

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



**CARRETERA SAN PEDRO DE LLOCC-MAZANCA:
ESTUDIO DE SUELOS, CANTERAS Y DISEÑO DE
PAVIMENTOS**

INFORME DE INGENIERÍA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO CIVIL

FREDY ARTEMIO ALDORADIN GUTIERREZ

LIMA-PERU

2006

DEDICATORIA

A mis padres Celia y Artemio, mi
agradecimiento eterno.

A mis hermanos, Gustavo, Ruth, Doris,
Melva y Lili.

**"CARRETERA SAN PEDRO DE LLOCC-MAZANCA: ESTUDIO DE SUELOS,
CANTERAS Y DISEÑO DE PAVIMENTOS"**

INDICE

| | | | |
|---------------------|----------|---|-----------|
| CAPITULO 1 | : | GENERALIDADES | 5 |
| 1.1 | | ANTECEDENTES | 5 |
| 1.2 | | OBJETIVO | 5 |
| 1.3 | | UBICACIÓN | 5 |
| 1.4 | | CLIMA | 6 |
| 1.5 | | RELIEVE Y SUELOS | 6 |
| | | | |
| CAPITULO 11 | : | ESTUDIO DE SUELOS | 7 |
| 2.1 | | METODOLOGÍA | 7 |
| 2.2 | | TRABAJO DE CAMPO | 7 |
| 2.3 | | ENSAYO DE LABORATORIOS | 8 |
| 2.4 | | LABORES DE GABINETE | 8 |
| | | | |
| CAPITULO 111 | : | DISEÑO DE PAVIMENTOS | 10 |
| 3.1 | | DISEÑO DEL PAVIMENTO | 10 |
| 3.2 | | ANÁLISIS DE TRÁFICO | 10 |
| 3.3 | | CAPACIDAD PORTANTE CBR DE LA SUBRASANTE | 13 |
| 3.4 | | DETERMINACIÓN DE CBR DE DISEÑO DEL PAVIMENTO | 14 |
| 3.5 | | CÁLCULO DE ESPESORES | 16 |
| | | 3.5.1 Metodología AASHTO (1993) | 16 |
| | | 3.5.2 Diseño Estructural | 17 |

| | | | |
|---------------------------------|----------|--|--------------|
| CAPITULO IV | : | ESTUDIO DE CANTERAS Y FUENTES DE AGUA | 24 |
| 4.1 | | CANTERA CHILCO | 24 |
| 4.2 | | CANTERA Km. 655 | 25 |
| 4.3 | | CANTERA CRUCE EL MILAGRO | 27 |
| 4.4 | | CANTERA CERRO LA GRANJA | 27 |
| 4.5 | | FUENTE DE AGUA CANAL PRINCIPAL | 28 |
| | | | |
| CAPITULO V | : | CONSIDERACIONES CONSTRUCTIVAS | 29 |
| | | | |
| CAPITULO VI | : | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 31 |
| | | | |
| REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA | | | 33 |
| | | | |
| ANEXOS | : | | 34 |
| | | Ensayos de Laboratorio | 35-50 |
| | | Perfil Estratigráfico | 51 |
| | | Diagrama de Canteras | 53 |
| | | Panel Fotográfico | 55-60 |
| | | Especificaciones Técnicas | 61 |

CAPITULO 1

GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

Dando cumplimiento a las metas programadas y plazos establecidos y a solicitud del Ministerio de Transportes y Comunicaciones se procedió a ejecutar el Estudio de Suelos, Canteras y Diseño de Pavimentos a nivel de Asfaltado para la Carretera San Pedro de Lloc-Chocofan - Mazánca (Km. 00+000 - Km. 06+643.52).

1.2 OBJETIVO

El objetivo del presente Estudio de Ingeniería es diseñar un pavimento a nivel de Superficie de Rodadura Asfáltica, en base a las condiciones propias de la zona, con capacidad estructural suficiente y adecuada para soportar las cargas actuales y futuras proyectadas, es decir, debe ser capaz de soportar la fluencia del tráfico proyectado para la vida útil estimada con una serviciabilidad que brinde seguridad y confort a los usuarios. En consecuencia, se reducirán los costos actuales de operación; así como mejoraran las condiciones de medio ambiente y por lo tanto de vida del entorno de la zona en estudio.

1.3 UBICACIÓN

La zona en estudio se encuentra ubicada en el Departamento de La Libertad, Provincia de Pacasmayo y tiene su punto de inicio (Km. 00+000) en el Km. 660+ 700 de la Carretera Panamericana Norte llegando hasta el Centro Poblado de Mazánca (Km. 06+643.52).

4.0 CLIMA

De acuerdo al Sistema de Clasificación del Medio Ambiente (I. Holdridge), la zona de vida se ubica en el desierto desecado - Premontano Tropical (dd-PT).

La biotemperatura media anual máxima es de 22.9 °C y la media mínima de 19.5 °C. El promedio máximo de precipitación total por año es de 21.6 milímetros y el promedio mínimo de 2.2 milímetros.

5.0 RELIEVE Y SUELOS

El relieve topográfico es ligeramente plano, en cuanto al suelo de fundación es de características finas (predominantemente arenosos) y rodeado de terrenos de cultivo pertenecientes al Valle del Jequetepeque.

CAPITULO 11

ESTUDIO DE SUELOS

2.1 METODOLOGÍA

La metodología seguida para la ejecución del estudio de suelos comprendió básicamente una investigación de campo a lo largo del eje donde se proyecta la Carretera, a través de prospecciones de exploración a cielo abierto (obtención de muestras representativas), las que fueron objeto de ensayos en Laboratorio y finalmente con los datos obtenidos en ambas fases se realizaron las labores de gabinete, para consignar luego en forma gráfica y escrita los resultados del estudio.

A continuación se procede a describir el Plan de Trabajo desarrollado en cada una de las 3 etapas arriba indicadas.

2.2 TRABAJO DE CAMPO

Con el objeto de determinar las características físico - mecánicas de los materiales existentes se llevaron a cabo prospecciones de estudio (calicatas) con una profundidad mínima de 1,50 m y distanciadas en promedio 250.00 m. una de la otra.

De los materiales encontrados en los diversos estratos (capas) se tomaron muestras selectivas, las que fueron descritas e identificadas mediante una tarjeta con la ubicación, número de muestra y profundidad, para luego ser colocadas en bolsas de polietileno y trasladadas al Laboratorio.

Así mismo se registraron los espesores de cada una de las capas, características de gradación, el estado de compactación de cada uno de los materiales, así como las profundidades de nivel freático encontrados.

2.3 ENSAYOS DE LABORATORIO

Las muestras de suelos fueron clasificadas y relacionadas siguiendo el procedimiento de la norma ASTM D-2448 "Práctica recomendada para la descripción de suelos".

Las muestras representativas fueron sometidas a los siguientes ensayos:

ENSAYOS ESTÁNDAR

- Análisis granulométrico por tamizado (ASTM C-136)
- Constantes físicas
 - * Límite Líquido (ASTM D-4318)
 - * Límite Plástico (ASTM D-4318)
 - * Índice de Plasticidad
- Humedad Natural (ASTM D-2216)

ENSAYOS ESPECIALES

- Ensayo de Proctor Modificado (ASTM D-1557)
- Ensayo de CBR (ASTM D-1883)

2.4 LABORES DE GABINETE

En base a la información obtenida durante los trabajos de campo y los resultados de los ensayos de laboratorio, se efectuó la clasificación de suelos según los Sistemas SUCS y AASHTO, para luego correlacionarlos de acuerdo a las características litológicas similares, que se consignan en el Perfil Estratigráfico, del cual se establece la existencia de suelos gravosos, arenosos y finos, así como la presencia de nivel freático en el terreno de fundación (a profundidades variables) entre el Km. G0+000 y el Km. 03+500. (Ver Anexos - Perfil Estratigráfico)

En la longitud de estudio (6.64 Km.), los materiales existentes en el suelo de fundación presentan la siguiente distribución:

| | | |
|---|--------|--------|
| ➤ | Gravas | 23.2 % |
| ➤ | Arenas | 62.8% |
| ➤ | Finos | 14.0 % |

CAPITULO 11

DISEÑO DE PAVIMENTOS

3.1 DISEÑO DEL PAVIMENTO

El pavimento es la capa o conjunto de capas de materiales apropiados, comprendidos entre la superficie de la subrasante y la superficie de rodadura, cuyas principales funciones son las de proporcionar una superficie uniforme de textura apropiada, resistente a la acción del tráfico, intemperismo y de otros agentes perjudiciales, así mismo la de transmitir adecuadamente al terreno de fundación, los esfuerzos producidos por las cargas impuestas por el tráfico. En otras palabras, el pavimento es la súper-estructura de la obra vial, que hace posible el tránsito fluido de los vehículos con la seguridad, confort y economía previstos por el proyecto.

La estructuración de un pavimento, así como las características de los materiales empleados en su construcción, ofrecen una variedad de posibilidades de tal manera que puede estar formado por sólo una capa o varias, y a su vez, dichas capas pueden ser de materiales naturales seleccionados, procesados ó sometidos a algún tipo de tratamiento ó estabilización.

La actual tecnología contempla una gama muy diversa de secciones estructurales, las cuales son función de los distintos factores que intervienen en el comportamiento de una vía y que a decir son: tráfico, tipo de suelo, importancia de la vía, condiciones de drenaje, recursos disponibles, etc.

3.2 ANÁLISIS DE TRÁFICO

El pavimento debe ser diseñado para que sirva a las necesidades del tráfico durante un cierto número de años (período de diseño) por lo tanto,

CUADRO N° 01
FACTOR DE TRÁFICO MIXTO

| Distribución de Carga (N1a por Camión) | Porcentaje de Camiones | | |
|---|---------------------------|---------------------|----------------------|
| | Bajo (Menos de 15%) | Medio (15% -25%) | Alto (más de 25%) |
| Ligero (menos de 0.75) | 9 | 18 | 27 |
| Medio (0.75 - 1.5) | 23 | 46 | 69 |
| Pesado (más de 1.5) | 37 | 73 | 110 |

Para el cálculo del Número de Ejes Equivalentes durante el período de diseño considerado se dispone de la siguiente información.

- Tráfico promedio diario : 150 (Estimado)
- Tasa de crecimiento : 4 %
- Período de Diseño : 10 años

Para emplear el Cuadro N° 01 se deben definir las características del tráfico en función de los parámetros y rangos establecidos, considerándose en este caso:

- Porcentaje de Camiones : Medio (15% - 25%)
- Distribución de cargas : Medio

El factor de tráfico que corresponde será entonces $M=46$.

El número total acumulado de ejes equivalentes de 18 kips (N1a), durante el período de diseño se calcula con la siguiente expresión:

$$N_{1a} \text{ (n años)} = \frac{(TPD \times M) \times [(1+it - 1)]}{Ln (1 +i)}$$

Donde:

| | | |
|-----|---|----------------------------------|
| TPD | : | Tráfico Promedio Diario |
| M | : | Factor de Composición de Tráfico |
| i | : | Tasa de Crecimiento |
| n | : | Período de diseño |

Reemplazando con la información disponible:

$$N_{1a} \text{ (10 años)} = (150 \times 46) \times \frac{[(1 + 0.04)^{10} - 1]}{\ln(1 + 0.04)}$$

$$N_{1a} \text{ (10 años)} = 8.45 \times 10^4 \text{ repeticiones}$$

3.3 CAPACIDAD PORTANTE CBR DE LA SUBRASANTE

Para la determinación del CBR (California Bearing Ratio), se han efectuado los respectivos ensayos a las muestras representativas de los suelos de fundación existentes (preferentemente con capacidad portante más desfavorable), cuyo resumen se indica en el siguiente cuadro (N° 02):

CUADRO N° 02
VALORES CBR DE SUBRASANTE

| CALICATA | PROGRESIVA | MUESTRA | PROF. | TIPO DE SUELO | CBR (95%MDS) |
|----------|------------|---------|-----------|---------------|--------------|
| C-3 | Km. 00+500 | M-3 | 0.65-1.50 | SP-SC | 9.4% |
| C-8 | Km. 01+750 | M-2 | 0.48-1.50 | CL | 5.1 % |
| C-15 | Km. 03+550 | M-2 | 0.15-1.08 | SM-SC | 7.1 % |
| C-20 | Km. 04+800 | M-2 | 0.30-1.50 | SM | 10.3 % |
| C-26 | Km. 06+300 | M-2 | 0.05-1.50 | SM | 11.2 % |

3.4 DETERMINACIÓN DE CBR DE DISEÑO DEL PAVIMENTO

De las investigaciones de campo realizadas a lo largo de la carretera a través de prospecciones de estudio (calicatas) y del análisis de los resultados obtenidos en los ensayos (Suelos y CBR) y definidos en el Perfil Estratigráfico, podemos subdividir la carretera en 02 tramos:

Km. 00+000 - Km. 03 + 500

- / El suelo de fundación es predominantemente de características finas (arenosos y arcillosos) que presentan una baja capacidad portante (ver Cuadro N° 02) y con una superficie de rodadura conformado por una capa de relleno (materiales gravosos y arenosos) .
- / Existe presencia de nivel freático superficial en el terreno de fundación (ver Perfil Estratigráfico) a profundidades variables (entre 0.00 m - 1.03 m), como consecuencia de la filtración de aguas de los terrenos de cultivo (arrozales) los cuales durante los periodos de siembra y desarrollo del cultivo son inundados .
- / En consecuencia como parte de las consideraciones de diseño (estructuración y drenaje), se debe elevar el nivel de rasante actual (terreno natural) mediante la conformación de capas con material de relleno granular, hasta alcanzar un espesor total mayor o igual a 0.80 m (relleno \geq 0.80 m) .
- / Asimismo para la conformación del relleno se recomienda el empleo de un material que presente características drenantes y que tenga como mínimo un CBR \geq 30% al 95% de la MDS (Máxima Densidad Seca), el cual será determinado en el Estudio de Canteras .
- / En consecuencia, dado que la capa subyacente al pavimento para este tramo estará conformado por un material que presentara como mínimo un CBR \geq 30%, al 95% de la MDS, corresponde tomar como parámetro para el Diseño a este valor (CBR=30%).

Km. 03 + 500- Km. 06+643.52

- ./ El suelo de fundación esta conformado predominantemente por una arena limosa (SM) y no se encontró nivel freático a las profundidades de estudio (1.50 m).
- ./ En consecuencia para la determinación del CBR de diseño, utilizaremos los resultados de los ensayos efectuados a las muestras representativas de los suelos de fundación, cuyo resumen se indican en el siguiente cuadro (N° 03):

**CUADRO N° 03
VALORES CBR DE SUBRASANTE**

| CALICAT A | PROGRESIV A | MUESTR A | PROF. | TIPO DE SUELO | CBR (95% MDS) |
|--------------|----------------|-------------|-------------|------------------|---------------------|
| C - 15 | Km 03+550 | M - 2 | 0.15- 1.08 | SM - SC | 7.1 % |
| C - 20 | Km 04+800 | M - 2 | 0.30 - 1.50 | SM | 10.3 % |
| C - 26 | Km 06+300 | M - 2 | 0.05-1.50 | SM | 11.2 % |

- ./ Para la determinación del CBR de diseño emplearemos el método estadístico de Percentiles, recomendado por el Instituto del Asfalto. Dado que el nivel de tráfico (EAL) se encuentra en el rango de 10^4 y 10^6 , el percentil de diseño recomendado será de 75% obteniéndose para este valor un CBR de diseño de 9.5 % (al 95% de la MDS).

3.5 CÁLCULO DE ESPESORES

3.5.1 Metodología AASHTO (1993)

Las versiones de la Guía para Diseño de Estructuras de Pavimentos de la AASHTO 86 y 93 hacen modificaciones en su metodología afectando los factores de aporte estructural por coeficientes de drenaje de las capas granulares los que reemplazan el factor regional utilizado en versiones anteriores, por otro lado se sigue utilizando en su mismo concepto los parámetros de tráfico, índice de serviciabilidad y tipo de suelo de fundación (Módulo Resiliente). La metodología AASHTO es bien aceptada a nivel mundial (ya que se basa en valiosa información experimental) y determina un Número Estructural (SN) requerido por el pavimento a fin de soportar el volumen de tránsito satisfactoriamente durante el período de vida proyectado.

