
  
 9. Reparaciones:  

$$\frac{\text{Factor x Valor neto } 0,05 \times 84.000}{1000} = 4,20$$
  
 10. Gastos de Personal:  $140 \times 2,44/8 = 42,70$

Total de Costos de Operación: 55,90 ..... 55,90

TOTAL DE COSTOS DE POSESION Y OPERACION : ..... 73,36 \$/h.

RESUMEN DE LA MAQUINARIA

Máquina	Potencia HP	Valor Suores	Rendimiento m <sup>3</sup> /h.	Costo horario Suores/hora.
TRACTOR D-8-K	300	5'130.000	Exo. Común: 89,16 Exo. Roca : 66,87	1.440,78
TRACTOR D-7-G	200	3'970.000	Exo. Común: 79,19 Exo. Roca : 59,39	1.139,84
MOTOTRAILLA 621 B	330	5'250.000	133,80	1.527,77
MOTONIVELADORA 12G	135	2'350.000	Nivelac. : 2,77h/Km T. Sub-base: 336 T. Base : 268,80	640,95
RODILLO PATA DE CA BRA AUTOPROPULSADO VAP - 70P	127	1'500.000	240	481,35
RODILLO LISO VIBRA TORIO AUTOPROPULSA DO VAP - 70L	127	1'500.000	e=0,20: 266,67 e=0,16: 213,33	481,35
RODILLO DE NEUMATI- COS	120	1'522.500		370,40
CARGADORA 930	100	1'900.000	108,38	556,20
CAMION TANQUERO (1500 glns.)			Relleno: 127,00 Afirma.: 63,00	211,33
VOLQUETA (6m <sup>3</sup> )	190	1'102.500		374,00
COMPRESOR	140	624.750		386,80
TRITURADORA	290	7'350.000		1.468,80
TRACTOR Y ESCOBA	90-23			210,20
DISTRIBUIDOR DE AS FALTO (7500 lts.)	180	1'753.500		657,80
DISTRIBUIDOR DE AGRE GADO	120	1'750.000		526,70
CONCRETERA	9	84.000	2,0	73,36

Para el cálculo de los costos horarios del equipo se consideró: costos actuales de las máquinas, combustibles y lubricantes. A los salarios del operador y ayudante se los afectó del coeficiente de mayoración de la mano de obra, que actualmente es de 2.44\*, el mismo que es debido a causas diversas tales como días no trabajados pero pagados, aportes patronales y más cargas sociales vigentes dadas por Ley.

Los resultados así obtenidos son confiables para la fecha de estudio de este proyecto (Diciembre-1979), los mismos que variarán en la forma que lo hagan los fenómenos socioeconómicos de la época.

Además de la maquinaria estudiada anteriormente, para la realización del proyecto, será necesario el empleo de otro tipo de máquinas, que se indican también en el cuadro de resumen de la maquinaria; los rendimientos y costos horarios de las mismas han sido tomados de datos prácticos calculados y verificados en proyectos similares.

En cuanto al equipo a usarse en cada una de las actividades del proyecto, será indicado más detalladamente en el capítulo de Programación de la Construcción del Proyecto. (Cap. 10).

\* Manual de Costos Unitarios para la Construcción de Carreteras, por el Ing. Wilfrido Marino. 1979.

CAPITULO IX

PRESUPUESTO

---

SECCION 9.1. ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

9.1.1. Estudios

Equipo : Topográfico  
Carretera : III orden  
Tipo de terreno : Montañoso  
Costo unitario : \$ 40.000/Km.

9.1.2. Limpieza y Desbroce

EQUIPO	RENDIMIENTO	COSTO		COSTO UNITARIO
		HORARIO	MATERIAL	
Tractor D-7-G.	0,30 ha/h.	1.139,84		3.799,47
	Sub-total			3.799,47
	Imprevistos 10%			379,95
	Impuestos 5%			189,97
	TOTAL			4.369,39 \$/ha.

Area de desbroce: Longitud = 4300 m.

Ancho = 20 m. (según norma del MOP para este tipo de vía).

$A = 4.300 \times 20 = 86.000 \text{ m}^2$        $A = 8,60 \text{ ha.}$

9.1.3. Excavación no clasificada

EQUIPO	RENDIMIENTO	COSTO		COSTO UNITARIO
		HORARIO	MATERIAL	
Tractor D-8-K	89,16 m <sup>3</sup> /h.	1.440,78		16,16
Sub-total				16,16
Imprevistos 10%				1,62
Impuestos 5%				0,81
TOTAL				18,59 \$/m <sup>3</sup> .

9.1.4. Excavación en roca

EQUIPO	RENDIMIENTO	COSTO		COSTO UNITARIO
		HORARIO	MATERIAL	
Compresor	10 m <sup>3</sup> /h.	386,80		38,68
Dinamita	0,7 lb./m <sup>3</sup> .		20,00/lb.	14,00
Detonador	0,2 d/m <sup>3</sup>		10,00/d.	2,00
Alambre	0,1 m/m <sup>3</sup>		5,00/m.	0,50
Cargador	10 m <sup>3</sup> /h.	55,00		5,50
Tractor D-8-K	66,87 m <sup>3</sup> /h.	1.440,78		21,55
Sub-total				82,23
Imprevistos 10%				8,22
Impuestos 5%				4,11
TOTAL				94,56 \$/m <sup>3</sup> .

9.1.5. Excavación para obras de arte

EQUIPO	RENDIMIENTO	COSTO		COSTO UNITARIO
		HORARIO	MATERIAL	
Mano de obra Herramientas manual. 5% M.O.	0,45 m <sup>3</sup> /h.	40,87		90,82
Sub-total				95,36
Imprevistos 10%				9,54
Impuestos 5%				4,77
TOTAL				109,77 \$/m <sup>3</sup> .

$$134 \times 2,44/8 = 40,87 \text{ $/h.}$$

9.1.6. Conformación de rellenos

EQUIPO	RENDIMIENTO	COSTO		COSTO UNITARIO
		HORARIO	MATERIAL	
Tractor D-8-K	89,16 m <sup>3</sup> /h.	1.440,78		16,16
Motoniveladora 12G	336,00 m <sup>3</sup> /h.	640,95		1,91
Camión tanquero	127,00 m <sup>3</sup> /h.	211,33		1,66
Rodillo pata de cabra VAP-70P	240,00 m <sup>3</sup> /h.	481,35		2,01
Sub-total				21,74
Imprevistos 10%				2,17
Impuestos 5%				1,09
TOTAL				25,00 \$/m <sup>3</sup> .