Como consideraciones del método están:

- ./ El índice de serviciabilidad final de diseño deberá ser tal que culminado el período de vida proyectado, la vía (superficie de rodadura) ofrezca una adecuada serviciabilidad .
- ./ El diseño considera un contenido de humedad igual a la condición más húmeda que pueda ocurrir en la Subrasante, luego que la vía se apertura al tráfico .
- ./ El coeficiente de drenaje ha reemplazado al factor regional y es introducido para el cálculo del número estructural. Estos coeficientes son considerados de acuerdo a las propiedades de los materiales granulares que serán utilizados, para ello la AASHTO recomienda los rangos de calidad en que se clasifican estos materiales.

3.5.2 Diseño Estructural

a) Km. 00+000- Km. 03+500

Para el diseño estructural se utilizó el método AASHTO (1993), para el que se calculó un Módulo Resiliente Ponderado (según el Ábaco de After Van Til), siendo este de 19,500.00 psi (equivalente a un CBR de 30.0 %) y se utilizaron los siguientes datos:

| | | |
|---------------------------------------|---|--------|
| Z_r = Standard Normal Deviate | = | -1,282 |
| S_o = Overall Standard Deviation | = | 0,45 |
| P_i = Serviciabilidad Inicial | = | 4,2 |
| P_f = Serviciabilidad Final | = | 2,0 |
| a_1 = Coeficiente estructural de CA | = | 0,165 |
| a_2 = Coeficiente estructural de BG | = | 0,06 |
| W_{18} = 8.45×10^4 | | |
| M_r = 19,500.00 psi | | |

Aplicando el Nomograma y/o la Ecuación de Diseño, se obtiene para los parámetros indicados un SN= 1.57.

Por lo tanto, tomando en cuenta las consideraciones mencionadas se propone para este tramo (Km. 00+000 - Km. 03+500) la siguiente estructura:

| ESTRUCTURA | ESPESOR |
|-------------------------------|------------------|
| CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE | 5 cm. (2 pulg.) |
| BASE GRANULAR | 15 cm. (6 pulg.) |

Nota.- Como parte de las consideraciones de estructuración, se incluye elevar el nivel de rasante actual mediante la conformación de capas con material de relleno granular en un espesor \diamond 0.80 m

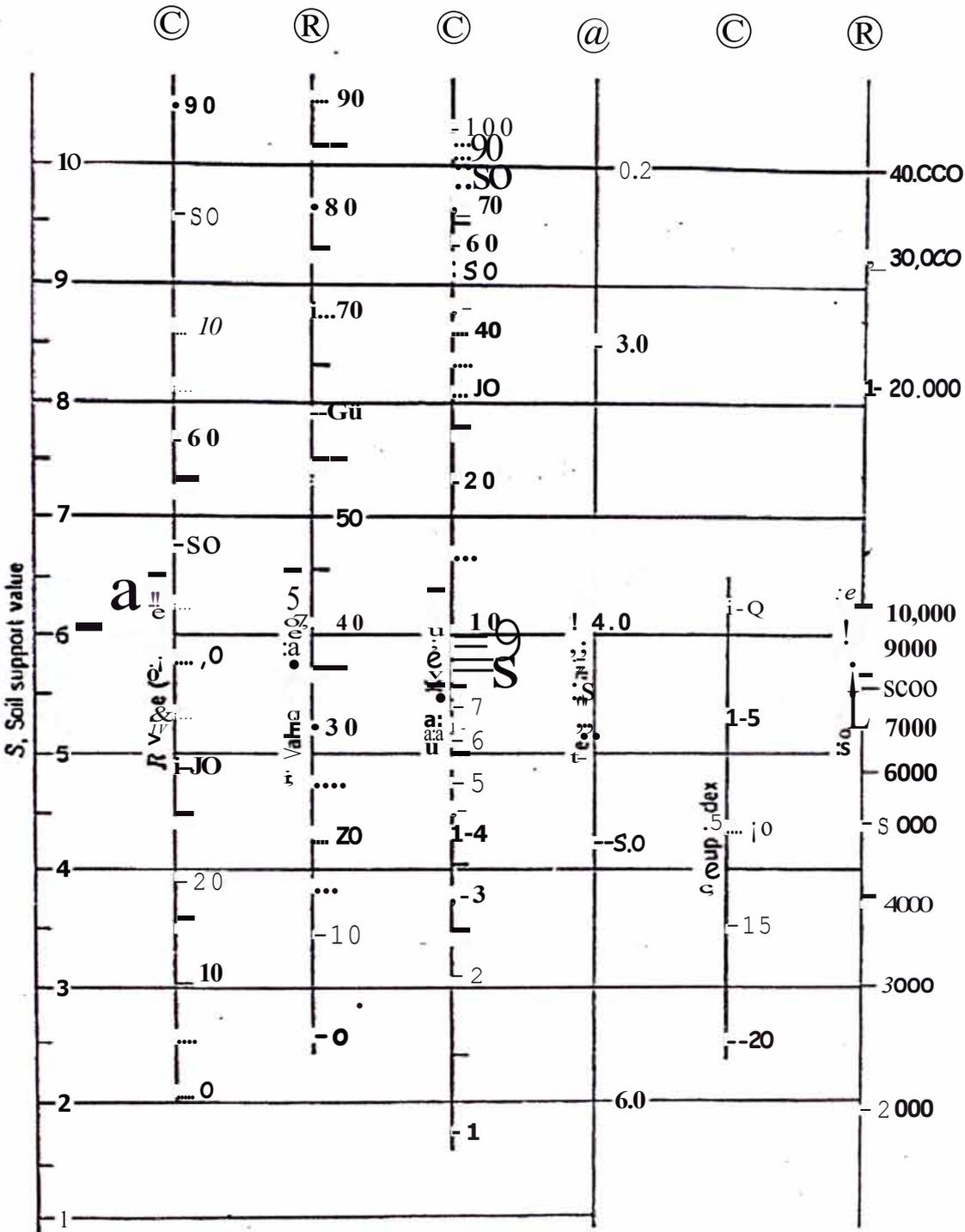
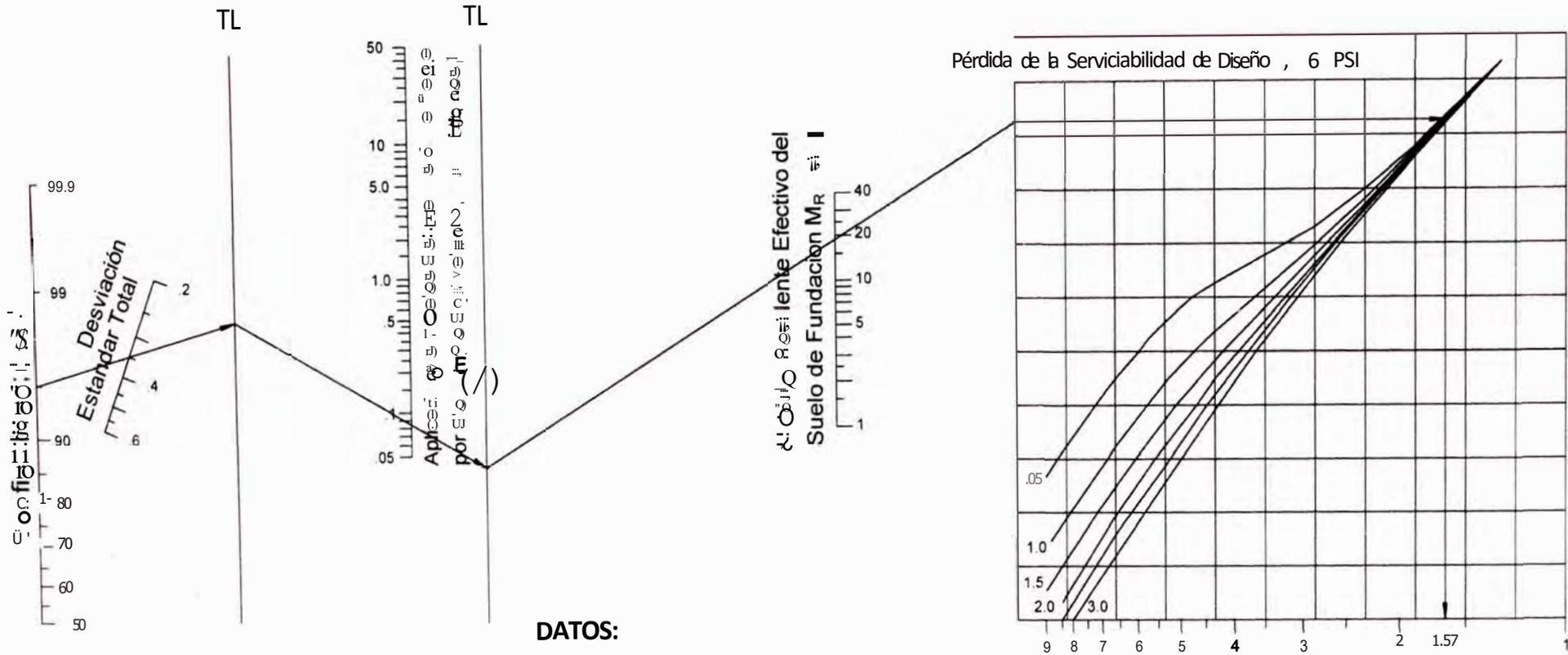


Figure 2-3.33. Correlations with resilient modulus (Van Til et al. 1972).

SOLUCION DEL NOMOGRAMA

$$\log_{10} W_{18} = Z \cdot S_o + 9.36 \cdot \log_{10} (SN+1) - 0.20 + \frac{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}}{10} + 3.32 \cdot \log_{10} M_R - 8.07$$



DATOS:

- W_e = 8.45 x 10⁴
- R = 95%
- S_o = 0.45
- M_r = 19,500 psi
- PSI = 2.2

SOLUCION:

- NE = 1.57

Figura 3.1 Carta de Diseño para Pavimentos Flexibles, Basada en el uso de Valores Medios para cada ingreso de datos

b) Km. 03+500 - Km. 06+643.52

Para el diseño estructural se aplicó el método AASHTO (1993), para el que se calculó un Módulo Resiliente Ponderado (según el Ábaco de After Van Til), siendo este de 9,000.00 psi (equivalente a un CBR de 9.5 %) y se utilizaron los siguientes datos:

| | | |
|--|---|--------------------|
| Z_r = Standard Normal Desviación | = | -1,282 |
| S_o = Overall Standard Deviation | = | 0,45 |
| P_i = Serviciabilidad Inicial | = | 4,2 |
| P_t = Serviciabilidad Final | = | 2,0 |
| a_1 = Coeficiente estructural de CA | = | 0,165 |
| a_2 = Coeficiente estructural de BG | = | 0,06 |
| a_3 = Coeficiente estructural de SBG | = | 0,045 |
| W_{1a} | = | 8.45×10^4 |
| M_r | = | 9,000.00 psi |

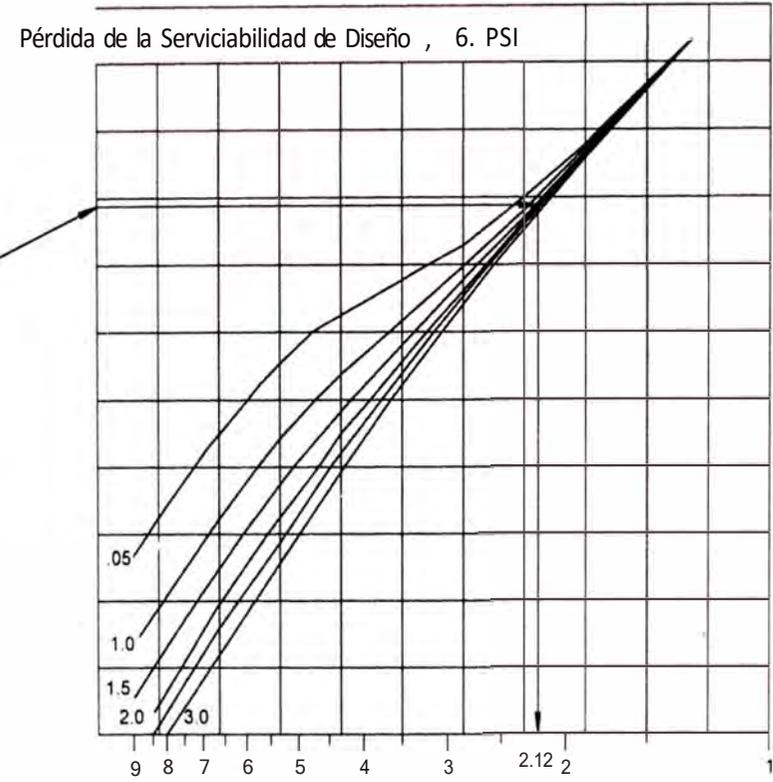
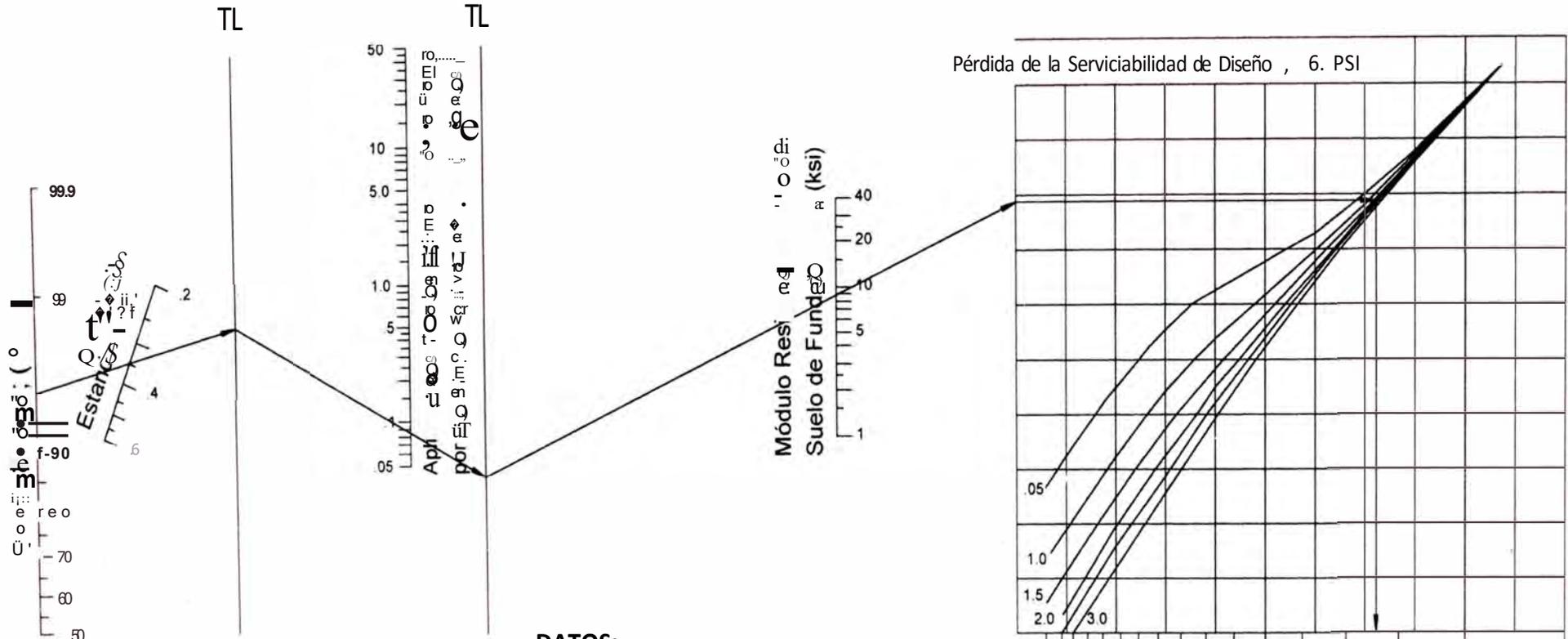
Aplicando el Nomograma y/o la Ecuación de Diseño, se obtiene para los parámetros indicados un SN= 2.12.

Por lo tanto, tomando en cuenta las consideraciones mencionadas se propone para el presente tramo (Km. 00+000- Km. 06+643.52) la siguiente estructura:

| ESTRUCTURA | ESPESOR |
|------------------------------|------------------|
| CARPETAASFALTICA EN CALIENTE | 5 cm. (2 pulg.) |
| BASE GRANULAR | 15 cm. (6 pulg.) |
| SUB BASE GRANULAR | 15 cm. (6 pulg.) |

SOLUCION DEL NOMOGRAMA

$$\log W = Z \cdot S + 9.36 \cdot \log (SN+1) - 0.20 + \frac{\log \left[\frac{1094}{(SN+1)^{5.19}} \right]}{0.40} + 3.32 \cdot \log M - 8.07$$



Pérdida de la Serviciabilidad de Diseño , 6. PSI

DATOS:

- W1a = 8.45 x 10⁶
- R = 95
- So = 0.45
- Mr = 9,000 psi
- PSI = 2.2

SOLUCION:

NE = 2.12

Figura 3.1 Carta de Diseño para Pavimentos Flexibles, Basada en el uso de Valores Medios para cada ingreso de datos

CAPITULO IV

ESTUDIO DE CANTERAS Y FUENTES DE AGUA

Con la finalidad de obtener los volúmenes necesarios de materiales adecuados que satisfagan las demandas de construcción del proyecto en mención, en la calidad y cantidad requeridas, se ha efectuado una investigación de los diversos tipos de materiales existentes en la zona.