9.1.7. Limpieza de derrumbes

EQUIPO	RENDIMIENTO	COSTO		COSTO UNITARIO
		HORARIO	MATERIAL	
Tractor D-8-K	89,16 m <sup>3</sup> /h.	1.440,78		16,16
Sub-total				16,16
Imprevistos 10%				1,62
Impuestos 5%				0,81
TOTAL				18,59 \$/m <sup>3</sup> .

9.1.8. Conformación de la sub-rasante

EQUIPO	RENDIMIENTO	COSTO		COSTO UNITARIO
		HORARIO	MATERIAL	
Motoniveladora 12G	0,36 Km/h.	640,95		1780,42
Camión tanquero	0,09 Km/h.	211,33		2.348,11
Rodillo liso VAP-70L	0,19 Km/h.	481,35		2.533,42
Sub-total				6.661,95
Imprevistos 10%				666,20
Impuestos 5%				333,10
TOTAL				7.661,25 \$/Km.

9.1.9. Sub-base compactada

EQUIPO	RENDIMIENTO	COSTO		COSTO UNITARIO
		HORARIO	MATERIAL	
<b>EXPLOTACION DE CANTERA</b>				
Tractor D-7-G	79,19 m <sup>3</sup> /h.	1.139,84		14,39
<b>TRANSPORTE</b>				
Cargadora 930	108,38 m <sup>3</sup> /h.	556,20		5,13
Volqueta (6m <sup>3</sup> )	9,70 m <sup>3</sup> /h.	374,00		38,56
<b>TENDIDO Y COMPACTADO</b>				
Motoniveladora 12G	336,00 m <sup>3</sup> /h.	640,95		1,91
Camión Tanquero	63,00 m <sup>3</sup> /h.	211,33		3,35
Rodillo liso VAP-70L	266,77 m <sup>3</sup> /h.	481,35		1,81
Sub-total				65,15
Imprevistos 10%				6,52
Impuestos 5%				3,26
<b>TOTAL</b>				<b>74,93 \$/m<sup>3</sup></b>

Cantidad de material:  $V_0 = 0,20 \times 7,0 \times 1.785 = 2.499 \text{ m}^3$ .  
 Sobreanchos  $V_0 = \frac{660 \text{ m}^3}{3.159 \text{ m}^3}$   
 $V_e = 3.159 + 0,20 (3.159) = 3.790 \text{ m}^3$ .

9.1.10. Base compactada

EQUIPO	RENDIMIENTO	COSTO		COSTO UNITARIO
		HORARIO	MATERIAL	
<b>EXPLOTACION DE CANTERAS</b>				
Compresor	10,00 m <sup>3</sup> /h.	386,80		38,68
Dinamita	0,7 lb/m <sup>3</sup>		20,00/lb.	14,00
Detonador	0,2 d/m <sup>3</sup>		10,00/d.	2,00
Alambre	0,1 m/m <sup>3</sup>		5,00/m.	0,50
Tractor D-7-G	59,39 m <sup>3</sup> /h.	1.139,84		19,19
Cargadora 930	108,38 m <sup>3</sup> /h.	556,20		5,13
Volqueta (6m <sup>3</sup> )	50,00 m <sup>3</sup> /h.	374,00		7,48
Trituradora	67,00 m <sup>3</sup> /h.	1.468,80		21,92
<b>TRANSPORTE</b>				
Cargadora 930	108,38 m <sup>3</sup> /h.	556,20		5,13
Volqueta (6 m <sup>3</sup> )	5,74 m <sup>3</sup> /h.	374,00		65,16

TENDIDO Y COMPACTADO				
Motoniveladora 12G	268,80 m <sup>3</sup> /h.	640,95		2,38
Camión tanquero	63,00 m <sup>3</sup> /h.	211,33		3,35
Rodillo liso VAP-70L	213,33 m <sup>3</sup> /h.	481,35		2,26
Sub-total				187,18
Imprevistos 10%				18,72
Impuestos 5%				9,36
TOTAL				215,26 \$/m <sup>3</sup>

Cantidad de material:  $V_0 = 0,16 \times 6,60 \times 4.265 = 4504 \text{ m}^3$ .  
 Sobreanohos  $V_0 = \frac{528 \text{ m}^3}{8} = 66 \text{ m}^3$ .  
 $5.032 \text{ m}^3$ .  
 $V_e = 5032 + 0,20 (5.032) = 6.038 \text{ m}^3$ .

9.1.11. Imprimación

EQUIPO	RENDIMIENTO	COSTO		COSTO UNITARIO
		HORARIO	MATERIAL	
Tractor y escoba	5.000 m <sup>2</sup> /h.	210,20		0,04
Distribuidor de asfalto	2.300 m <sup>2</sup> /h.	657,80		0,29
Asfalto	0,40 gln./m <sup>2</sup>		18,00	7,20
Cuadrilla(6 obreros)	5.000 m <sup>2</sup> /h.	256,20		0,05
Sub-total				7,58
Imprevistos 10%				0,76
Impuestos 5%				0,38
TOTAL				8,72

$\frac{(140 \times 2,44)}{8} \times 6 = 256,20 \text{ $/h.}$

Area a imprimirse:  $A = 7 \times 4.265 = 29.855 \text{ m}^2$   
 Sobreanohos =  $\frac{3.300 \text{ m}^2}{}$   
 Total  $33.155 \text{ m}^2$ .