Las labores se iniciaron con el reconocimiento de las probables áreas explotables, actividad determinante para localizar las fuentes de materiales más adecuadas. De esta manera en las extensiones comprometidas para los posibles Bancos de Materiales y Fuentes de Agua, se han ejecutado calicatas exploratorias y muestreo de agua, tomándose las muestras representativas correspondientes.

De esta forma se seleccionaron inicialmente los Bancos de materiales (posibles Canteras) y Fuentes de agua más adecuados, sobre la base de poseer características geotécnicas adecuadas respecto al uso requerido, volúmenes disponibles de materiales, facilidad de acceso, los procedimientos de explotación y la distancia de transporte.

La calidad de los agregados para los diversos usos requeridos, ha sido verificada mediante la siguiente serie de ensayos efectuados en Laboratorio:

- Análisis Mecánico por Tamizado (ASTM C-136)
- Límites de Consistencia
 - * Límite Líquido (ASTM D-4318)
 - * Límite Plástico (ASTM D-4318)
 - * índice Plástico

- Clasificación SUCS y AASHTO
- Calidad de Agregados para Pavimentación:
 - * Equivalente de Arena (ASTM D-2419)
 - * Porcentaje de Caras de Fractura (ASTM D-693)
 - * Partículas Planas y Alargadas (ASTM D-4791)
 - * Sales Solubles Totales (ASTM D-1888)
 - * Abrasión (ASTM C-131)
 - * C.B.R. (ASTM D-1883)
 - * Ensayos Densidad - Humedad (ASTM D-1557)
 - * Peso Unitario (ASTM C-29)
 - * Gravedad Específica y Absorción - Fino y Grueso (ASTM C-188)
 - * Módulo de Fineza en Agregado Fino (ASTM C-125)
 - * Impurezas Orgánicas en Finos (ASTM C-87)
 - * Durabilidad (ASTM C-88)

Y la calidad de agua para el diseño de concreto, ha sido verificada mediante la siguiente serie de ensayos efectuados en Laboratorio según la Norma Técnica Peruana 33.088:

- Análisis de Sólidos en Suspensión
- Análisis de Materia Orgánica
- Análisis de Alcalinidad
- Análisis de Sulfatos
- Análisis de Cloruros
- Análisis de PH

Además de los ensayos mencionados, con los cuales se define la idoneidad de los materiales (calidad) que pueden extraerse de los Bancos seleccionados, se acompaña una descripción detallada de éstos, dando énfasis a la información de mayor interés como:

- Ubicación del Banco y/o Fuente de Agua de aprovisionamiento
- Cubicación aproximada.
- Tipo de equipo para su explotación, períodos de utilización.
- Tipos de materiales recuperables (usos) y rendimientos aproximados.

Para el Proyecto se ubicaron las Canteras y Fuentes de agua que se indican a continuación:

4.1 CANTERA CHILCO

Se trata de un depósito de origen Fluvio - Aluvial.

| | | |
|-------------|---|--|
| Ubicación | : | Km. 650+000 de la Carretera Panamericana - Norte, Lado Derecho. |
| Acceso | : | A través de una trocha carrozable de aproximadamente 300.00 m. |
| Potencia | : | Mayor de 100, 000.00 m ³ |
| Piedra >2" | : | 20%-25% |
| Uso y Trat. | : | Relleno (Rendimiento 90%), previo zarandeo Sub-base Granular (Rendimiento 80%), el material para ser utilizado debe ser zarandeado de tal forma que cumpla los requerimientos de gradación respectivos en concordancia a las Especificaciones Técnicas. |

Base Granular (Rendimiento 90%), el material para ser utilizado debe ser chancado y zarandeado de tal forma que cumpla los requerimientos de

gradación respectivos en concordancia a las Especificaciones Técnicas.

Concreto Pórtland (Rendimiento 80%), el material para ser utilizado en la fabricación de concreto hasta una resistencia a la compresión de $f \cdot c = 210 \text{ Kg./cm}^2$, debe ser zarandeado y lavado (arena) de tal forma que cumpla los requerimientos de gradación respectivos en concordancia a las Especificaciones Técnicas.

| | | |
|-----------------|---|----------------------------------|
| Per. de Utiliz. | : | Todo el año |
| Explotación | : | Equipo Convencional y Chancadora |
| Propiedad | : | Terceros |

4.2 CANTERA KM 655

Se trata de un depósito de origen Fluvio - Aluvial.

Ubicación : Km. 655+000 de la Carretera Panamericana - Norte, Lado Derecho.

Acceso : A través de una trocha carrozable de aproximadamente 50.00 m.

Potencia : Mayor de 50, 000.00 m³

Piedra >2" : 20%-25%

Uso y Trat. : Relleno (Rendimiento 90%), previo zarandeo Sub-base Granular (Rendimiento 80%), el material para ser utilizado debe ser zarandeado de

tal forma que cumpla los requerimientos de gradación respectivos en concordancia a las Especificaciones Técnicas.

Base Granular (Rendimiento 90%), el material para ser utilizado debe ser chancado y zarandeado de tal forma que cumpla los requerimientos de gradación respectivos en concordancia a las Especificaciones Técnicas.

Mezclas Asfálticas (Rendimiento 90%), el material para poder ser utilizado deberá ser zarandeado, chancado y mezclado (piedra y arena) de tal forma que cumplan los requerimientos de gradación respectivos en concordancia a las Especificaciones Técnicas, así mismo para su fabricación se deberá adicionar 1% de cal en peso de la mezcla y un aditivo mejorador de la Adherencia tipo Amina en proporción de 0.50% del peso del Asfalto a emplear.

Concreto Pórtland (Rendimiento 80%), el material para ser utilizado en la fabricación de concreto hasta una resistencia a la compresión de $f'c = 210 \text{ Kg./cm}^2$, debe ser zarandeado y lavado (arena) de tal forma que cumpla los requerimientos de gradación respectivos en concordancia a las Especificaciones Técnicas.

| | |
|-------------------|----------------------------------|
| Per. de Utiliz. : | Todo el año |
| Explotación : | Equipo Convencional y Chancadora |
| Propiedad : | Terceros |

4.3 CANTERA CRUCE EL MILAGRO

Se trata de un depósito de origen Coluvio - Aluvial.

| | | |
|-----------------|---|--|
| Ubicación | : | Km. 666+000 de la Carretera Panamericana - Norte, Lado Derecho (Al costado de la Fábrica de Cemento Pacasmayo). |
| Acceso | : | A través de una trocha carrozable de aproximadamente 1.5 Km. |
| Potencia | : | Mayor de 50, 000.00 m ³ |
| Piedra >2" | : | 25%-35% |
| Uso y Trat. | : | Relleno (Rendimiento 80%), previo zarandeo |
| Per. de Utiliz. | : | Todo el año |
| Explotación | : | Equipo Convencional |
| Propiedad | : | Terceros |

4.4. CANTERA CERRO LA GRANJA

Se trata de un depósito de origen Coluvial.

| | | |
|------------|---|--|
| Ubicación | : | Km. 03+800 de la Carretera San Pedro de Lloc - Chocofan - Mazánca, Lado Izquierdo. |
| Acceso | : | A través de una trocha carrozable de aproximadamente 2.00 Km. |
| Potencia | : | Mayor de 5, 000.00 m ³ |
| Piedra >2" | : | 10% - 15% |

Uso y Trat. : Como dosificador (mezcla con otros materiales) para fines de Conformación de Base Granular (Rendimiento 90%), previo zarandeo.
Específicamente para este Proyecto se recomienda las siguientes mezclas:

Base Granular

./ 30% Cerro La Granja + 70% Chilco

./ 30% Cerro La Granja+ 70% Km. 655+000

Per. de Utiliz. : Todo el año

Explotación : Equipo Convencional

Propiedad : Terceros

4.5 FUENTE DE AGUA CANAL PRINCIPAL

Ubicación : Km. 660+050 de la carretera Panamericana Norte (ambos lados).

Uso : Para conformación de Terraplenes, Sub Base, Base y fabricación de Concreto

Per. de Utiliz. : Todo el año.

CAPITULO V

CONSIDERACIONES CONSTRUCTIVAS

- 5.1 Como parte de las consideraciones de diseño (estructuración y drenaje), para el tramo Km. 00+000 - Km. 03+500 se debe elevar el nivel de rasante actual mediante la conformación de capas con material de relleno granular hasta alcanzar un espesor total mayor o igual a 0.80 m (relleno ♦ 0.80 m).
- 5.2 Para la conformación de las capas de relleno (Km. 00+000 - Km. 03+500), se debe emplear las Canteras "Chilco" (Km. 650+000) ó "Km. 655", por presentar buenas características como materiales drenantes (carentes de plasticidad (NP) y con escaso porcentaje de material fino).
- 5.3 Para la conformación de Base Granular se recomienda el empleo de las Canteras "Chilco" (Km. 650+000) ó "Km. 655, previo tratamiento de chancado y zarandeo.
- 5.4 Se tiene como otra alternativa para la conformación de Base Granular las mezclas de las Cantera "Chilco" y/o "Km. 655" con la Cantera "Cerro La Granja" previo tratamiento de zarandeo, en las siguientes proporciones:
- Cerro La Granja (30%) y Chilco (70%)
 - Cerro La Granja (30%) y Km. 655+000 (70%)
- 5.5 Se recomienda el empleo de la Cantera "Cerro La Granja" específicamente para este Proyecto como dosificador (para ser mezclado con otros materiales).
- 5.6 Para efectos de construcción, se deberá tener en consideración los siguientes puntos, en concordancia con la metodología de diseño propuesta (AASHTO 93):

- **CBR del material granular de Base mín. 80% y de Sub Base mín. 40% al 100% de la Máxima Densidad Seca.**
- **La superficie y nivel sobre el que se colocará el pavimento (Subrasante), según lo indicado en los planos, se perfilará y compactará en toda su área antes de la colocación de las capas indicadas del pavimento de modo que estas se asienten sobre una superficie uniformemente perfilada regada y compactada a una densidad mínima del 95% de la obtenida en el ensayo de Proctor Modificado, y deberá tener un CBR no menor al del diseño adoptado. El material será reconformado en un espesor mínimo de 0.30 m para obtener la densidad y CBR mínimo especificado.**
- **Los grados mínimos de compactación a alcanzar serán de 95% en la Subrasante y 100% en la Base y Sub Base, respecto del Proctor Modificado del material empleado.**
- **De acuerdo a la temperatura promedio anual de la zona se recomienda el empleo de asfalto tipo PEN 60/70.**
- **Los requerimientos de calidad para efectos de control en campo, tanto para los materiales a emplearse en la conformación de la Base Granular, Sub Base Granular y Mezcla Asfáltica.**

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Para el presente estudio el Diseño de Pavimentos se subdividió en 02 tramos que corresponden a:

/ Km. 00+000 - Km. 03+500

| ESTRUCTURA | ESPESOR |
|-------------------------------|-----------------|
| CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE | 5 cm (2 pulg.) |
| BASE GRANULAR | 15 cm (6 pulg.) |

Nota.- Como parte de las consideraciones de estructuración, incluye elevar el nivel de rasante actual mediante la conformación de capas con material de relleno granular (en todo el tramo) en un espesor \diamond 0.80 m.

/ Km. 03+500 - Km. 06+643.52

| ESTRUCTURA | ESPESOR |
|-------------------------------|-----------------|
| CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE | 5 cm (2 pulg.) |
| BASE GRANULAR | 15 cm (6 pulg.) |
| SUB BASE GRANULAR | 15 cm (6 pulg.) |

6.2 Existe presencia de nivel freático en el tramo Km. 00+000 - Km. 03+500 a profundidades variables (0.00 m hasta 1.03 m).

6.3 La Subrasante deberá ser removida eliminando todo material contaminante y posteriormente compactada (al 95% de la Máxima Densidad Seca) con el contenido de humedad correspondiente, para

- luego proceder a colocar el relleno y la estructura del pavimento propuesta.
- 6.4 La mezcla de agregados para la preparación de mezcla asfáltica se compondrá básicamente de agregados gruesos, finos y relleno mineral (separados por tamaño), en proporciones tales que la mezcla resultante produzca una curva continua aproximadamente paralela y centrada al huso granulométrico especificado. La fórmula de mezcla de Obra será determinada para las condiciones de operación regular de la Planta Asfáltica.
- 6.5 Los agregados para la preparación del concreto se compondrán básicamente de agregados gruesos y finos en proporciones tales que individualmente produzcan una curva continua que este dentro del huso granulométrico especificado.
- 6.6 La buena calidad y durabilidad de la obra resulta de efectuar un control permanente de los parámetros de calidad de los materiales antes y durante la ejecución de la obra (proceso constructivo). Por tanto se deberá aplicar en forma estricta y adecuada las Especificaciones Técnicas y procedimientos utilizados en Ingeniería para la explotación de las Canteras, fundamentalmente tomando en consideración la variabilidad horizontal y vertical que presentan las mismas por su génesis, así como el control permanente de las características físico - mecánicas de los agregados en relación con los volúmenes explotados.

Nota: Se anexan Ensayos de Laboratorio, Perfil Estratigráfico, Diagrama de Canteras, Panel Fotográfico, Especificaciones Técnicas.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- 1. Normas ASTM 0-2448 "Practica recomendada para la descripción de suelos", ASTM C-136 "Análisis granulométrico por tamizado", ASTM 0-4318 "Constantes físicas de suelos", ASTM 0-2216 "Contenido de humedad natural", ASTM 0-1557 "Ensayo proctor modificado", ASTM 0-1883 "Ensayo de CBR".**
- 2. Manual "Structural Design of Low Volume Roads". Synthesis 4, Traffic of Roads Bureau -TRB.**
- 3. Research and Development of the Asphalt Institute's Thickness Design Manual, The Asphalt Institute Research Report, 1982.**
- 4. AASHTO Interim Guide for Design of Pavement Structures, AASHTO, 1972.**
- 5. AASHTO Guide for Design of Pavement Structures, AASHTO, 1993.**

ANEXOS

ENSAYOS DE LABORATORIO

ANÁLISIS DE CANTERAS

PROYECTO : INFORME DE INGENIERIA PARA OPTAR TITULO PROFESIONAL IN RESP :
 CARRETERA SAN PEDRO DE LLOC - CHOCOFAN - MAZANCA TI:CNICO :
 SOLICITADO : FREDY ALDORADIN GUTIERREZ FECHA :
 UBICACIÓN : PACASMAYO - LA LIBERTAD

| MAUAS SERIE AMERICANA | DESCRIPCIÓN | CHILCO | | Km. 655+000 | | CRUCE EL MILAGRO | | CERRO LA GRANJA | | | |
|------------------------------|----------------|---|------|--|------|---|------|--------------------------------------|------|------|------|
| | KILOMETRAJE | Km 650+000 Cant. Palilflelica18 Norte | | Km 655+000 Cant. Palamefca18 Norte | | Km 666+000 Cant. Palilflelica18 Norte | | Km 663+000 cant. Sn. Pedro de Uoc | | | |
| | ABERTURA (m/n) | RET. | PASA | RET. | PASA | RET. | PASA | RET. | PASA | RET. | PASA |
| 3" | 76.200 | | | | | | | | | | |
| 2112" | 63.500 | | 100 | | 100 | | 100 | | 100 | | |
| Z' | 50.800 | 4 | 96 | 3 | 97 | 4 | 96 | 5 | 95 | | |
| 1112" | 38.100 | 5 | 91 | 7 | 90 | 10 | 86 | 8 | 87 | | |
| 1- | 25.400 | 8 | 83 | 10 | 80 | 13 | 73 | 5 | 82 | | |
| 314" | 19.050 | 6 | 72 | 6 | 74 | 7 | 66 | 7 | 75 | | |
| 112" | 12.700 | 9 | 68 | 6 | 68 | 11 | 55 | 10 | 65 | | |
| 3/fr | 9.525 | 6 | 62 | 8 | 60 | 5 | 50 | 5 | 60 | | |
| 1/4" | 6.350 | 10 | 52 | 8 | 52 | 5 | 45 | 8 | 52 | | |
| N"4 | 4.760 | 5 | 47 | 2 | 50 | 3 | 42 | 2 | 50 | | |
| N"6 | 3.360 | 4 | 43 | 3 | 47 | 2 | 40 | 3 | 47 | | |
| N"8 | 2.380 | 4 | 39 | 3 | 44 | 2 | 38 | 2 | 45 | | |
| N"10 | 2.000 | 2 | 37 | 2 | 42 | 1 | 37 | 2 | 43 | | |
| N"16 | 1.190 | 5 | 32 | 4 | 38 | 4 | 33 | 2 | 41 | | |
| N"20 | 0.840 | 6 | 26 | 2 | 36 | 2 | 31 | 1 | 40 | | |
| N"30 | 0.590 | 1 | 25 | 2 | 34 | 2 | 29 | 1 | 39 | | |
| N"40 | 0.426 | 1 | 24 | 2 | 32 | 3 | 26 | 1 | 38 | | |
| N"50 | 0.297 | 2 | 22 | 3 | 29 | 3 | 23 | 1 | 37 | | |
| N"80 | 0.1TT | 10 | 12 | 15 | 14 | 7 | 16 | 7 | 30 | | |
| N"100 | 0.149 | 4 | 8 | 4 | 10 | 2 | 14 | 2 | 28 | | |
| N"200 | 0.074 | 4 | 4 | 6 | 4 | 3 | 11 | 5 | 23 | | |
| -N"200 | - | 4 | - | 4 | - | 11 | - | 23 | - | | |
| LIMITE LIQUIDO(%) | | -- | | -- | | 20.0 | | 26.0 | | | |
| INDICE PLASTICO (%) | | NP | | NP | | 4.0 | | 11.0 | | | |
| CLASIFICACION SUCS | | GP | | GP | | GP-GC | | GC | | | |
| CLASIFICACION AASHTO | | A-1-a (<O) | | A-1-b(O) | | A-1-a (O) | | A-2-6 (O) | | | |
| EQUIVALENTE DE ARENA <%) | | 68.0 | | 62.1 | | 23.8 | | 10.6 | | | |
| SALES SOLUBLES TOTALES(%) | | 0.0055 | | 0.0045 | | 0.3720 | | 1.4273 | | | |
| ABRASION (%) | | 20.0 | | 18.0 | | 15.8 | | 26.0 | | | |
| MATERIA ORGANICA | | Aceptable | | Aceptable | | Aceptable | | Aceptable | | | |
| PARTIC. CHATAS Y ALARG. (%) | | 4.0 | | 13.0 | | 2.0 | | 6.0 | | | |
| CARAS DE FRACT. (1 ó más)(%) | | 20.0 | | 31.0 | | 6.0 | | 94.0 | | | |

ANALISIS DE SUELOS

PROYECTO : INFORME DE INGENIERIA PARA OPTAR TITULO PROFESIONAL ING° RESP
 CARRETERA SAN PEDRO DE LLOC - CHOCX)FAN - MAZANCA TÉCNICO
 SOLICITAOO : FREDY ALOORADIN GUTIERREZ FECHA
 UBICACIÓN : PACASMAYO - LA LIBERTAD

| MALLAS SERIE AMERICANA | DESCRIPCIÓN | 00+026 | | 00+026 | | 00+026 | | 00+250 | | 00+250 | |
|------------------------------|---------------|-----------|------|-----------|------|-------------|------|-----------|------|------------|------|
| | CAL / MUESTRA | C-1 / M-1 | | C-1 / M-2 | | C-1 / M-3 | | C-2 / M-1 | | C-2 / M-2 | |
| | PROF. (m) | 0,00-0,50 | | 0,50-0,75 | | 0,75 - 1,50 | | 0,00-0,50 | | 0,50 -0,80 | |
| | ABERTURA (mm) | RET. | PASA | RET. | PASA | RET. | PASA | RET. | PASA | RET. | PASA |
| 3" | 76.200 | | | | | | | | | | |
| 2 1/2" | 63.500 | | 100 | | | | | | | | |
| 2" | 50.800 | 4 | 96 | | 100 | | | | 100 | | |
| 1 1/2" | 38.100 | 10 | 86 | 3 | 97 | | | 8 | 92 | | |
| 1" | 25.400 | 9 | 77 | 1 | 96 | | | 5 | 87 | | |
| 3/4" | 19.050 | 8 | 69 | - | 96 | | | 7 | 80 | | 100 |
| 1/2" | 12.700 | 9 | 60 | 1 | 95 | | | 5 | 75 | 4 | 96 |
| 3/8" | 9.525 | 6 | 54 | 2 | 93 | | | 4 | 71 | 2 | 94 |
| 1/4" | 6.350 | 11 | 43 | 2 | 91 | | | 6 | 65 | 3 | 91 |
| N° 4 | 4.760 | 3 | 40 | 1 | 90 | | | 4 | 61 | 2 | 89 |
| N° 6 | 3.360 | 3 | 37 | 2 | 88 | | | 4 | 57 | 7 | 82 |
| N° 8 | 2.380 | 6 | 31 | 5 | 83 | | | 3 | 54 | 5 | 77 |
| N° 10 | 2.000 | 1 | 30 | 1 | 82 | | | 1 | 53 | 5 | 72 |
| N° 16 | 1.190 | 5 | 25 | 4 | 78 | | | 6 | 47 | 8 | 64 |
| N° 20 | 0.840 | 2 | 23 | 5 | 73 | | | 3 | 44 | 2 | 62 |
| N° 30 | 0.590 | 3 | 20 | 2 | 71 | | | 5 | 39 | 5 | 57 |
| N° 40 | 0.426 | 3 | 17 | 4 | 67 | | 100 | 4 | 35 | 3 | 54 |
| N° 50 | 0.297 | 3 | 14 | 10 | 57 | 4 | 96 | 3 | 32 | 7 | 47 |
| N° 80 | 0.177 | 3 | 11 | 24 | 33 | 4 | 92 | 5 | 27 | 8 | 39 |
| N° 100 | 0.149 | - | 11 | - | 33 | 1 | 91 | 2 | 25 | 1 | 38 |
| N° 200 | 0.074 | 4 | 7 | 23 | 10 | 6 | 85 | 8 | 17 | 10 | 28 |
| - N° 200 | - | 7 | - | 10 | - | 85 | - | 17 | - | 28 | - |
| HUMEDAD NATURAL(%) | | 22 | | 6.8 | | 14.5 | | 11 | | 9.3 | |
| LIMITE LIQUIDO (%) | | -- | | -- | | 43.0 | | -- | | 21.0 | |
| INDICE PLASTICO (%) | | NP | | NP | | 29.0 | | NP | | NP | |
| CLASIFICACION SUCS | | GW-GM | | SP-SM | | CL | | SM | | SM | |
| CLASIFICACION AASHTO | | A-1-a(1) | | A-3(1) | | A-7(24) | | A-1-b(O) | | A-2-4(O) | |

| ANALISIS DE SUELOS | | | | | | | | | | | |
|--|---------------|-------------|------|-----------|------|-------------|------|-------------|------|-----------|------|
| PROYECTO : INFORME DE INGENIERIA PARA OPTAR TITULO PROFESIONAL | | | | | | ING° RESP : | | | | | |
| SOLICITADO : CARRETERA SAN PEDRO DE U.OC - OIOCOFAN - MAZANCA | | | | | | TÉCNICO : | | | | | |
| UBICACIÓN : PACASMAYO-LA LIBERTAD | | | | | | FECHA : | | | | | |
| MALLAS SERIE AMERICANA | DESCRIPCION | 00+250 | | 00+500 | | 00+500 | | 00+500 | | 00+750 | |
| | CAL / MUESTRA | C-2 / M-3 | | /M-1 | | /M-2 | | /M-3 | | C-4 / M-1 | |
| | PROF.(m) | 0,80 - 1,50 | | 0,00-0,40 | | 0,40-0,65 | | 0,65 - 1,50 | | 0,00-0,05 | |
| | ABERIJRA (mm) | RET. | PASA | RET. | PASA | RET. | PASA | RET. | PASA | RET. | PASA |
| 3" | 76.200 | | | | | | | | | | |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | 100 | | | | 100 | | 100 |
| 2" | 50.800 | | | 17 | 83 | | | 7 | 93 | 8 | 92 |
| 1 1/2" | 38.100 | | | 11 | 72 | | | 8 | 85 | 6 | 86 |
| 1" | 25.400 | | | 6 | 66 | | | 7 | 78 | 7 | 79 |
| 3/4" | 19.050 | | | 2 | 64 | | | 5 | 73 | 9 | 70 |
| 1/2" | 12.700 | | | 5 | 59 | | | 8 | 65 | 5 | 65 |
| 3/8" | 9.525 | | | 5 | 54 | | | 5 | 60 | 6 | 59 |
| 1/4" | 6.350 | | | 2 | 52 | | | 6 | 54 | 8 | 51 |
| N° 4 | 4.760 | | | 3 | 49 | | | 9 | 45 | 6 | 45 |
| N° 6 | 3.360 | | | 3 | 46 | | | 4 | 41 | 5 | 40 |
| N° 8 | 2.380 | | | 3 | 43 | | | 7 | 34 | 6 | 34 |
| N° 10 | 2.000 | | | 1 | 42 | | | 2 | 32 | 2 | 32 |
| N° 16 | 1.190 | | | 7 | 35 | | | 3 | 29 | 4 | 28 |
| N° 20 | 0.840 | | | 1 | 34 | | 100 | 3 | 26 | 3 | 25 |
| N° 30 | 0.590 | | | 4 | 30 | | 99 | 5 | 21 | 3 | 22 |
| N° 40 | 0.426 | | 100 | 3 | 21 | | 99 | 3 | 18 | 4 | 18 |
| N° 50 | 0.297 | 2 | 98 | 3 | 24 | 15 | 84 | 2 | 16 | 2 | 16 |
| N° 80 | 0.177 | 4 | 94 | 3 | 21 | 19 | 65 | 3 | 13 | 4 | 12 |
| N° 100 | 0.149 | - | 94 | 2 | 19 | 3 | 62 | 1 | 12 | - | 12 |
| N° 200 | 0.074 | 5 | 89 | 7 | 12 | 27 | 35 | 4 | 8 | 4 | 8 |
| - N° 200 | - | 89 | - | 12 | - | 35 | - | 8 | - | 8 | - |
| HUMEDAD NATURAL(%) | | 21.0 | | 4.7 | | 16.8 | | 13.1 | | 7.3 | |
| LIMITE LIQUIDO(%) | | 58.0 | | 21.0 | | 19.0 | | 32.0 | | -- | |
| INDICE PLASTICO (%) | | 33.0 | | 3.0 | | NP | | 14.0 | | NP | |
| CLASIFICACION SUCS | | CH | | GP-GM | | SM | | SP-SC | | GW-GM | |
| CLASIFICACION AASHTO | | A-7-6 (33) | | A-1-a(0) | | A-2-4(0) | | A-3 (1) | | A-1-a (1) | |

ANALISIS DE SUELOS

PROYECTO : INFORME DE INGENIERIA PARA OPTAR TITULO PROFESIONAL ING° RESP :
 CARRETERA SAN PEDRO DE LLOC - CHOCOFAN - MAZANCA TÉCNICO :
 SOLICITADO : FREDY ALDORADIN GUTIERREZ FECHA :
 UBICACIÓN : PACASMAYO- LA LIBERTAD

| MALLAS SERIE AMERICANA | DESCRIPCIÓN | 00+750 | | 00+750 | | 01+000 | | 01+CX() | | 01+250 | |
|------------------------------|---------------|-----------|------|------------|------|-------------|------|-----------|------|------------|------|
| | CAL / MUESTRA | C-4 / M-2 | | C-4 / M-3 | | C-5 / M-1 | | C-5 / M-2 | | C-6 / M-1 | |
| | PROF. (m) | 0,05-0,80 | | 0,80- 1,50 | | 0,00 - 0,40 | | 0,40-1,50 | | 0,00- 0,20 | |
| | ABERTURA (mm) | RET. | PASA | RET. | PASA | RET. | PASA | RET. | PASA | RET. | PASA |
| 3" | 76.200 | | | | | | | | | | |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | | | | | | | |
| 2" | 50.800 | | | | 100 | | 100 | | | | 100 |
| 1 1/2" | 38.100 | | | 12 | 88 | 13 | 87 | | | 10 | 90 |
| 1" | 25.400 | | | 10 | 78 | 7 | 80 | | | 5 | 85 |
| 3/4" | 19.050 | | | 7 | 71 | 9 | 71 | | | 10 | 75 |
| 1/2" | 12.700 | | | 5 | 66 | 8 | 63 | | | 6 | 69 |
| 3/8" | 9.525 | | | 8 | 50 | 6 | fil | | | 12 | 57 |
| 1/4" | 6.350 | | | 7 | 51 | 5 | 52 | | | 7 | 50 |
| N° 4 | 4.760 | | | 11 | 40 | 4 | 48 | | | 5 | 45 |
| N° 6 | 3.360 | | | 9 | 31 | 3 | 45 | | | 3 | 42 |
| N° 8 | 2.380 | | | 7 | 24 | 4 | 41 | | | 2 | 40 |
| N° 10 | 2.000 | | | 2 | 22 | 1 | 40 | | | 5 | 35 |
| N° 16 | 1.190 | | | 3 | 19 | 6 | 34 | | | 2 | 33 |
| N° 20 | 0.840 | | | 3 | 16 | 2 | 32 | | | 2 | 31 |
| N° 30 | 0.590 | | | 2 | 14 | 2 | 30 | | | 6 | 25 |
| N° 40 | 0.426 | | 100 | 2 | 12 | 4 | 26 | | 100 | 5 | 20 |
| N° 50 | 0.297 | 18 | 82 | 1 | 11 | 3 | 23 | 23 | 77 | 3 | 17 |
| N° 80 | 0.177 | 18 | 64 | 2 | 9 | 4 | 19 | 18 | 59 | 4 | 13 |
| N° 100 | 0.149 | 13 | 51 | - | 9 | 2 | 17 | 8 | 51 | 2 | 11 |
| N° 200 | 0.074 | 33 | 18 | 2 | 7 | 7 | 10 | 30 | 21 | 2 | 9 |
| - N° 200 | - | 18 | - | 7 | - | 10 | - | 21 | - | 9 | - |
| HUMEDAD NATURAL(%) | | 8.5 | | 10.4 | | 6.8 | | 9.2 | | 7.1 | |
| LIMITE LIQUIDO(%) | | -- | | -- | | -- | | 17.0 | | -- | |
| INDICE PLASTICO (%) | | NP | | NP | | NP | | NP | | NP | |
| CLASIFICACION SUCS | | SM | | GP-GM | | GP-GM | | SM | | GP-GM | |
| CLASIFICACION MSHTO | | A-2-4 (O) | | A-1-a (1) | | A-1-a(1) | | A-2-4 (O) | | A-1-a(1) | |