9.1.12. Doble tratamiento superficial

EQUIPO	RENDIMIENTO	COSTO		COSTO UNITARIO
		HORARIO	MATERIAL	
PREPARACION DEL MATERIAL				
Compresor	333 m <sup>2</sup> /h.	386,80		1,16
Dinamita	0,02 lbs/m <sup>2</sup>		20,00/lb.	0,40
Detonador	0,00006 d/m <sup>2</sup> .		10,00/d.	-
Alambre	0,00003 m/m <sup>2</sup> .		5,00/m.	-

Tractor D-7G	1.966 m <sup>2</sup> /h.	1.139,84		0,58
Cargadora 930	3.613 m <sup>2</sup> /h.	556,20		0,15
Volqueta (6 m <sup>3</sup> )	1.666 m <sup>2</sup> /h.	374,00		0,22
Trituradora	400 m <sup>2</sup> /h.	1.468,80		3,67
<b>TRANSPORTE, RIEGO Y COMPACTACION</b>				
Volqueta (6 m <sup>3</sup> )	190 m <sup>2</sup> /h.	374,00		1,97
Cargadora 930	3.613 m <sup>2</sup> /h.	556,20		0,15
Tractor y escoba	5.000 m <sup>2</sup> /h.	210,20		0,04
Distribuidor de asfalto	1.300 m <sup>2</sup> /h.	657,80		0,51
Distribuidor de agregado	12.000 m <sup>2</sup> /h.	526,70		0,04
Rodillo de neumáticos	2.000 m <sup>2</sup> /h.	370,40		0,19
Rodillo liso VAP-70L	10.800 m <sup>2</sup> /h.	481,35		0,04
Asfalto Ro-2	0,80 gln/m <sup>2</sup>		18,00	14,40
Cuadrilla (6 obreros)	12.000 m <sup>2</sup> /h.	256,20		0,02
Sub-total				23,54
Imprevistos 10%				2,35
Impuestos 5%				1,18
<b>TOTAL</b>				<b>27,074/m<sup>2</sup>.</b>

$$\begin{aligned} \text{Area a tratarse: } A &= 6,0 \times 4.265 = 25.590 \text{ m}^2 \\ \text{Sobranchos} &= \underline{3.300 \text{ m}^2} \\ \text{Total} &= 28.890 \text{ m}^2. \end{aligned}$$

9.1.13. Alcantarillas metálicas  $\phi$  42"

EQUIPO	RENDIMIENTO	COSTO		COSTO UNITARIO
		HORARIO	MATERIAL	
Tubería ARMCO $\phi$ 42"				
calibre 14	ml.		2.250,00	2.250,00
Asfalto	2 glns/ml.		18,000/gln	36,00
Mano de obra (2A+4P)	2,0 ml/h.	273,28		136,64
Herramientas manuales				
5% M. O.				6,83
Sub-total				2.429,47
Imprevistos 10%				242,95
Impuestos 5%				121,47
<b>TOTAL</b>				<b>2.793,89 \$/ml.</b>

$$\frac{(2 \times 180 + 4 \times 134) 2,44}{8} = 273,28 \text{ $/h.}$$

9.1.14. Alcantarillas metálicas  $\phi$  48"

EQUIPO	RENDIMIENTO	COSTO		COSTO UNITARIO
		HORARIO	MATERIAL	
Tubería ARMCO $\phi$ 48" calibre 12	ml.		3.400,0	3.400,00
Asfalto	2,50 gln/ml.		18,0	45,00
Mano de obra (2Ar+4P)	1,50 ml/h.	273,28		182,19
Herramientas manuales 5% M.O.				9,11
Sub-total				3.636,30
Imprevistos 10%				363,63
Impuestos 5%				181,82
TOTAL				4.181,75 \$/ml.

9.1.15. Hormigón simple, clase "A". Excluido encofrado  
f'c = 210 Kg/cm<sup>2</sup>.

Hormigón a usarse en la superestructura del puente

EQUIPO	RENDIMIENTO	COSTO		COSTO UNITARIO
		HORARIO	MATERIAL	
<b>MATERIALES</b>				
Cemento	8 sacos		120	960,00
Arena	0,46 m <sup>3</sup> .		200	92,00
Grava	0,90 m <sup>3</sup> .		150	135,00
Agua	0,20 m <sup>3</sup> .		45	9,00
<b>MEZCLADO</b>				
Concretera	2 m <sup>3</sup> /h.	73,36		36,68
Mano de obra (1A+4P)	2 m <sup>3</sup> /h.	231,80		115,90
<b>TRANSPORTE</b>				
Mano de obra (4P)	2 m <sup>3</sup> /h.	170,80		85,40
Carretillas y herramientas 5% M.O.	2 m <sup>3</sup> /h.			4,27
<b>COMPACTACION</b>				
Vibrador	2 m <sup>3</sup> /h.	30,40		15,20
Mano de obra (1A+4P)	2 m <sup>3</sup> /h.	231,80		115,90
<b>CURADO</b>				
Mano de obra (2P)	2 m <sup>3</sup> /h.	85,40		42,70
Sub-total				1.612,05
Imprevistos 10%				161,21
Impuestos 5%				80,60
TOTAL				1.853,86 \$/m <sup>3</sup> .

$$\frac{(200 + 4 \times 140) 2,44}{8} = 231,80 \text{ \$/h.}$$

9.1.16. Encofrado para estructura (losa puente)

EQUIPO	RENDIMIENTO	COSTO		COSTO UNITARIO
		HORARIO	MATERIAL	
Tablas (0,22x2,80m.)	1,62 u/m <sup>2</sup>		40,0	64,80
Listones	4,00 ml/m <sup>2</sup>		6,0	24,00
Puntales	6,00 u/m <sup>2</sup>		10,0	60,00
Vigas de apoyo	2,00 ml/m <sup>2</sup>		20,0	40,00
Clavos	1,00 lb/m <sup>2</sup>		15,0	15,00
Mano de obra (1C + 1Ay + 2P)	2,50 m <sup>2</sup> /h.	201,30		80,52
Herramientas manuales 5% M.O.				2,87
Sub-total				287,19
Imprevistos 10%				28,72
Impuestos 5%				14,36
<b>TOTAL</b>				<b>330,27 \\$/m<sup>2</sup>.</b>

$$\frac{(200 + 180 + 2 \times 140) 2,44}{8} = 201,30 \text{ \$/h.}$$

9.1.17. Hormigón simple clase "B". Incluido encofrado

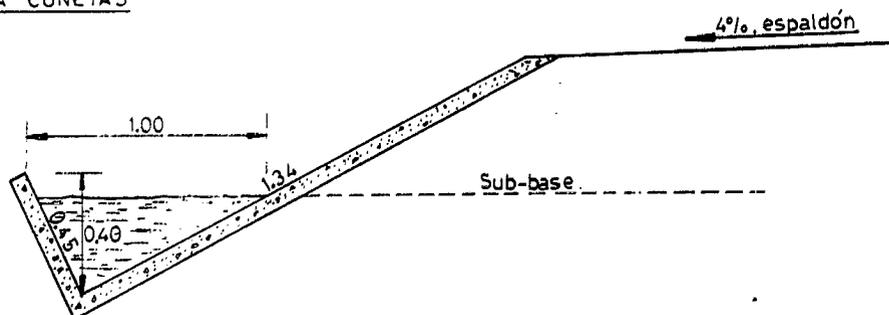
Esta clase de hormigón se usará en el revestimiento de cunetas

EQUIPO	RENDIMIENTO	COSTO		COSTO UNITARIO
		HORARIO	MATERIAL	
<b>MATERIALES</b>				
Cemento	6 sacos		120	720,00
Arena	0,40 m <sup>3</sup>		200	80,00
Grava	0,86 m <sup>3</sup>		150	129,00
Agua	0,18 m <sup>3</sup>		45	8,10
<b>MEZCLADO</b>				
Concretera	2,00 m <sup>3</sup> /h.	73,36		36,68
Mano de obra (1A+4P)	2,00 m <sup>3</sup> /h.	231,80		115,90
<b>ENCOFRADO</b>				
Materiales	3,60 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>		60	216,00
Mano de obra (1C+2P)	10,00 m <sup>2</sup> /h.	146,40		52,70

TRANSPORTE				
Mano de obra (4P)	2,00 m <sup>3</sup> /h.	170,80		85,40
Carretillas y herramientas 5% M.O.	2,00 m <sup>3</sup> /h.			4,27
COMPACTACION				
Mano de obra (1A+4P)	2,00 m <sup>3</sup> /h.	231,80		115,90
CURADO Y DESENCOFRADO				
Mano de obra (2P)	2,00 m <sup>3</sup> /h.	85,40		42,70
Sub-total				1.606,65
Imprevistos 10%				160,67
Impuestos 5%				80,33
TOTAL				1.847,65 \$/m <sup>3</sup> .

NOTA: Se considera que el material de encofrado servirá en dos ocasiones.

PARA CUNETAS



$$\text{Vol. de hormigón/ml.} = (0,45 + 1,34) \times 0,10 = 0,18 \text{ m}^3/\text{ml.}$$

$$\text{Costo unitario} = 0,18 \text{ m}^3/\text{ml.} \times 1.847,65 \text{ $/m}^3 = 332,58 \text{ $/ml.}$$

#### 9.1.18. Hormigón ciclópeo. Incluido encofrado

Formado por: 60% hormigón simple clase "B"  
40% piedra.

Esta clase de hormigón se empleará en las estructuras de entrada y salida de alcantarillas y en la sub-estructura del puente.

EQUIPO (RUBRO)	RENDIMIENTO	COSTO		COSTO UNITARIO
		HORMIG.	MATERIAL	
Hormigón simple "B"	0,60 m <sup>3</sup>	1.606,65		963,99
Piedra	0,40 m <sup>3</sup>		150	60,00
Sub-total				1.023,99
Imprevistos 10%				102,40
Impuestos 5%				51,20
TOTAL				1.177,59 \$/m <sup>3</sup> .

9.1.19. Acero de refuerzo.  $f_yk = 2.800 \text{ Kg/cm}^2$ .

EQUIPO	RENDIMIENTO	COSTO		COSTO UNITARIO
		HORARIO	MATERIAL	
Acero,	libra		9,0	9,00
Alambre de amarre	0,10 lb/lb.		10,0	1,00
Mano de obra (1D+2P)	300,00 lb/h.	146,40		0,50
Herramientas manuales 5% M.O.				0,10
Sub-total				10,60
Imprevistos 10%				1,06
Impuestos 5%				0,53
TOTAL				12,19 \$/lb.

$$\frac{(200 + 2 \times 140) \times 2,44}{8} = 146,40.$$

NOTA: Los costes unitarios calculados son válidos para la ejecución de la obra por administración directa. En caso de que se construya por contrato, deberá adicionarse al valor calculado el porcentaje correspondiente a ganancias que por Ley le pertenece al contratista.

Así mismo los mencionados costos unitarios están basados en el salario mínimo vital vigente de \$ 4.000,00 mensuales.

SECCION 9.2. PRESUPUESTO GENERAL

DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	PRECIO TOTAL
Estudios	Km.	40.000,00	4,30	172.000,00
Limpieza y Desbroce	Ha.	4.369,39	8,60	37.576,75
Excavación no Clasificada	M <sup>3</sup>	18,59	140.080,84	2'604.102,80
Excavación en Roca	M <sup>3</sup>	94,56	3.000,00	283.680,00
Excavación para Obras de Arte: Alcantarillas Puente Cunetas	M <sup>3</sup>	109,67	287,65	31.546,57
			241,88	26.526,98
			1.191,00	130.616,97
				188.690,52
Conformación de Rellenos	M <sup>3</sup>	25,00	33.145,21	828.630,25
Limpieza de Derrumbe	M <sup>3</sup>	18,59	14.000,00	260.260,00
Conformación de la Subrasante	Km.	7.661,25	4,30	32.943,38
Sub-base Compactada	M <sup>3</sup>	74,93	3.790,00	283.984,70
Base Compactada	M <sup>3</sup>	215,26	6.038,00	1'299.739,80
Imprimación	M <sup>2</sup>	8,72	33.155,00	289.111,60
Doble Trat. Superf. Bit.	M <sup>2</sup>	27,07	28.890,00	782.052,30
Alcantarillas Metálicas "ARMCO"    ∅ 42" ∅ 48"	ML	2.793,89	221,50	618.846,63
			58,00	242.541,50
				861.388,13
Hormigón Simple Clase "A" (Superestruct. Puente)	M <sup>3</sup>	1.853,86	23,19	42.991,01
Encofrado para Estruct. (Superestruct. Puente)	M <sup>2</sup>	330,27	90,00	29.724,30
Hormigón Simple Clase "B" (Revest. de Cunetas)	ML	332,58	5.955,00	1'980.513,90
Hormigón Ciclópeo: Estructuras de Alcant. Sub-estruct. Puente	M <sup>3</sup>	1.177,59	92,89	109.386,33
			1.177,59	223.000,21
				332.386,54
Acero de Refuerzo: Alcantarillas Puente	LB.	12,19	333,58	4.066,34
			6.588,71	80.316,37
				84.382,71
			<b>TOTAL:</b>	<b>\$ 10'394.158,69</b>

## CAPITULO X

### PROGRAMACION PARA LA CONSTRUCCION DEL PROYECTO

---

#### OBJETIVO.-

Optimizar adecuadamente los recursos disponibles de materiales, mano de obra y maquinaria, para lograr los mejores resultados en el menor tiempo posible, sin descuidar el factor económico que gravita decisivamente en los recursos citados.