ANALISIS DE SUELOS

PROYECTO : INFORME DE INGENIERIA PARA OPTAR TITULO PROFESIONAL ING° RESP :
 CARRETERA SAN PEDRO DE LLOC - O<>COFAN - MAZANCA TÉCNICO :
 SOLICITADO : FREDY ALDORAON GUTIERREZ FECHA :
 UBICACIÓN : PACASMAYO- LA LIBERTAD

| MALLAS SERIE AMERICANA | DESCRIPCIÓN | 01+250 | | 01+250 | | 01+250 | | 01+500 | | 01+500 | |
|------------------------------|---------------|-----------|------|-------------|------|------------|------|-----------|------|-------------|------|
| | CAL / MUESTRA | /M-2 | | /M-3 | | /M-4 | | C-7 / M-1 | | C-7 / M-2 | |
| | PROF.(m) | 0,20-0,65 | | 0,65 - 1,06 | | 1,06- 1,50 | | 0,00-0,45 | | 0,45 - 1,50 | |
| | ASERnJRA(mm) | RET. | PASA | RET. | PASA | RET. | PASA | RET. | PASA | RET. | PASA |
| 3" | 76.200 | | | | | | | | | | |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | | | | | 100 | | |
| 2° | 50.800 | | | | | | | 6 | 94 | | |
| 1 1/2° | 38.100 | | | | | | 100 | 10 | 84 | | |
| 1" | 25.400 | | 100 | | | 6 | 94 | 9 | 75 | | |
| 3/4" | 19.050 | 4 | 96 | | | 9 | 85 | 7 | 68 | | |
| 1/2" | 12.700 | 1 | 95 | | | 8 | 77 | 6 | 62 | | |
| 3/8" | 9.525 | 1 | 94 | | | 9 | 68 | 8 | 54 | | |
| 1/4" | 6.350 | 1 | 93 | | | 9 | 59 | 2 | 52 | | |
| N° 4 | 4.760 | - | 93 | | | 5 | 54 | 7 | 45 | | |
| N° 6 | 3.360 | 2 | 91 | | | 3 | 51 | 3 | 42 | | |
| N° 8 | 2.380 | 1 | 90 | | | 4 | 47 | 8 | 34 | | |
| N° 10 | 2.000 | 1 | 89 | | | 4 | 43 | - | 34 | | |
| N° 16 | 1.190 | 1 | 88 | | | 6 | 37 | 6 | 28 | | |
| N° 20 | 0.840 | 1 | 87 | | | 2 | 35 | 1 | 27 | | |
| N° 30 | 0.590 | - | 87 | | | 3 | 32 | 2 | 25 | | |
| N° 40 | 0.426 | 1 | 86 | | 100 | 4 | 28 | 4 | 21 | | 100 |
| N° 50 | 0.297 | 16 | 70 | 4 | 96 | 2 | 26 | 2 | 19 | 2 | 98 |
| N° 80 | 0.177 | 11 | 59 | 3 | 93 | 5 | 21 | 2 | 17 | 5 | 93 |
| N° 100 | 0.149 | 13 | 46 | 2 | 91 | 2 | 19 | 2 | 15 | - | 93 |
| N° 200 | 0.074 | 23 | 23 | 6 | 85 | 5 | 14 | 4 | 11 | 4 | 89 |
| -N° 200 | - | 23 | - | 85 | - | 14 | - | 11 | - | 89 | - |
| HUMEDAD NATURAL(%) | | 9.7 | | 23.3 | | 128 | | 7.2 | | 21.5 | |
| LIMITE LIQUIDO(%) | | 16.0 | | 44.0 | | 28.0 | | -- | | 41.0 | |
| INDICE PLASTICO (%) | | NP | | 28.0 | | 6.0 | | NP | | 25.0 | |
| CLASIFICACION SUCS | | SM | | CL | | GM-GC | | GW-GM | | CL | |
| CLASIFICACION AASHTO | | A-2-4 (O) | | A-7-6 (24) | | A-1-a (O) | | A-1-a(O) | | A-7-6 (22) | |

ANALISIS DE SUELOS

PROYECTO : INFORME DE INGENIERIA PARA OPTAR TITULO PROFESIONAL ING° RESP :
 CARRETERA SAN PEDRO DE LLOC - CHOCOFAN - MAZANCA TÉCNICO :
 SOLICITADO : FREDY ALDORADIN GUTIERREZ FECHA :
 UBICACIÓN : PACASMAYO - LA LIBERTAD

| MALLAS SERIE AMERICANA | DESCRIPCIÓN | 01+750 | | 01+750 | | 02+050 | | 02+(JS) | | 02+300 | |
|------------------------------|---------------|-----------|------|-------------|------|------------|------|-------------|------|------------|------|
| | CAL / MUESTRA | C-8 / M-1 | | C-8 / M-2 | | C-9 / M-1 | | C-9 / M-2 | | C-10 / M-1 | |
| | PROF. (m) | 0,00-0,48 | | 0,48 - 1,50 | | 0,00- 0,40 | | 0,40 - 1,50 | | 0,00-0,43 | |
| | ABERTURA (mm) | RET. | PASA | RET. | PASA | RET. | PASA | RET. | PASA | RET. | PASA |
| 3" | 76.200 | | | | | | | | | | |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | | | | 100 | | | |
| 2" | 50.800 | | | | | | 100 | 8 | 92 | | |
| 1 1/2" | 38.100 | | | | | 7 | 93 | 5 | 87 | | |
| 1" | 25.400 | | 100 | | | 7 | 86 | 10 | 77 | | |
| 3/4" | 19.050 | 6 | 94 | | | 9 | 77 | 9 | 68 | | |
| 1/2" | 12.700 | 10 | 84 | | | 8 | 69 | 8 | 60 | | |
| 3/8" | 9.525 | 15 | 69 | | | 6 | 63 | 7 | 53 | | |
| 1/4" | 6.350 | 14 | 55 | | | 5 | 58 | 8 | 45 | | |
| N° 4 | 4.760 | 12 | 43 | | 100 | 7 | 51 | 5 | 40 | | |
| N° 6 | 3.360 | 4 | 39 | 1 | 99 | 3 | 48 | 3 | 37 | | |
| N° 8 | 2.380 | 8 | 31 | 1 | 98 | 5 | 43 | 5 | 32 | | |
| N° 10 | 2.000 | 1 | 30 | 1 | 97 | 3 | 40 | 3 | 29 | | |
| N° 16 | 1.190 | 5 | 25 | 1 | 96 | 4 | 36 | 4 | 25 | | |
| N° 20 | 0.840 | 2 | 23 | 1 | 95 | 3 | 33 | 1 | 24 | | |
| N° 30 | 0.590 | 3 | 20 | 1 | 94 | 5 | 28 | 2 | 22 | | |
| N° 40 | 0.426 | 2 | 18 | 1 | 93 | 3 | 25 | 2 | 20 | | 100 |
| N° 50 | 0.297 | 2 | 16 | 7 | 86 | 2 | 23 | 2 | 18 | 14 | 86 |
| N° 80 | 0.177 | 1 | 15 | 8 | 78 | 3 | 20 | 2 | 16 | 19 | 67 |
| N° 100 | 0.149 | 2 | 13 | 7 | 71 | 1 | 19 | - | 16 | 17 | 50 |
| N° 200 | 0.074 | 3 | 10 | 15 | 56 | 4 | 15 | 3 | 13 | 32 | 18 |
| - N° 200 | - | 10 | - | 56 | - | 15 | - | 13 | - | 18 | - |
| HUMEDAD NATURAL(%) | | 8.5 | | 13.8 | | 8.7 | | 14.3 | | 7.3 | |
| LIMITE LIQUIDO(%) | | 29.0 | | 29.0 | | 26.0 | | 31.0 | | -- | |
| INDICE PLASTICO (%) | | 6.0 | | 8.0 | | 8.0 | | 9.0 | | NP | |
| CLASIFICACION SUCS | | GP-GM | | CL | | GC | | GC | | SM | |
| CLASIFICACION AASHTO | | A-1-a(O) | | A-7-6 (22) | | A-2-4 (O) | | A-2-4 (O) | | A-2-4 (O) | |

ANALISIS DE SUELOS

PROYECTO : INFORME DE INGENIERIA PARA OPTAR TITULO PROFESIONAL ING° RESP
 CARRETERA SAN PEDRO DE LLOC - CHOCOFAN - MAZANCA TÉCNICO
 SOLICITADO : FREDY ALDORADIN GUTIERREZ FECHA
 UBICACIÓN : PACASMAYO- LA LIBERTAD

| MALLAS SERIE AMERICANA | DESCRIPCIÓN | 02+300 | | 02+550 | | 02+550 | | 02+ | | 02+800 | |
|------------------------------|---------------|-------------|------|------------|------|------------|------|-------------|------|------------|------|
| | CAL / MUESTRA | C-10 / M-2 | | C-11 / M-1 | | C-11 / M-2 | | C-11 / M-3 | | C-12 / M-1 | |
| | PROF. (m) | 0,43 - 1,50 | | 0,00-0,29 | | 0,29 -0,49 | | 0,49 - 1,50 | | 0,00- 0,60 | |
| | ABERTURA (mm) | RET. | PASA | RET. | PASA | RET. | PASA | RET. | PASA | RET. | PASA |
| 3' | 76.200 | | | | | | | | | | |
| 2 1/2" | 63.500 | | 100 | | 100 | | 100 | | | | |
| 2' | 50.800 | 12 | 88 | 18 | 82 | 13 | 87 | | | | |
| 1 1/2' | 38.100 | 11 | 77 | 8 | 74 | 9 | 78 | | | | |
| 1' | 25.400 | 7 | 70 | 3 | 71 | 6 | 72 | | | | 100 |
| 3/4" | 19.050 | 7 | 63 | 9 | 62 | 8 | 64 | | | 8 | 92 |
| 1/2" | 12.700 | 10 | 53 | 5 | 57 | 8 | 56 | | | 10 | 82 |
| 3/8" | 9.525 | 12 | 41 | 8 | 49 | 9 | 47 | | | 10 | 72 |
| 1/4" | 6.350 | 9 | 32 | 5 | 44 | 5 | 42 | | | 11 | 61 |
| N° 4 | 4.700 | 8 | 24 | 5 | 39 | 7 | 35 | | | 12 | 49 |
| N° 6 | 3.360 | 1 | 23 | 3 | 36 | 2 | 33 | | | 5 | 44 |
| N° 8 | 2.380 | 1 | 22 | 3 | 33 | 3 | 30 | | | 4 | 40 |
| N° 10 | 2.000 | 1 | 21 | 1 | 32 | - | 30 | | | 2 | 38 |
| N° 16 | 1.190 | 2 | 19 | 3 | 29 | 5 | 25 | | | 6 | 32 |
| N° 20 | 0.840 | 2 | 17 | 2 | 27 | 1 | 24 | | | 2 | 30 |
| N° 30 | 0.590 | 1 | 16 | 3 | 24 | 2 | 22 | | | 3 | 27 |
| N° 40 | 0.426 | 1 | 15 | 2 | 22 | 3 | 19 | | 100 | 4 | 23 |
| N° 50 | 0.297 | 3 | 12 | 2 | 20 | 2 | 17 | 2 | 98 | 2 | 21 |
| N° 80 | 0.1TT | 3 | 9 | 4 | 16 | 4 | 13 | 2 | 96 | 4 | 17 |
| N° 100 | 0.149 | - | 9 | 2 | 14 | 1 | 12 | 2 | 94 | - | 17 |
| N° 200 | 0.074 | 4 | 5 | 5 | 9 | 4 | 8 | 3 | 91 | 5 | 12 |
| - N° 200 | - | 5 | - | 9 | - | 8 | - | 91 | - | 12 | - |
| HUMEDAD NATURAL(%) | | 13.4 | | 17.4 | | 19.3 | | 24.2 | | 8.7 | |
| LIMITE LIQUIDO(%) | | -- | | -- | | -- | | 59.0 | | 23.0 | |
| INDICE PLASTICO (%) | | NP | | NP | | NP | | 35.0 | | 4.0 | |
| CLASIFICACION SUCS | | GP-GM | | GW-GM | | GW-GM | | CH | | GW-GC | |
| CLASIFICACION AASHTO | | A-1-a (1) | | A-1-a(1) | | A-1-a (1) | | A-7-6 (36) | | A-1-a(0) | |

ANALISIS DE SUELOS

PROYECTO : INFORME DE INGENIERIA PARA OPTAR TITULO PROFESIONAL ING° RESP :
 CARRETERA SAN PEDRO DE LLOC - CHOCOFAN - MAZANCA TÉCNICO :
 SOLICITADO : FREDY ALDORADIN GUTIERREZ FEa-tA :
 UBICACIÓN : PACASMA YO - LA LIBERTAD

| MALLAS SERIE AMERICANA | DESCRIPCIÓN | 02+800 | | 03+050 | | 03+050 | | 03+300 | | 03+300 | |
|------------------------------|---------------|------------|------|------------|------|------------|------|------------|------|-------------|------|
| | CAL / MUESTRA | C-12 / M-2 | | C-13 / M-1 | | C-13 / M-2 | | C-14 / M-1 | | C-14 / M-2 | |
| | PROF. (m) | 0,60-1,50 | | 0,00-0,55 | | 0,55- 1,50 | | 0,00-0,28 | | 0,28 - 1,50 | |
| | ABERTURA (mm) | RET. | PASA | RET. | PASA | RET. | PASA | RET. | PASA | RET. | PASA |
| 3" | 76.200 | | | | | | | | | | |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | 100 | | | | | | |
| 2" | 50.800 | | | 5 | 95 | | | | | | |
| 1 1/2" | 38.100 | | | 9 | 86 | | | | | | |
| 1" | 25.400 | | | 10 | 76 | | | | | | |
| 3/4" | 19.050 | | | 9 | 67 | | 100 | | | | |
| 1 1/2" | 12.700 | | | 8 | 59 | 7 | 93 | | | | |
| 3/8" | 9.525 | | | 11 | 48 | - | 93 | | | | |
| 1/4" | 6.350 | | | 6 | 42 | 1 | 92 | | | | |
| N° 4 | 4.760 | | | 10 | 32 | 1 | 91 | | | | 100 |
| N° 6 | 3.360 | | | 2 | 30 | 1 | 90 | | | 2 | 98 |
| N° 8 | 2.380 | | | 1 | 29 | 2 | 88 | | | 1 | 97 |
| N° 10 | 2.000 | | | 1 | 28 | - | 88 | | 100 | 1 | 96 |
| N° 16 | 1.190 | | | 1 | 27 | 2 | 86 | 2 | 98 | 4 | 92 |
| N° 20 | 0.840 | | | - | 27 | 2 | 84 | 6 | 92 | 5 | 87 |
| N° 30 | 0.590 | | | 2 | 25 | 3 | 81 | 1 | 91 | 4 | 83 |
| N° 40 | 0.426 | | 100 | - | 25 | 2 | 79 | 2 | 89 | 3 | 80 |
| N° 50 | 0.297 | 20 | 80 | 2 | 23 | 5 | 74 | 11 | 78 | 8 | 72 |
| N° 80 | 0.1TT | 26 | 54 | 3 | 20 | 4 | 70 | 23 | 55 | 14 | 58 |
| N° 100 | 0.149 | 1 | 53 | - | 20 | 5 | 65 | - | 55 | 4 | 54 |
| N° 200 | 0.074 | 31 | 22 | 4 | 16 | 7 | 58 | 22 | 33 | 18 | 36 |
| - N° 200 | - | 22 | - | 16 | - | 58 | - | 33 | - | 36 | - |
| HUMEDAD NATURAL (%) | | 10-2 | | 6.8 | | 28.0 | | 10-2 | | 9.1 | |
| LIMITE LIQUIDO(%) | | 18.0 | | -- | | 33.0 | | 26.0 | | -- | |
| INDICE PLASTICO (%) | | NP | | NP | | 5.0 | | 4.0 | | NP | |
| CLASIFICACION SUCS | | SM | | GM | | ML | | SM | | SM | |
| CLASIFICACION AASHTO | | A-2-4 (O) | | A-1-b(O) | | A-4 (2) | | A-2-4 (O) | | A-4 (O) | |

ANALISIS DE SUELOS

PROYECTO : INFORME DE INGENIERIA PARA OPTAR TITULO PROFESIONAL ING° RESP :
 CARRETERA SAN PEDRO DE U.OC - CHOCOFAN - MAZANCA TÉCNICO :
 SOLICITADO : FREDY ALDORADIN GUTIERREZ FECHA :
 UBICACIÓN : PACASMAYO - LA LIBERTAD

| MALLAS SERIE AMERICANA | DESCRIPCION | 03+550 | | 03+550 | | 03+550 | | 03+800 | | 03+800 | |
|------------------------------|---------------|------------|------|------------|------|------------|------|------------|------|------------|------|
| | CAL / MUESTRA | C-15 / M-1 | | C-15 / M-2 | | C-15 / M-3 | | C-16 / M-1 | | C-16 / M-2 | |
| | PROF. (m) | 0,00-0,15 | | 0,15- 1,08 | | 1,08-1,50 | | 0,00- 0,12 | | 0,12-1,50 | |
| | ABERTURA (mm) | RET. | PASA |
| 3" | 76.200 | | | | | | | | | | |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | | | | | | | |
| 2" | 50.800 | | | | | | | | | | |
| 1 1/2" | 38.100 | | 100 | | | | | | | | |
| 1" | 25.400 | 12 | 88 | | | | | | | | |
| 3/4" | 19.050 | 11 | 77 | | | | | | 100 | | |
| 1/2" | 12.700 | 8 | 69 | | | | | 4 | 96 | | |
| 3/8" | 9.525 | 9 | 60 | | | | | 3 | 93 | | |
| 1/4" | 6.350 | 10 | 50 | | 100 | | | 3 | 90 | | |
| N° 4 | 4.760 | 9 | 41 | 1 | 99 | | | 2 | 88 | | |
| N° 6 | 3.360 | 5 | 36 | - | 99 | | | 2 | 86 | | |
| N° 8 | 2.380 | 3 | 33 | 1 | 98 | | | 3 | 83 | | |
| N° 10 | 2.000 | 3 | 30 | - | 98 | | | 2 | 81 | | |
| N° 16 | 1.190 | 4 | 26 | 1 | 97 | | | 1 | 80 | | |
| N° 20 | 0.840 | 3 | 23 | 2 | 95 | | | 2 | 78 | | |
| N° 30 | 0.590 | 4 | 19 | 1 | 94 | | | 1 | 77 | | |
| N° 40 | 0.426 | 2 | 17 | 1 | 93 | | 100 | 1 | 76 | | 100 |
| N° 50 | 0.297 | 2 | 15 | 12 | 81 | 19 | 81 | 14 | 62 | 19 | 81 |
| N° 80 | 0.1TT | 3 | 12 | 23 | 58 | 20 | 61 | 17 | 45 | 29 | 52 |
| N° 100 | 0.149 | - | 12 | 5 | 53 | 14 | 47 | 5 | 40 | 5 | 47 |
| N° 200 | 0.074 | 4 | 8 | 25 | 28 | 37 | 10 | 28 | 12 | 38 | 9 |
| - N° 200 | - | 8 | - | 28 | - | 10 | - | 12 | - | 9 | - |
| HUMEDAD NATURAL(%) | | 1.0 | | 5.4 | | 1.1 | | 0.8 | | 1.9 | |
| LIMITE LIQUIDO(%) | | -- | | 23.0 | | -- | | -- | | -- | |
| INDICE PLASTICO (%) | | NP | | 4.0 | | NP | | NP | | NP | |
| CLASIFICACION SUCS | | GP-GM | | SM-SC | | SP-SM | | SP-SM | | SP-SM | |
| CLASIFICACION AASHTO | | A-1-a (1) | | A-2-4 (0) | | A-3 (1) | | A-2-4 (0) | | A-3 (1) | |

ANALISIS DE SUELOS

PROYECTO : INFORME DE INGENIERIA PARA OPTAR TITULO PROFESIONAL ING^º RESP :
 CARRETERA SAN PEDRO DE LLOC - CHOCOFAN - MAZANCA TÉCNICO :
 SOLICITADO : FREDY ALDORAOIN GUTIERREZ FECHA :
 UBICACIÓN : PACASMAYO- LA LIBERTAD

| MALLAS SERIE AMERICANA | DESCRIPCIÓN | 04+050 | | 04+050 | | 04+300 | | 04+300 | | 04+300 | |
|------------------------------|---------------|------------|------|------------|------|-------------|------|------------|------|-------------|------|
| | CAL / MUESTRA | C-17 / M-1 | | C-17 / M-2 | | C-18 / M-1 | | C-18 / M-2 | | C-18 / M-3 | |
| | PROF.(m) | 0,00-0,20 | | 0,20-1,50 | | 0,00 - 0,26 | | 0,26-0,45 | | 0,45 - 1,50 | |
| | ABERTURA (mm) | RET. | PASA | RET. | PASA | RET. | PASA | RET. | PASA | RET. | PASA |
| 3" | 76.200 | | | | | | | | | | |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | | 100 | | 100 | | | |
| 2" | 50.800 | | | | | 12 | 88 | 4 | 96 | | |
| 1 1/2" | 38.100 | | | | | 8 | 80 | 5 | 91 | | |
| 1" | 25.400 | | 100 | | | 5 | 75 | 8 | 83 | | |
| 3/4" | 19.050 | 4 | 96 | | | 9 | 66 | 9 | 74 | | |
| 1/2" | 12.700 | 3 | 93 | | | 10 | 56 | 8 | 66 | | |
| 3/8" | 9.525 | 2 | 91 | | | 6 | 50 | 5 | 61 | | 100 |
| 1/4" | 6.350 | 2 | 89 | | | 7 | 43 | 4 | 57 | 8 | 92 |
| Nº 4 | 4.760 | 1 | 88 | | | 10 | 33 | 5 | 52 | 4 | 88 |
| Nº 6 | 3.360 | 1 | 87 | | | 2 | 31 | 4 | 48 | 1 | 87 |
| Nº 8 | 2.380 | 2 | 85 | | | 2 | 29 | 3 | 45 | 1 | 86 |
| Nº 10 | 2.000 | - | 85 | | | 2 | 27 | 4 | 41 | - | 86 |
| Nº 16 | 1.190 | 3 | 82 | | | 3 | 24 | 3 | 38 | 1 | 85 |
| Nº 20 | 0.840 | 1 | 81 | | | 2 | 22 | 7 | 31 | - | 85 |
| Nº 30 | 0.590 | 3 | 78 | | | 2 | 20 | 1 | 30 | 1 | 84 |
| Nº 40 | 0.426 | 1 | 77 | | 100 | 1 | 19 | 4 | 26 | - | 84 |
| Nº 50 | 0.297 | 11 | 66 | 23 | 77 | 4 | 15 | 3 | 23 | 21 | 63 |
| Nº 60 | 0.177 | 17 | 49 | 17 | 60 | 2 | 13 | 4 | 19 | 21 | 42 |
| Nº 100 | 0.149 | 11 | 38 | 8 | 52 | 1 | 12 | 2 | 17 | 2 | 40 |
| Nº 200 | 0.074 | 24 | 14 | 34 | 18 | 6 | 6 | 6 | 11 | 30 | 10 |
| -Nº 200 | - | 14 | - | 18 | - | 6 | - | 11 | - | 10 | - |
| HUMEDAD NATURAL(%) | | 0.5 | | 0.7 | | 0.4 | | 1.2 | | 1.6 | |
| LIMITE LIQUIDO(%) | | -- | | -- | | -- | | 29.0 | | -- | |
| INDICE PLASTICO (%) | | NP | | NP | | NP | | B.O | | NP | |
| CLASIFICACION SUCS | | SM | | SM | | GP-GM | | GP-GC | | SP-SM | |
| CLASIFICACION AASHTO | | A-2-4 (0) | | A-2-4 (0) | | A-1-a(1) | | A-2-4 (0) | | A-3 (1) | |

ANALISIS DE SUELOS

PROYECTO : INFORME DE INGENIERIA PARA OPTAR TITULO PROFESIONAL
CARRETERA SAN PEDRO DE UOC - CHOCOFAN - MAZANCA
SOLICITADO : FREDY ALOORADIN GUTIERREZ
UBICACIÓN : PACASMAYO- LA LIBERTAD

ING° RESP :
TÉCNICO :
FECHA :

| MALLAS SERIE AMERICANA | DESCRIPCIÓN | 04+550 | | 04+550 | | 04+550 | | 04+800 | | 04+800 | |
|------------------------------|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | CAL f MUESTRA | C-19/M-1 | | C-19/M-2 | | C-19/M-3 | | C-20/M-1 | | C-201 M-2 | |
| | PROF.(m) | 0,00-0,46 | | 0,46-0,85 | | 0,85-1,50 | | 0,00-0,10 | | 0,10-0,30 | |
| | ABERTURA (mm) | RET. | PASA | RET. | PASA | RET. | PASA | RET. | PASA | RET. | PASA |
| 3* | 76.200 | | | | | | | | | | |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | | | | | | | |
| 2" | 50.800 | | | | | | | | 100 | | |
| 1 1/2" | 38.100 | | | | | | | 6 | 94 | | |
| 1. | 25.400 | | | | 100 | | | 2 | 92 | | |
| 3/4' | 19.050 | | 100 | 5 | 95 | | | 3 | 89 | | |
| 1/2' | 12.700 | 14 | 86 | 2 | 93 | | | 5 | 84 | | |
| 3/8" | 9.525 | 15 | 71 | 3 | 90 | | | 4 | 80 | | |
| 1/4' | 6.350 | 12 | 59 | 1 | 89 | | | 7 | 73 | | |
| N° .. | -4.760 | 10 | 49 | 6 | 83 | | | 5 | 68 | | |
| N° 6 | 3.360 | 5 | 44 | 1 | 82 | | | 5 | 63 | | |
| N° 6 | 2.380 | 3 | 41 | 1 | 81 | | | 6 | 57 | | |
| N° 10 | 2.000 | 4 | 37 | - | 81 | | | 1 | 56 | | 100 |
| N° 16 | 1.190 | 4 | 33 | 2 | 79 | | | 5 | 51 | 6 | 94 |
| N° 20 | 0.840 | 5 | 28 | - | 79 | | | 4 | 47 | 4 | 90 |
| N° 30 | 0.590 | 2 | 26 | 1 | 78 | | | 3 | 44 | 3 | 87 |
| N° 40 | 0.426 | 4 | 22 | 1 | 77 | | 100 | 3 | 41 | 4 | 83 |
| N° 50 | 0.297 | 3 | 19 | 18 | 59 | 17 | 83 | 6 | 35 | 16 | 67 |
| N° 80 | 0.177 | 2 | 17 | 19 | 40 | 28 | 55 | 6 | 29 | 20 | 47 |
| N° 100 | 0.149 | 1 | 16 | 3 | 37 | 5 | 50 | - | 29 | 4 | 43 |
| N° 200 | 0.074 | 5 | 11 | 25 | 12 | 38 | 12 | 9 | 20 | 30 | 13 |
| - N° 200 | - | 11 | - | 12 | - | 12 | - | 20 | - | 13 | - |
| HUMEDAD NATURAL(%) | | 1.0 | | 0.4 | | 0.2 | | 1.0 | | 0.7 | |
| LIMITE LIQUIDO (%) | | 28.0 | | -- | | -- | | 21.0 | | -- | |
| INDICE PLASTICO (%) | | 5.0 | | NP | | NP | | NP | | NP | |
| CLASIFICACION SUCS | | GW-GM | | SP-SM | | SP-SM | | SM | | SM | |
| CLASIFICACION AASHTO | | A-1-a (0) | | A-2-4 (0) | | A-2-4 (0) | | A-1-b (0) | | A-2-4 (0) | |

ANALISIS DE SUELOS

PROYECTO : INFORME DE INGENIERIA PARA OPTAR TITULO PROFESIONAL
 SOLICITADO : FREDY ALDORADIN GUTIERREZ
 UBICACIÓN : PACASMAYO - LA LIBERTAD

ING' RESP :
 TÉCNICO :
 FECHA :

| MALLAS SERIE AMERICANA | DESCRIPCIÓN | 04.<>0 | | 05+050 | | 05+050 | | 05+050 | | 05 + 300 | |
|------------------------------|---------------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|
| | CAL/ MUESTRA | C-20/M-3 | | C-21 /M-1 | | C-21 /M-2 | | C-21 /M-3 | | C-22/M-1 | |
| | PROF.(m) | 0,30-1,50 | | 0,00-0,20 | | 0,20-1,00 | | 1,00-1,50 | | 0,00-0,40 | |
| | ABERTURA (mm) | RET. | PASA |
| 3 | 76.200 | | | | | | | | | | |
| 2 112' | 63.500 | | | | | | | | | | |
| 2' | 50.800 | | | | | | | | | | 100 |
| 1112' | 38.100 | | | | | | | | | 4 | 96 |
| 1 | 25.400 | | | | 100 | | | | | 5 | 91 |
| 3/4 | 19.050 | | | 4 | 96 | | | | | 7 | 84 |
| 112' | 12.700 | | | 1 | 95 | | | | 100 | 8 | 76 |
| 3/8" | 9.525 | | | 1 | 94 | | | 3 | 97 | 5 | 71 |
| 1/4" | 6.350 | | | 1 | 93 | | | 6 | 91 | 2 | 69 |
| N° 4 | 4.760 | | | 1 | 92 | | | 5 | 86 | 3 | 66 |
| N° 6 | 3.360 | | 100 | 1 | 91 | | | 6 | 80 | 5 | 61 |
| N° 8 | 2.380 | 1 | 99 | 2 | 89 | | | 3 | 77 | 7 | 54 |
| N° 10 | 2.000 | - | 99 | - | 89 | | 100 | 3 | 74 | 1 | 53 |
| N° 16 | 1.190 | 3 | 96 | 1 | 88 | 2 | 98 | 3 | 71 | 5 | 48 |
| N° 20 | 0.840 | 1 | 95 | 2 | 86 | 2 | 96 | 5 | 66 | 5 | 43 |
| N° 30 | 0.590 | 2 | 93 | - | 86 | 1 | 95 | 3 | 63 | 3 | 40 |
| N° 40 | 0.426 | 1 | 92 | 1 | 85 | 2 | 93 | 5 | 58 | 3 | 37 |
| N° 50 | 0.297 | 20 | 72 | 13 | 72 | 23 | 70 | 6 | 52 | 4 | 33 |
| N° 80 | 0.1 n | 23 | 49 | 20 | 52 | 20 | 50 | 11 | 41 | 6 | 27 |
| N° 100 | 0.149 | 5 | 44 | 11 | 41 | 5 | 45 | 7 | 34 | 1 | 26 |
| N° 200 | 0.074 | 31 | 13 | 27 | 14 | 34 | 11 | 16 | 18 | 7 | 19 |
| - N° 200 | - | 13 | - | 14 | - | 11 | - | 18 | - | 19 | - |
| HUMEDAD NATURAL(%) | | 1.2 | | 0.9 | | 1.1 | | 1.4 | | 1.4 | |
| LIMITE LIQUIDO(%) | | -- | | -- | | -- | | 22.0 | | 21.0 | |
| INDICE PLASTICO (%) | | NP | | NP | | NP | | NP | | NP | |
| CLASIFICACION SUCS | | SM | | SM | | SP-SM | | SM | | SM | |
| CLASIFICACION AASHTO | | A-2-4 (0) | | A-2-4 (0) | | A-2-4 (0) | | A-2-4 (0) | | A-1-b (0) | |

ANALISIS DE SUELOS

PROYECTO : INFORME DE INGENIERÍA PARA OPTAR TITULO PROFESIONAL ING° RESP :
 CARRETERA SAN PEDRO DE LLOC - CHOCOFAN - MAZANCA TÉCNICO :
 SOLICITAOO : FREDY ALDORADIN GUTIERREZ FECHA :
 UBICACIÓN : PACASMAYO- LA LIBERTAD

| MALLAS SERIE AMERICANA | DESCRIPCIÓN | 05+300 | | 05+300 | | 05+550 | | 05+550 | | 05+800 | |
|------------------------------|---------------|------------|------|-------------|------|------------|------|-------------|------|------------|------|
| | CAL / MUESTRA | C-22 / M-2 | | C-22 / M-3 | | C-23 / M-1 | | C-23 / M-2 | | C-24 / M-1 | |
| | PROF.(m) | 0,40-0,76 | | 0,76 - 1,50 | | 0,00-0,18 | | 0,18 - 1,50 | | 0,00-0,38 | |
| | ABERTURA (mm) | RET. | PASA | RET. | PASA | RET. | PASA | RET. | PASA | RET. | PASA |
| 3" | 76.200 | | | | | | | | | | |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | | | | | | | |
| 2" | 50.800 | | 100 | | | | | | | | |
| 1 1/2" | 38.100 | 4 | 96 | | | | 100 | | | | |
| 1" | 25.400 | 1 | 95 | | | 7 | 93 | | | | 100 |
| 3/4" | 19.050 | 2 | 93 | | | 4 | 89 | | | 5 | 95 |
| 1/2" | 12.700 | 1 | 92 | | 100 | 1 | 88 | | | 3 | 92 |
| 3/8" | 9.525 | - | 92 | 4 | 96 | 2 | 86 | | | 4 | 88 |
| 1/4" | 6.350 | 2 | 90 | 2 | 94 | 3 | 83 | | | 6 | 82 |
| N° 4 | 4.760 | 1 | 89 | 3 | 91 | 2 | 81 | | | 6 | 76 |
| N° 6 | 3.360 | 1 | 88 | 1 | 90 | 2 | 79 | | | 2 | 74 |
| N° 8 | 2.380 | 1 | 87 | 1 | 89 | 2 | 77 | | | 5 | 69 |
| N° 10 | 2.000 | - | 87 | - | 89 | 1 | 76 | | 100 | 1 | 68 |
| N° 16 | 1.190 | 1 | 86 | 1 | 88 | 1 | 75 | 2 | 98 | 2 | 66 |
| N° 20 | 0.840 | 1 | 85 | - | 88 | 1 | 74 | 2 | 96 | 3 | 63 |
| N° 30 | 0.590 | 1 | 84 | 1 | 87 | 1 | 73 | 1 | 95 | 2 | 61 |
| N° 40 | 0.426 | 1 | 83 | - | 87 | 1 | 72 | 2 | 93 | 2 | 59 |
| N° 50 | 0.297 | 16 | 67 | 15 | 72 | 11 | 61 | 22 | 71 | 11 | 48 |
| N° 80 | 0.177 | 14 | 53 | 20 | 52 | 21 | 40 | 17 | 54 | 13 | 35 |
| N° 100 | 0.149 | 10 | 43 | 6 | 46 | 1 | 39 | 14 | 40 | 1 | 34 |
| N° 200 | 0.074 | 31 | 13 | 31 | 15 | 22 | 17 | 30 | 10 | 16 | 18 |
| - N° 200 | - | 12 | - | 15 | - | 17 | - | 10 | - | 18 | - |
| HUMEDAD NATURAL(%) | | 1.5 | | 1.9 | | 0.5 | | 0.9 | | 1.3 | |
| LIMITE LIQUIOO (%) | | -- | | -- | | -- | | -- | | -- | |
| INDICE PLASTICO (%) | | NP | | NP | | NP | | NP | | NP | |
| CLASIFICACION SUCS | | SP-SM | | SM | | SM | | SP-SM | | SM | |
| CLASIFICACION AASHTO | | A-3 (1) | | A-2-4 (O) | | A-2-4 (O) | | A-3 (1) | | A-2-4 (O) | |