El método de programación usado en este proyecto es el C. P. M. (METODO DE LA RUTA CRITICA), el mismo que dispone de una estructura básica consistente en un diagrama o red de flechas que muestra en una forma gráfica secuencial y lógica el desarrollo de acontecimientos y actividades que componen el proyecto, permitiendo realizar un mejor control sobre las mismas y destacando la importancia que tienen las denominadas ACTIVIDADES CRITICAS, que son las que determinan el avance de la obra y la duración total de la ejecución del proyecto.

El trabajo realizado en este capítulo consta:

- a) Listado de actividades.
- b) Cálculo de tiempos.

- c) Matriz de secuencia.
- d) Diagrama de flechas "RUTA CRITICA".
- e) Gráfico de Gantt.
- f) Programa de empleo de maquinaria.
- g) Programa de empleo de personal.
- h) Cronograma valorado de trabajos.

Esencialmente la duración de cada trabajo se obtiene de:

$$\frac{\text{CANTIDAD}}{\text{RENDIMIENTO}} = \text{DURACION}$$

A la duración obtenida en la forma anterior la he afectado - de corrección consistente en un incremento que varía del 10% al 20% del tiempo calculado, de acuerdo al grado de incidencia que puedan - tener sobre las actividades causas no consideradas como: Estado y re - paraciones de la maquinaria, mal tiempo en el lugar de trabajo, ca - sos fortuitos de trabajadores, coordinación con otras actividades, di - rección general de la obra, transporte del personal y equipo al lu - gar de trabajo, etc..

Otra corrección efectuada en algunas actividades luego de - realizar un análisis, se debe a la acción simultánea del equipo de construcción sobre actividades paralelas pero que guardan estrecha - relación entre sí como es el caso de la limpieza y desbroce, la exca - vación no clasificada, la conformación de rellenos y la excavación - en roca.

En el cuadro de Programa de Empleo de Personal se hace cons - tar además del personal específico de cada actividad:

- Al Ingeniero Jefe de Proyecto, encargado de la dirección - técnica.
- Equipo Topográfico, empleado en el replanteo, mediciones de

derrumbes y cantidades de obra ejecutadas, chequeo del eje del proyecto y nivelación, etc., datos necesarios para elaborar los justificativos.

-Bodeguero, responsable de la distribución de los implementos necesarios acordes al tipo de trabajo que realiza el personal.

-Guardián, a su cargo esta la custodia del campamento y sus bienes.

-Mecánicos, encargados del mantenimiento y reparaciones de la maquinaria.

CALCULO DE TIEMPOS

1.- LIMPIEZA Y DESBROCE TRAMO N° 1:

Cantidad : 3,57 Ha.

EQUIPO	RENDIMIENTO	DURACION (dias)
1 Tractor D-7-G	0,30 Ha/h.	2

2.- EXCAVACION NO CLASIFICADA TRAMO N° 1:

Cantidad : 43.697,30 M<sup>3</sup>.

EQUIPO	RENDIMIENTO	DURACION
2 Tractores D-8-K	178 M <sup>3</sup> /h.	
1 Tractor D-7-G	79 M <sup>3</sup> /h.	22

3.- LIMPIEZA Y DESBROCE TRAMO N° 2:

Cantidad : 4,96 Ha.

EQUIPO	RENDIMIENTO	DURACION
1 Tractor D-7-G	0,30 Ha/h.	2

4.- EXCAVACION NO CLASIFICADA TRAMO N° 2:

Cantidad : 96.383,54 M<sup>3</sup>

EQUIPO	RENDIMIENTO	DURACION
2 Tractores D-8-K	178 M <sup>3</sup> /h.	
1 Tractor D-7-G	79 M <sup>3</sup> /h.	47

5.- EXCAVACION EN ROCA :

Cantidad : 3.000 M<sup>3</sup>

EQUIPO	RENDIMIENTO	DURACION (dias)
1 Compresor	10 M <sup>3</sup> /h.	
1 Tractor D-8-K.	67 M <sup>3</sup> /h.	6

6.- CONFORMACION DE RELLENOS:

Cantidad : 33.145,21 M<sup>3</sup>

EQUIPO	RENDIMIENTO	DURACION
2 Tractores D-8-K.	178 M <sup>3</sup> /h.	24
1 Motoniveladora 12G	504 M <sup>3</sup> /h.	
1 Camión tanquero (1.500glns.)	127 M <sup>3</sup> /h.	
1 Rodillo pata de cabra VAP-70P	240 M <sup>3</sup> /h.	

7.- LIMPIEZA DE DERRUMBES :

Cantidad : 14.000 M<sup>3</sup>

EQUIPO	RENDIMIENTO	DURACION
1 Tractor D-8-K.	89 M <sup>3</sup> /h.	20

8.- SUB-RASANTE COMPACTADA;

Cantidad : 4,30 Km.

EQUIPO	RENDIMIENTO	DURACION
1 Motoniveladora 12G	0,36 Km/h.	
2 Camiones tanqueros	254 M <sup>3</sup> /h.	
1 Rodillo liso VAP-70L	267 M <sup>3</sup> /h.	3

9.- EXPLOTACION DE CANTERA PARA MATERIAL DE SUB-BASE:

Cantidad : 3.790 M<sup>3</sup>

EQUIPO	RENDIMIENTO	DURACION
1 Tractor D-7-G	79 M <sup>3</sup> /h.	6

10.- SUB-BASE COMPACTADA TRAMO N° 1:

Cantidad : 3.790 M<sup>3</sup>

EQUIPO	RENDIMIENTO	DURACION
1 Cargadora 930	108 M <sup>3</sup> /h.	
6 Volquetas (6 M <sup>3</sup> ) (d = 6,80 Km)	58 M <sup>3</sup> /h.	9

1 Motoniveladora 12G	336 M <sup>3</sup> /h.
2 Camiones tanqueros	126 M <sup>3</sup> /h.
1 Rodillo liso VAP-70L	267 M <sup>3</sup> /h.

11.- EXPLOTACION DE CANTERA PARA MATERIAL DE BASE :

Cantidad : 6.038 M<sup>3</sup>

EQUIPO	RENDIMIENTO	DURACION
1 Compresor	10 M <sup>3</sup> /h.	
Material para explosión		
1 Tractor D-7-G	59 M <sup>3</sup> /h.	13
1 Cargadora 930	108 M <sup>3</sup> /h.	
2 Volquetas (6M <sup>3</sup> )	100 M <sup>3</sup> /h.	
1 Trituradora	67 M <sup>3</sup> /h.	