ANALISIS DE SUELOS

PROYECTO : INFORME DE INGENIERÍA PARA OPTAR TITULO PROFESIONAL ING° RESP
 CARRETERA SAN PEDRO DE LLOC - CHOCOFAN - MAZANCA TÉCNICO
 SOLICITADO : FREDY ALDORADIN GUTIERREZ FECHA
 UBICACIÓN : PACASMAYO- LA LIBERTAD

| MALLAS SERIE AMERICANA | DESCRIPCIÓN | 05+800 | | 06+050 | | 06+050 | | 06+300 | | 06+300 | |
|------------------------------|---------------|------------|------|------------|------|-------------|------|-------------|------|-------------|------|
| | CAL / MUESTRA | C-24 / M-2 | | C-25 / M-1 | | C-25 / M-2 | | C-26 / M-1 | | C-26 / M-2 | |
| | PROF.(m) | 0,38-1,50 | | 0,00-0.36 | | 0,36 - 1,50 | | 0,00 - 0,05 | | 0,05 - 1,50 | |
| | ABERTURA (mm) | RET. | PASA | RET. | PASA | RET. | PASA | RET. | PASA | RET. | PASA |
| 3" | 76.200 | | | | | | | | | | |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | | | | | | | |
| 2" | 50.800 | | | | | | 100 | | | | |
| 1 1/2" | 38.100 | | | | 100 | 6 | 94 | | 100 | | |
| 1" | 25.400 | | | 4 | 96 | 3 | 91 | 5 | 95 | | |
| 3/4" | 19.050 | | | 2 | 94 | 2 | 89 | 2 | 93 | | |
| 1/2" | 12.700 | | 100 | 3 | 91 | 4 | 85 | 3 | 90 | | |
| 3/8" | 9.525 | 6 | 94 | 3 | 88 | 3 | 82 | 4 | 86 | | |
| 1/4" | 6.350 | 2 | 92 | 5 | 83 | 2 | 80 | 5 | 81 | | |
| N° 4 | 4.760 | 1 | 91 | 6 | 77 | 1 | 79 | 6 | 75 | | |
| N° 6 | 3.360 | 1 | 90 | 1 | 76 | 2 | 77 | 2 | 73 | | 100 |
| N° 8 | 2.380 | 1 | 89 | 3 | 73 | 1 | 76 | 2 | 71 | 1 | 99 |
| N° 10 | 2.000 | 1 | 88 | - | 73 | 1 | 75 | 1 | 70 | - | 99 |
| N° 16 | 1.190 | 1 | 87 | 2 | 71 | 3 | 72 | 2 | 68 | 4 | 95 |
| N° 20 | 0.840 | 1 | 86 | 2 | 69 | 1 | 71 | 3 | 65 | 1 | 94 |
| N° 30 | 0.590 | - | 86 | 2 | 67 | 1 | 70 | 1 | 64 | 4 | 90 |
| N° 40 | 0.426 | 1 | 85 | 2 | 65 | 2 | 68 | 2 | 62 | 1 | 89 |
| N° 50 | 0.297 | 17 | 68 | 11 | 54 | 13 | 55 | 15 | 47 | 13 | 76 |
| N° 80 | 0.177 | 15 | 53 | 19 | 35 | 11 | 44 | 13 | 34 | 17 | 59 |
| N° 100 | 0.149 | 4 | 49 | 2 | 33 | 5 | 39 | 4 | 30 | 9 | 50 |
| N° 200 | 0.074 | 25 | 13 | 20 | 13 | 24 | 15 | 20 | 10 | 30 | 20 |
| - N° 200 | - | 24 | - | 13 | - | 15 | - | 10 | - | 20 | - |
| HUMEDAD NATURAL(%) | | 1.7 | | 1.4 | | 1.8 | | 1.5 | | 3.6 | |
| LIMITE LIQUIDO(%) | | 20.0 | | -- | | -- | | -- | | 19.0 | |
| INDICE PLASTICO (%) | | NP | | NP | | NP | | NP | | NP | |
| CLASIFICACION SIJCS | | SM | | SM | | SM | | SP-SM | | SM | |
| CLASIFICACION MSHTO | | A-2-4 (O) | | A-2-4 (O) | | A-2-4 (O) | | A-3 (1) | | A-2-4 (O) | |

ANALISIS DE SUELOS

PROYECTO : INFORME DE INGENIERÍA PARA OPTAR TITULO PROFESIONAL ING° RESP :
 CARRETERA SAN PEDRO DE LLOC - CHOCOFAN - MAZANCA TÉCNICO :
 SOLICITADO : FREDY ALDORADIN GUTIERREZ FECHA :
 UBICACIÓN : PACASMAYO-LA LIBERTAD

| MALLAS SERIE AMERICANA | DESCRIPCIÓN | 06+550 | | 06+550 | | 06+800 | | 06+800 | | 06+900 | |
|------------------------------|---------------|-------------|------|-------------|------|-------------|------|-------------|------|-------------|------|
| | CAL / MUESTRA | C-27 / M-1 | | C-27 / M-2 | | C-28 / M-1 | | C-28 / M-2 | | C-29 / M-1 | |
| | PROF. (m) | 0.00 - 0.34 | | 0,34 - 1,50 | | 0,00 - 0.24 | | 0,24 - 1.50 | | 0,00 - 1,50 | |
| | ABERTURA (mm) | RET. | PASA |
| 3' | 76.200 | | | | | | | | | | |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | | | | | | | |
| 2" | 50.800 | | | | | | | | | | |
| 1 1/2" | 38.100 | | 100 | | | | | | | | |
| 1" | 25.400 | 6 | 94 | | | | | | | | |
| 3/4" | 19.050 | 7 | 87 | | | | | | 100 | | |
| 1/2" | 12.700 | 5 | 82 | | | | | 6 | 94 | | |
| 3/8" | 9.525 | 7 | 75 | | | | | 2 | 92 | | |
| 1/4" | 6.350 | 4 | 71 | | | | | 7 | 85 | | |
| N° 4 | 4.760 | 3 | 68 | | | | | 7 | 78 | | |
| N° 6 | 3.360 | 5 | 63 | | | | | 2 | 76 | | |
| N° 8 | 2.380 | 3 | 60 | | | | | 4 | 72 | | |
| N° 10 | 2.000 | 1 | 59 | | 100 | | 100 | 1 | 71 | | |
| N° 16 | 1.190 | 3 | 56 | 5 | 95 | 4 | 96 | 2 | 69 | | |
| N° 20 | 0.840 | 4 | 52 | 1 | 94 | 5 | 91 | 1 | 68 | | |
| N° 30 | 0.590 | 6 | 46 | 2 | 92 | 2 | 89 | 1 | 67 | | |
| N° 40 | 0.426 | 2 | 44 | 3 | 89 | 3 | 86 | 1 | 66 | | 100 |
| N° 50 | 0.297 | 5 | 39 | 9 | 80 | 17 | 69 | 11 | 55 | 13 | 87 |
| N° 80 | 0.177 | 4 | 35 | 24 | 56 | 15 | 54 | 14 | 41 | 16 | 71 |
| N° 100 | 0.149 | 4 | 31 | 3 | 53 | 6 | 48 | 5 | 36 | 9 | 62 |
| N° 200 | 0.074 | 9 | 13 | 25 | 28 | 24 | 24 | 22 | 14 | 29 | 33 |
| - N° 200 | - | 22 | - | 28 | - | 24 | - | 14 | - | 33 | - |
| HUMEDAD NATURAL(%) | | 1.7 | | 7.0 | | 1.9 | | 2.1 | | 9.3 | |
| LIMITE LIQUIDO(%) | | -- | | 22.0 | | -- | | -- | | 29.0 | |
| INDICE PLASTICO (%) | | NP | | 3.0 | | NP | | NP | | 7.0 | |
| CLASIFICACION SUCS | | SM | | SM | | SM | | SM | | SM-SC | |
| CLASIFICACION AASHTO | | A-1-b(O) | | A-2-4(O) | | A-2-4(O) | | A-2-4(O) | | A-2-4(O) | |

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

PLANO

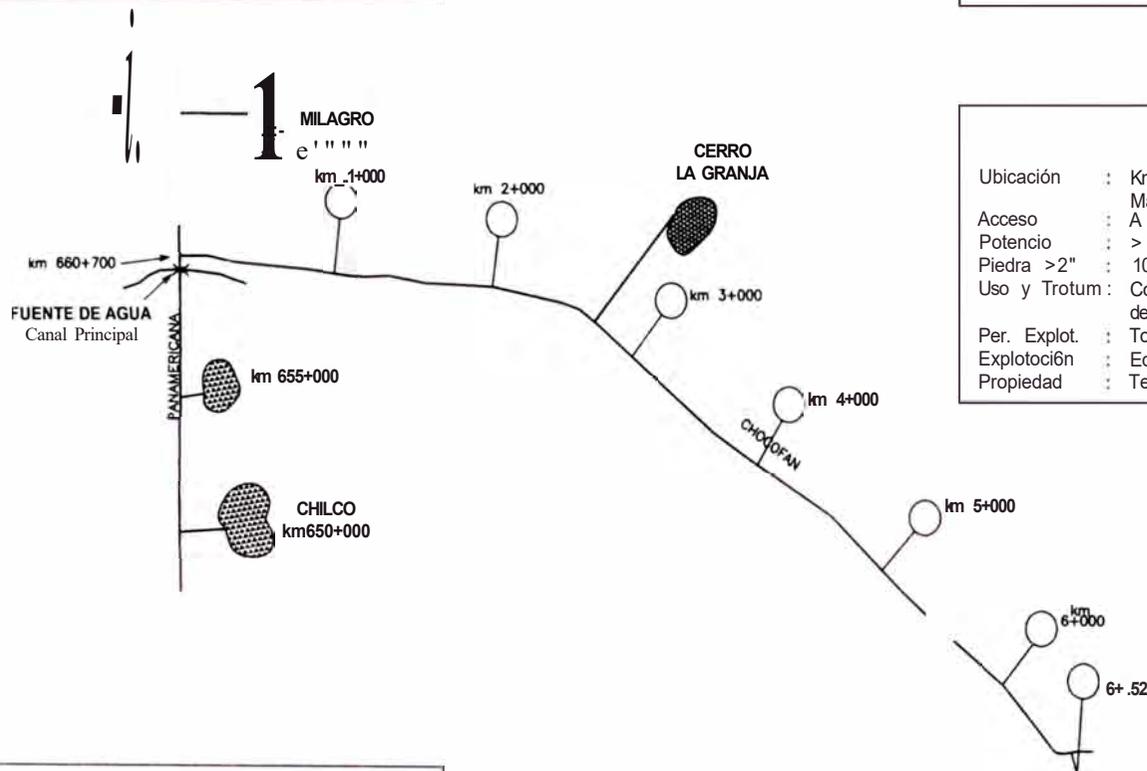
DIAGRAMA DE CANTERAS

CANTERA CHILCO

Ubicación : Km 650+000 de lo Carretero Panamericano Norte, !.derecho.,
 Acceso : A través de trocha carrozable de aprox. 300.00 m,
 Potencia : > 100,000 m3
 Piedra >2" : 20% - 25%
 Uso y Trotom: Relleno (Rend. 90%), Sub-base Granular (Rend. 80%),
 Base Granular (Rend. 90%), Concreto Portland (80%).
 Per. Explot. : Todo el año
 Explotación : Equipo Convencional y Choncodoro
 Propiedad : Terceros

CANTERA CRUCE EL MILAGRO

Ubicación : Km 666+000 de lo Carretero Panamericano Norte (Costado
 F(íbrico de Cemento Pocosmoyo).
 Acceso : A través de trocha carrozable de aprox. 1500.00 m,
 Potencia : > 50,000 m3
 Piedra >2" : 25% - 35%
 Uso y Trotom: Relleno (Rend. 80'.r.) previo zarandeo.
 Per. Explot. : Todo el año
 Explotación : Equipo Convencional
 Propiedad : Terceros



CANTERA CERRO LA GRANJA

Ubicación : Km 03+800 de lo carretero Son Pedro de Uoc - Chocofan
 Mazoneo, lado izquierdo.
 Acceso : A través de trocha carrozable de aprox. 2000.00 m,
 Potencia : > 5,000 m3
 Piedra >2" : 10'.r. - 15'.r.
 Uso y Trotom: Como dosificador (mezcla de conteras) para conformación
 de Base Granular(90%)
 Per. Explot. : Todo el año
 Explotación : Equipo Convencional
 Propiedad : Terceros

CANTERA KM 655

Ubicación : Km 655+000 de lo Carretero Panamericano Norte, !.derecho.,
 Acceso : A través de trocha carrozable de aprox. 50.00 m,
 Potencia : > 50,000 m3
 Piedra >2" : 20% - 25%
 Uso y Trotom: Relleno (Rend. 90%), Sub-base Granular (Rend. 80%),
 Base Granular (Rend. 90%), Concreto Portland (80%).
 Mezclas />:f(ílticas (90%).
 Per. Explot. : Todo el año
 Explotación : Equipo Convencional y Chancadora
 Propiedad : Terceros

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



PROYECTO:
 INFORME DE INGENIERIA PARA OPTAR TITULO PROFESIONAL DE ING. CML
 CARRETERA SAN PEDRO DE LLOC-CHOCOFAN-MAZANCA

PLANO:
 DIAGRAMA DE CANTERAS Y FUENTES DE AGUA

| FECHA | ESCALA | EJECUTAOO | REVISADO |
|------------|--------|--------------|------------|
| 1WIZU 2000 | S/E | 80< FAUCICCI | tc. GSRAZN |

PANEL FOTOGRAFICO

ESTUDIO DE SUELOS CARRETERA: SAN PEDRO DE LLOC - CHOCOFAN - MAZÁNCA



Obsérvese en ambas fotos el inicio del tramo (km 0+000), el cual se encuentra ubicado en el km 660+700 de la Carretera Panamericana Norte.

ESTUDIO DE SUELOS

CARRETERA: SAN PEDRO DE LLOC - CHOCOFAN - MAZÁNCA



C-10, km 02+300.



C-13, km 03+050.

Obsérvese en ambas vistas, la presencia de nivel freático en el suelo de fundación (a escasa profundidad) como consecuencia de la filtración de las aguas de los terrenos de cultivo por el que atraviesa la carretera, en consecuencia para el tramo km 0+000- km 3+500 es necesario elevar el nivel de rasante.