12.- BASE COMPACTADA TRAMO N° 1 :

Cantidad : 2.527 M<sup>3</sup>

EQUIPO	RENDIMIENTO	DURACION
1 Cargadora	108 M <sup>3</sup> /h.	
6 Volquetas (6M <sup>3</sup> ) (d = 11,00 Km.)	34 M <sup>3</sup> /h.	10
1 Motoniveladora 12G	269 M <sup>3</sup> /h.	
2 Camiones tanqueros	126 M <sup>3</sup> /h.	
1 Rodillo liso VAP-70L	213 M <sup>3</sup> /h.	

13.- PREPARACION DE MATERIAL PARA ASFALTOS :

Cantidad : 28.890 M<sup>2</sup>

EQUIPO	RENDIMIENTO	DURACION
1 Compresor	333 M <sup>2</sup> /h.	
Material para explosión:		
1 Tractor D-7-G	1.966 M <sup>2</sup> /h.	
1 Cargadora 930	3.613 M <sup>2</sup> /h.	
2 Volquetas (6M <sup>3</sup> ).	3.332 M <sup>2</sup> /h.	
1 Trituradora	300 M <sup>2</sup> /h.	9

14.- IMPRIMACION TRAMO N° 1:

Cantidad : 13.880 M<sup>2</sup>

EQUIPO	RENDIMIENTO	DURACION (dias)
1 Tractor-escoba	5.000 M <sup>2</sup> /h.	
1 Distribuidor de asfalto (7.500 lt.)	2.300 M <sup>2</sup> /h.	1
1 Cuadrilla (6 peones)	5.000 M <sup>2</sup> /h.	

15.- DOBLE TRATAMIENTO SUPERFICIAL BITUMINOSO TRAMO N° 1:

Cantidad : 12.090 M<sup>2</sup>

EQUIPO	RENDIMIENTO	DURACION
1 Cargadora 930	3.613 M <sup>2</sup> /h.	
6 Volquetas (6M <sup>3</sup> ) (d = 11,0Km.)	1.140 M <sup>2</sup> /h.	
1 Tractor-escoba	5.000 M <sup>2</sup> /h.	
1 Distribuidor de asfalto(7.500 lt.)	1.300 M <sup>2</sup> /h.	2
1 Distribuidor de agregado	12.000 M <sup>2</sup> /h.	
1 Rodillo de neumático	2.000 M <sup>2</sup> /h.	
1 Rodillo liso VAP-70L.	10.800 M <sup>2</sup> /h.	
1 Cuadrilla (6 peones)	12.000 M <sup>2</sup> /h.	

✓ 16.- BASE COMPACTADA TRAMO N° 2:

Cantidad : 3.511 M<sup>3</sup>

EQUIPO	RENDIMIENTO	DURACION
1 Cargadora 930	108 M <sup>3</sup> /h.	
6 Volquetas (6M <sup>3</sup> ) (d = 13,14Km.)	32 M <sup>3</sup> /h.	14
1 Motoniveladora 12G	269 M <sup>3</sup> /h.	
2 Camiones tanqueros	126 M <sup>3</sup> /h.	
1 Rodillo liso VAP-70L.	213 M <sup>3</sup> /h.	

17.- IMPRIMACION TRAMO N° 2:

Cantidad : 19.275 M<sup>2</sup>

EQUIPO	RENDIMIENTO	DURACION
1 Tractor-escoba	5.000 M <sup>2</sup> /h.	
1 Distribuidor de asfalto	2.300 M <sup>2</sup> /h.	2
1 Cuadrilla (6 peones)	5.000 M <sup>2</sup> /h.	

18.- DOBLE TRATAMIENTO SUPERFICIAL BITUMINOSO TRAMO N° 2:

Cantidad: 16.800 M<sup>2</sup>

EQUIPO	RENDIMIENTO	DURACION (dias)
Idem. Tramo N° 1		2

19.- EXCAVACION PARA ALCANTARILLAS :

Cantidad : 287,65 M<sup>3</sup>

EQUIPO	RENDIMIENTO	DURACION
1 Cuadrilla (6 peones)	0,45 M <sup>3</sup> /peón/h.	14

20.- COLOCACION DE ALCANTARILLAS METALICAS "ARMCO" ø 42":

Cantidad : 221,50 ML.

EQUIPO	RENDIMIENTO	DURACION
1 Cuadrilla (6 obreros)	16 ML./día	14

21.- COLOCACION DE ALCANTARILLAS METALICAS "ARMCO" ø 48":

Cantidad : 58,00 ML.

EQUIPO	RENDIMIENTO	DURACION
1 Cuadrilla (6 obreros)	12 ML./día	5

22.- HORMIGON CICLOPEO PARA ESTRUCTURAS DE ALCANTARILLAS :

Cantidad : 92,89 M<sup>3</sup>

EQUIPO	RENDIMIENTO	DURACION
1 Cuadrilla (1A + 5P)	6,0 M <sup>3</sup> /día	16
1 Concretera		

23.- EXCAVACION PARA CUNETAS :

Cantidad : 1.191 M<sup>3</sup>

EQUIPO	RENDIMIENTO	DURACION
3 Cuadrillas (5 peones o/u.)	0,45 M <sup>3</sup> /peón/h.	22

24.- HORMIGON SIMPLE CLASE "B" PARA REVESTIMIENTO DE CUNETAS :

Cantidad : 5.955 ML.

EQUIPO	RENDIMIENTO	DURACION
4 Cuadrillas (1A + 7P) o/u.	60 ML./día/cuad.	25
4 Concreteras		

25.- EXCAVACION PARA SUB-ESTRUCTURA PUENTE :

Cantidad : 241,88 M<sup>3</sup>

EQUIPO	RENDIMIENTO	DURACION (dias)
1 Cuadrilla (8 peones)	0,45 M <sup>3</sup> /peón/h.	9

26.- HORMIGON CICLOPEO PARA SUB-ESTRUCTURA DEL PUENTE :

Cantidad : 189,37 M<sup>3</sup>

EQUIPO	RENDIMIENTO	DURACION
1 Concretera		
1 Cuadrilla (2A + 8P)	16 M <sup>3</sup> /día	12

27.- ENCOFRADO DEL TABLERO DEL PUENTE :

Cantidad : 90 M<sup>2</sup>

EQUIPO	RENDIMIENTO	DURACION
1 Carpintero		
1 Ayudante	20 M <sup>2</sup> /día	5
2 Peones		

28.- PREPARACION DEL ACERO DE REFUERZO :

Cantidad : 6.588,70 libras

EQUIPO	RENDIMIENTO	DURACION
1 Doblador	350 Lb/h.	3
2 Peones		

29.- COLOCACION DEL ACERO DE REFUERZO :

Cantidad : 6.588,70 Lb.

EQUIPO	RENDIMIENTO	DURACION
1 Doblador	300 Lb/h.	3
2 Peones		

30.- FUNDICION DE LA LOSA DEL PUENTE (Incluido pasamanos y vigas de borde):

Cantidad : 23,19 M<sup>3</sup>

EQUIPO	RENDIMIENTO	DURACION
1 Concretera		
1 Cuadrilla (2A + 8P)	16 M <sup>3</sup> /día	2

31.- CURADO, FRAGUADO Y DESENCOFRADO PUENTE :

Cantidad : Superestructura del puente

EQUIPO	RENDIMIENTO	DURACION
2 Peones		28

32.- RELLENO Y CONFORMACION DE RASANTE JUNTO A ESTRIBOS DEL PUENTE:

Cantidad :

EQUIPO	RENDIMIENTO	DURACION
De acuerdo a operación y forma de trabajo		2

LISTADO DE ACTIVIDADES

<u>Nº</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>DURACION CORREGIDA</u> <u>(días)</u>
1.	Limpieza y desbroce, tramo Nº 1.	2
2.	Excavación no clasificada, tramo Nº 1.	34
3.	Limpieza y desbroce, tramo Nº 2.	3
4.	Excavación no clasificada, tramo Nº 2.	70
5.	Excavación en roca	8
6.	Conformación de rellenos	26
7.	Limpieza de derrumbes	24
8.	Sub-rasante compactada	4
9.	Explotación de cantera para material de Sub-base	7
10.	Sub-base compactada, tramo Nº 1.	10
11.	Explotación de cantera para material de base	16
12.	Base compactada, tramo Nº 1.	11
13.	Preparación de material para asfaltos	11
14.	Imprimación, tramo Nº 1.	1
15.	Doble tratamiento superficial bituminoso, tramo Nº 1.	5
16.	Base compactada, tramo Nº 2.	17
17.	Imprimación, tramo Nº 2.	2
18.	Doble tratamiento superficial bituminoso, tramo Nº 2.	6
19.	Excavación para alcantarillas	15
20.	Colocación de alcantarillas metálicas ARMCO Ø 42".	15

21. Colocación de alcantarillas metálicas ARNCO Ø 48".	6
22. Hormigón oiolópeo para estructuras de alcantarillas	17
23. Excavación para cunetas	24
24. Hormigón simple clase "B" para revest. de cunetas	31
25. Excavación para sub-estructuras del Puente	11
26. Hormigón oiolópeo para sub-estructura del Puente	13
27. Encofrado del tablero del Puente	6
28. Preparación del acero de refuerzo (superest. Puente)	3
29. Colocación del acero de refuerzo (superest. Puente)	3
30. Fundición de la losa del Puente	2
31. Curado, fraguado y desencofrado. Puente.	28
32. Relleno y conformación de rasante junto a estribos	2

MATRIZ DE SECUENCIA

SEC.	DMP.																																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
1																																	
2	X	X																															
3	X																																
4	X	X	X																														
5	X	X																															
6	X	X																															
7	X	X																															
8	X		X	X	X																												
9																																	
10							X	X																									
11																																	
12									X	X																							
13																																	
14											X	X																					
15													X																				
16										X	X																						
17												X			X																		
18																X																	
19							X																										
20																			X	X													
21																			X	X													
22																			X	X													
23	X		X	X	X																												
24											X													X									
25	X																																
26																										X							
27																										X	X						
28																										X	X						
29																										X	X	X					
30																											X	X	X				
31																															X		
32																																X	

DMP. = Dependencia.

SEC. = Secuencia.

RESUMEN TABULAR DE CALCULO

ACTIVIDAD N°	EVENTOS	DURAC. (días)	FPI	FPF	FUI	FUF	HT	HL	TIPO DE ACTIVIDAD.
1	0-1	2	0	2	0	2	0	0	CRIT.
2	1-2	34	2	36	2	36	0	0	CRIT.
3	1-3	3	2	5	103	106	101	0	
-	3-5	0	5	5	106	106	101		
4	2-5	70	36	106	36	106	0	0	CRIT.
5	1-4	8	2	10	98	106	96	0	
-	4-5	0	10	10	106	106	96		
6	1-5	26	2	28	80	106	78	78	
7	2-23	24	36	60	138	162	102	102	
8	5-7	4	106	110	106	110	0	0	CRIT.
9	0-7	7	0	7	103	110	103	103	
10	7-9	10	110	120	110	120	0	0	CRIT.
11	0-9	16	0	16	104	120	104	104	
12	9-15	11	120	131	120	131	0	0	CRIT.
13	0-15	11	0	11	120	131	120	120	
14	15-17	1	131	132	148	149	17	0	
15	17-18	5	132	137	149	154	17	11	
16	15-18	17	131	148	137	154	6	0	
17	18-20	2	148	150	154	156	6	0	
18	20-23	6	150	156	156	162	6	6	
19	7-12	15	110	125	122	137	12	0	
-	12-14	0	125	125	137	137	12		
20	7-14	15	110	125	122	137	12	0	
21	7-13	6	110	116	131	137	21	9	
-	13-14	0	116	116	137	137	21		
22	14-18	17	125	142	137	154	12	6	
23	5-21	24	106	130	107	131	1	1	
-	15-21	0	131	131	131	131	0	0	CRIT.
24	21-23	31	131	162	131	162	0	0	CRIT.
25	2-6	11	36	47	97	108	61	0	
26	6-8	13	47	60	108	121	61	0	
27	8-10	6	60	66	121	127	61	0	
-	10-11	0	66	66	127	127	61		
28	8-11	3	60	63	124	127	64	3	
29	11-16	3	66	69	127	130	61	0	
30	16-19	2	69	71	130	132	61	0	
31	19-22	28	71	99	132	160	61	0	
32	22-23	2	99	101	160	162	61	61	

FPI = Fecha primera de iniciación.

FPF = Fecha primera de finalización.

FUI = Fecha última de iniciación.

FUF = Fecha última de finalización.

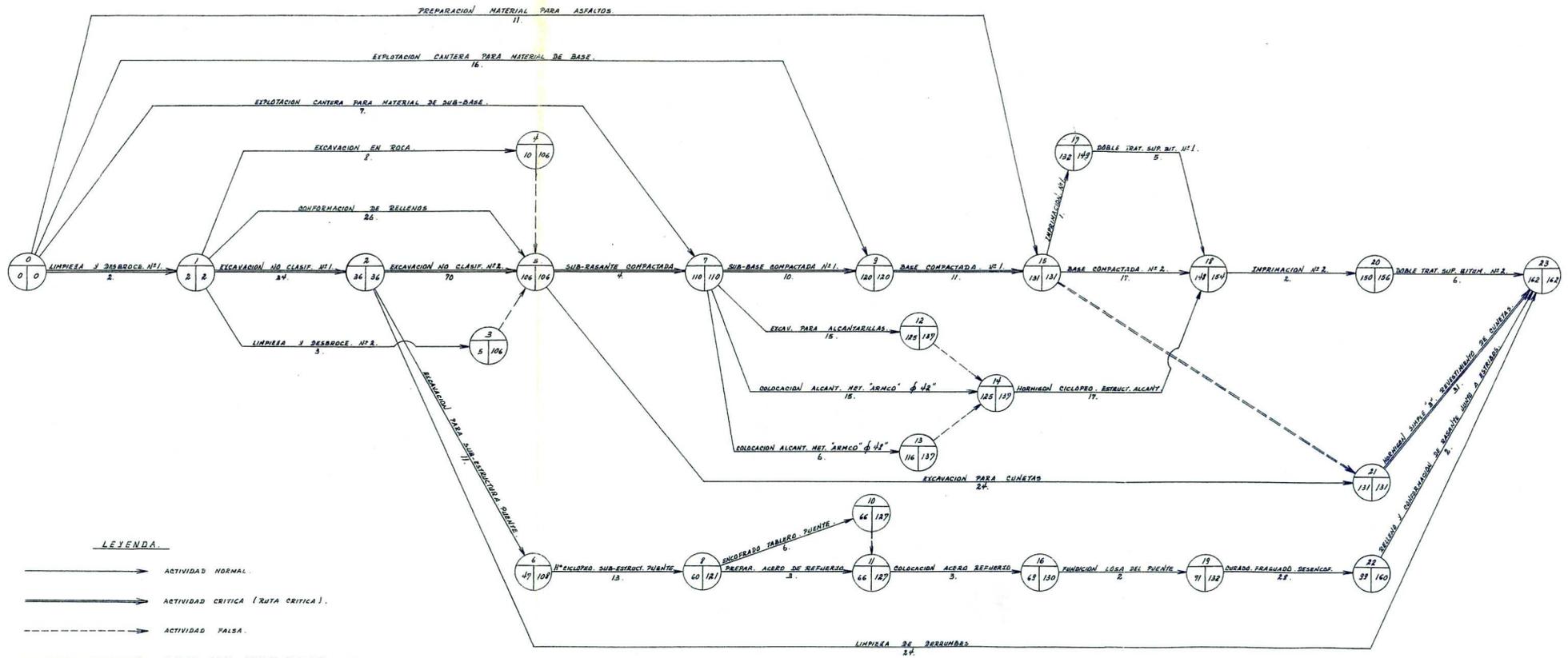
HT = Holgura o margen total.

HL = Holgura o margen libre.

HT = FUF - FPI - Durac.

HL = FPF - FPI - Durac.

# RUTA CRITICA





## BIBLIOGRAFIA

1. Topografía. TORRES N. Alvaro y Eduarde Villa  
te B.
2. Manual de Diseño de Carreteras. M.O.P.- 001-E.
3. Normas de Diseño Geométrico de  
Carreteras. M.O.P.
4. Manual de Caminos Vecinales. ETCHARREN G. René.
5. Caminos. COQUAND R.
6. Ingeniería de Carreteras. COLESBY H. Clarkson y Laurecen I.  
Hewes.
7. Ingeniería de Carreteras y Ae-  
ropuertos. LEGAULT, R. Adrian.
8. Caminos. ESCARIO José Luis.
9. Carreteras, Calles y Aeropis-  
tas. VALLE Rodas Raúl.
10. Geotecnia del Ingeniero CAMBERFORT Henry.
11. Mecánica de Suelos. LAMBE T. William y Robert V.  
Whitman.
12. Mecánica de Suelos, en la Inge-  
niera Práctica. TERZAGHI y Ralph B. Peck.
13. Introducción a la Mecánica de  
Suelos y Cimentaciones. SOWERS George.
14. Manual de Mecánica de Suelos. GALEANO Fabian (ETI).
15. Manual de Construcción de Cami-  
nos y Puentes. M.O.P.
16. Manual de Laboratorio, Suelos,  
Pavimentos y Materiales. M.O.P.
17. Mecánica de los Fluidos. STREETER Víctor L.
18. Estructuras Metálicas para Dre-  
naje. M.O.P.
19. Proyecto y Dimensionamiento de  
las Estructuras de Hormigón. URQUHART - O'ROURKE - WINTER.
20. Manual de Calculo y Diseño de  
Puentes de Hormigón Armado. HIDALGO R. Gustavo. (M.O.P.)
21. Obras Civiles HIDALGO R. Jaime (ETI).
22. Compactación en Carreteras y  
Aeropuertos. ARQUIE George.

23. Rendimientos de los Productos  
CATERPILLAR. CATERPILLAR.
24. Maquinaria para Obras. GABAY A. J. Zemp.
25. Manual de Calculo de Precios  
Unitarios para la Construc-  
ción de Carreteras. TORRES Milton. M.O.P.
26. Manual de Composición de Costos  
Unitarios para la Construcción  
de Carreteras. MERINO Wilfrido.
27. Especificaciones Generales para  
la Construcción de Caminos y  
Puentes M.O.P.
28. Tecnología de la Construcción BAUD G.
29. Método del Camino Crítico. CATALYTIC Construction Company.
30. Planteamientos Tecnológicos pa-  
ra la Construcción de Carreteras.M.O.P.