ESTUDIO DE SUELOS

CARRETERA: SAN PEDRO DE LLOC - CHOCOFAN - MAZÁNCA

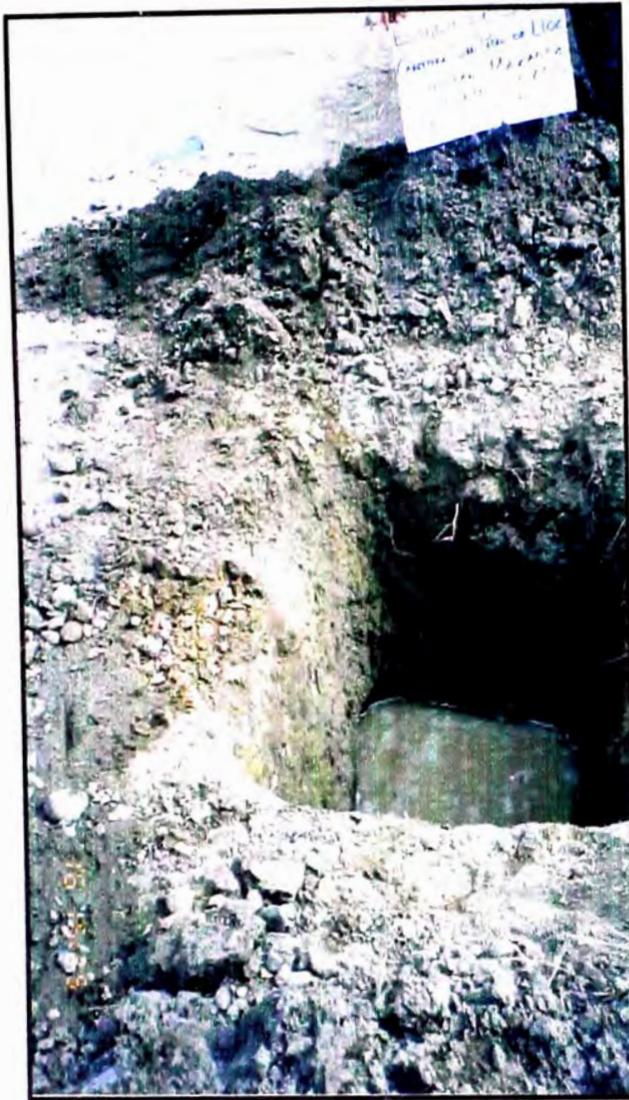


C-15, km 03+550.



C-16, km 03+800.

Obsérvese en ambas vistas el pueblo de Chocofan. En estos tramos el suelo de fundación es de características finas (arenoso) y no hay presencia de nivel freático.



C-4, Km. 00+750



C-8, Km. 01 + 750

Obsérvese la presencia de material arenoso (C-4) y arcilloso (C-8) en el suelo de fundación, así como la presencia de nivel freático

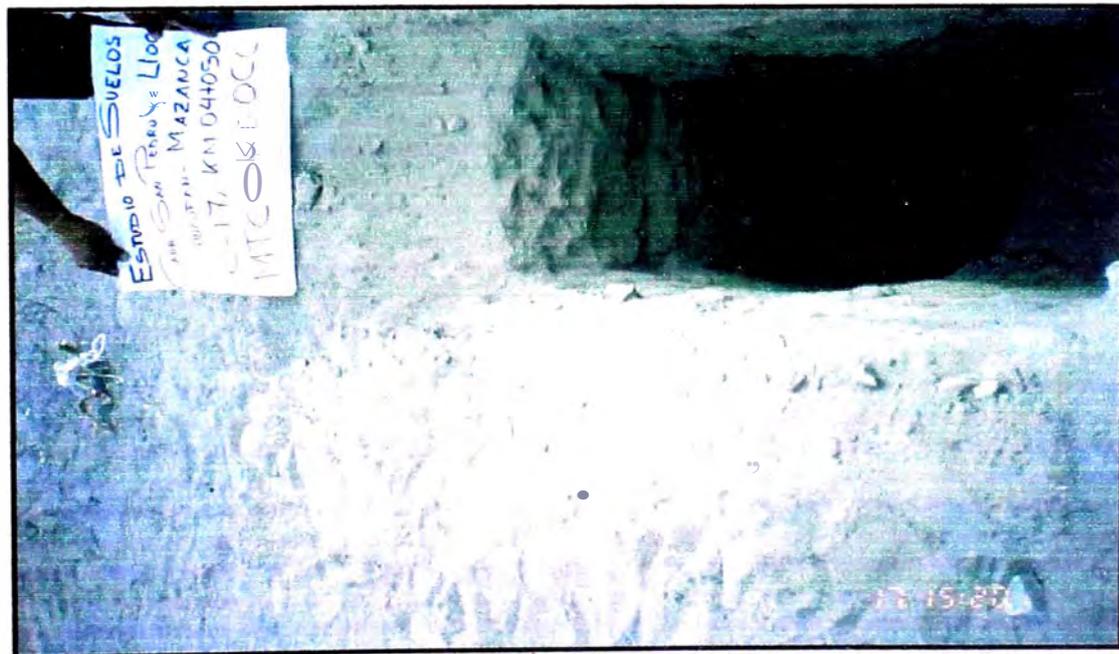
im
d!
h
i

fi
n
i

• 10:1 P. GRAFICO



0024 M. 06 +300



0025 M. 0 +050

0024 M. 06 +300
 0025 M. 0 +050

*ESPECIFICACIONES
TÉCNICAS*

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS

Sección 303 (2000)

SUB BASE GRANULAR

Descripción

303.01 Este trabajo consiste en el suministro, transporte, colocación y compactación de material de subbase granular aprobado sobre una superficie preparada, en una o varias capas, de conformidad con los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos del proyecto o establecidos por el Supervisor.

Las consideraciones ambientales están referidas a la protección del medio ambiente durante el suministro, transporte, colocación y compactación de material de subbase granular.

Materiales

303.02 Los agregados para la construcción de la subbase granular deberán satisfacer los requisitos indicados en la Subsección 300.02 para dichos materiales. Además, deberán ajustarse a una de las franjas granulométricas indicadas en la siguiente tabla:

Tabla 303-1

Requerimientos Granulométricos para Sub-Base Granular

| Tamiz | Porcentaje que Pasa en Peso | | | |
|-----------------|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|
| | Gradación A (1) | Gradación B | Gradación e | Gradación D |
| 50 mm (2") | 100 | 100 | — | — |
| 25 mm (1") | — | 75-95 | 100 | 100 |
| 9.5 mm (3/8") | 30-65 | 40-75 | 50-85 | 60-100 |
| 4.75 mm (N° 4) | 25-55 | 30-60 | 35-65 | 50-85 |
| 2.0 mm (N° 10) | 15-40 | 20-45 | 25-50 | 40-70 |
| 4.25 um (N° 40) | 8-20 | 15-30 | 15-30 | 25-45 |
| 75 um (N° 200) | 2-8 | 5-15 | 5-15 | 8-15 |

Fuente: ASTM D 1241

- (1) La curva de gradación "A" deberá emplearse en zonas cuya altitud sea igual o superior a 3000 m.s.n.m.

Además, el material también deberá cumplir con los siguientes requisitos de calidad:

Tabla 303-2

Sub-Base Granular

Requerimientos de Ensayos Especiales

| Ensayo | Norma MTC | Norma ASTM | Norma AASHTO | Requerimiento | |
|-----------------------------------|-----------|------------|--------------|---------------|--------------|
| | | | | < 3000 msnm | 2: 3000 msnm |
| Abrasión | MTC E 207 | C 131 | T96 | 50 % máx. | 50 % máx. |
| CBR (1) | MTC E 132 | O 1883 | T 193 | 40 % mín. | 40 % mín. |
| Límite Líquido | MTC E 110 | O4318 | T 89 | 25% máx. | 25% máx. |
| Índice de Plasticidad | MTC E 111 | O4318 | T89 | 6% máx. | 4% máx. |
| Equivalente de Arena | MTC E 114 | O 2419 | T 176 | 25% mín. | 35% mín. |
| Sales Solubles | MTC E 219 | | | 1% máx. | 1% máx. |
| Partículas Chatas y Alargadas (2) | MTC E 211 | O4791 | | 20% máx. | 20% máx. |

(1) Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de Carga de 0.1 "(2.5mm)

(2) La relación a emplearse para la determinación es 1/3 (espesor/longitud)

Para prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos por la presente especificación, el material que produzca el Contratista deberá dar lugar a una curva granulométrica uniforme y sensiblemente paralela a los límites de la franja, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz a la inferior de un tamiz adyacente y viceversa.

Equipo

303.03 Se aplica las condiciones establecidas en la Subsección 300.03 de este documento.

Requerimientos de Construcción

303.04 Explotación de materiales y elaboración de agregados
Se aplica lo indicado en la Subsección 300.08.

303.05 Preparación de la superficie existente
El Supervisor sólo autorizará la colocación de material de subbase granular cuando la superficie sobre la cual debe asentarse tenga la densidad apropiada y las cotas indicadas en los planos o definidas por el Supervisor. Además, deberá estar concluida la construcción de las cunetas, desagües y filtros necesarios para el drenaje de la calzada.
Si en la superficie de apoyo existen irregularidades que excedan las tolerancias determinadas en las especificaciones respectivas, de acuerdo con lo que se prescribe en la unidad de obra correspondiente, el Contratista hará las correcciones necesarias, a satisfacción del Supervisor.

303.06 Tramo de Prueba
Se aplica lo indicado en la Subsección 300.05.

303.07 Transporte y colocación del material
El Contratista deberá transportar y verter el material, de tal modo que no se produzca segregación, ni se cause daño o contaminación en la superficie existente.

Cualquier contaminación que se presentare, deberá ser subsanada antes de proseguir el trabajo.

La colocación del material sobre la capa subyacente se hará en una longitud que no sobrepase mil quinientos metros (1 500 m) de las operaciones de mezcla, conformación y compactación del material de la Subbase.

Durante ésta labor se tomarán las medidas para el manejo del material de Súbase, evitando los derrames de material y por ende la contaminación de fuentes de agua, suelos y flora cercana al lugar.

303.08 Extensión y mezcla del material

El material se dispondrá en un cordón de sección uniforme, donde será verificada su homogeneidad. Si la subbase se va a construir mediante combinación de varios materiales, éstos se mezclarán formando cordones separados para cada material en la vía, los cuales luego se combinarán para lograr su homogeneidad. En caso de que sea necesario humedecer o airear el material para lograr la humedad óptima de compactación, el Contratista empleará el equipo adecuado y aprobado, de manera que no perjudique la capa subyacente y deje el material con una humedad uniforme. Este, después de mezclado, se extenderá en una capa de espesor uniforme que permita obtener el espesor y grado de compactación exigidos, de acuerdo con los resultados obtenidos en la fase de experimentación.

Durante esta actividad se tomarán las medidas para la extensión, mezcla y conformación del material, evitando los derrames de material que pudieran contaminar fuentes de agua, suelos y flora cercana al lugar.

303.09 Compactación

Una vez que el material de la subbase tenga la humedad apropiada, se conformará y compactará con el equipo aprobado por el Supervisor, hasta alcanzar la densidad especificada.

Aquellas zonas que por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a obras de arte no permitan la utilización del equipo que

normalmente se utiliza, se compactarán por los medios adecuados para el caso, en forma tal que las densidades que se alcancen no sean inferiores a las obtenidas en el resto de la capa.

La compactación se efectuará longitudinalmente, comenzando por los bordes exteriores y avanzando hacia el centro, traslapando en cada recorrido un ancho no menor de un tercio (1/3) del ancho del rodillo compactador. En las zonas peraltadas, la compactación se hará del borde inferior al superior.

No se extenderá ninguna capa de material de subbase mientras no haya sido realizada la nivelación y comprobación del grado de compactación de la capa precedente. Tampoco se ejecutará la subbase granular en momentos en que haya lluvia o fundado temor de que ella ocurra, ni cuando la temperatura ambiente sea inferior a dos grados Celsius (2° C).

En esta actividad se tomarán los cuidados necesarios para evitar derrames de material que puedan contaminar las fuentes de agua, suelo y flora cercana al lugar de compactación. Los residuos generados por esta y las dos actividades mencionadas anteriormente, deben ser colocados en lugares de disposición de desechos adecuados especialmente para este tipo de residuos, según se indica en la Sección 906.

303.10 Apertura al tránsito

Sobre las capas en ejecución se prohibirá la acción de todo tipo de tránsito mientras no se haya completado la compactación. Si ello no es factible, el tránsito que necesariamente deba pasar sobre ellas, se distribuirá de forma que no se concentren ahuellamientos sobre la superficie. El Contratista deberá responder por los daños producidos por esta causa, debiendo proceder a la reparación de los mismos con arreglo a las indicaciones del Supervisor.

303.11 Conservación

Si después de aceptada la subbase granular, el Contratista demora por cualquier motivo la construcción de la capa inmediatamente superior, deberá reparar, a su costo, todos los daños en la subbase y restablecer el mismo estado en que se aceptó.

303.12 Aceptación de los trabajos

(a) Controles

Se aplica lo indicado en la Subsección 300.07(a).

(b) Calidad de los agregados

De cada procedencia de los agregados pétreos y para cualquier volumen previsto se tomarán cuatro (4) muestras y de cada fracción se determinarán los ensayos con las frecuencias que se indican en la Tabla 305.4.

Los resultados deberán satisfacer las exigencias indicadas en la Subsección 303.02.

No se permitirá acopios que a simple vista presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores de máximo especificado.

(c) Calidad del producto terminado

Resultan aplicables todos los controles y criterios de aceptación definidos en la Subsección 302.10(c) de la Sección 302. En adición a ellos, el Supervisor deberá verificar:

Que la cota de cualquier punto de la subbase conformada y compactada, no varíe en más de diez milímetros (10 mm) de la cota proyectada.

La uniformidad de la superficie de la obra ejecutada será comprobada con una regla de tres metros (3 m) de longitud, colocada tanto paralela como normalmente al eje de la vía, no admitiéndose variaciones superiores a diez milímetros (10 mm), para cualquier

punto que no esté afectado por un cambio de pendiente. Cualquier irregularidad que exceda esta tolerancia se corregirá con reducción o adición de material en capas de poco espesor, en cuyo caso, para asegurar buena adherencia, será obligatorio escarificar la capa existente y compactar nuevamente la zona afectada.

Todas las irregularidades que excedan las tolerancias mencionadas, así como las áreas en donde la subbase presente agrietamientos o segregaciones, deberán ser corregidas por el Contratista, a su costo, y a plena satisfacción del Supervisor.

303.13 Ensayo de deflectometría sobre la subbase terminada

Una vez terminada la construcción de la subbase granular, el Contratista, con la verificación de la Supervisión, efectuará una evaluación deflectométrica, aplicando las condiciones mencionadas en la Subsección 205.20.

Medición

303.15 Se aplica lo descrito en la Subsección 300.08 de este documento. Para cuantificar la evaluación deflectométrica se aplicará lo descrito en la Subsección 205.22 de estas especificaciones. Debe entenderse que al efectuar ensayos sobre la subbase, se debe ejecutar una medición diferente a las realizadas sobre subrasante.

Pago

303.15 Se aplica la Subsección 300.1 O de este documento. Para el pago de los ensayos deflectométricos se tendrá en cuenta la Subsección 205.22

| Item de Pago | Unidad de Pago |
|------------------------|--------------------------------|
| 303.A Subbase granular | Metro cúbico (m ³) |

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS

Sección 305 (2000)

BASE GRANULAR

Descripción

305.01 Este trabajo consiste en el suministro, transporte, colocación y compactación de material de base granular aprobado sobre una subbase, afirmado o subrasante, en una o varias capas, conforme con las dimensiones, alineamientos y pendientes señalados en los planos del proyecto u ordenados por el Supervisor.

Materiales

305.02 Los agregados para la construcción de la base granular deberán satisfacer los requisitos indicados en la Sección 300.02 de este documento.

Además, deberán ajustarse a las siguientes especificaciones de calidad:

(a) Granulometría

La composición final de la mezcla de agregados presentará una granulometría continua y bien graduada (sin inflexiones notables) según una fórmula de trabajo de dosificación aprobada por el Supervisor y según uno de los requisitos granulométricos que se indican en la Tabla 305-1. Para las zonas con altitud de 3000 msnm se deberá seleccionar la gradación "A".

Tabla 305-1

Requerimientos Granulométricos para Base Granular

| Tamiz | Porcentaje que Pasa en Peso | | | |
|-----------------|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|
| | Gradación A | Gradación B | Gradación C | Gradación D |
| 50 mm (2") | 100 | 100 | - | - |
| 25 mm (1") | - | 75-95 | 100 | 100 |
| 9.5 mm (3/8") | 30-65 | 40-75 | 50-85 | 60-100 |
| 4.75 mm (N° 4) | 25-55 | 30-60 | 35-65 | 50-85 |
| 2.0 mm (N° 10) | 15-40 | 20-45 | 25-50 | 40-70 |
| 4.25 um (N° 40) | 8-20 | 15-30 | 15-30 | 25-45 |
| 75 um (N° 200) | 2-8 | 5-15 | 5-15 | 8-15 |

Fuente: ASTM D 1241

El material de Base Granular deberá cumplir además con las siguientes características físico-mecánicas y químicas que a continuación se indican:

| | | |
|------------------------------------|------------------------|----------|
| Valor Relativo de Soporte, CBR (1) | Tráfico Ligero y Medio | Mín 80% |
| | Tráfico Pesado | Mín 100% |

(1) Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de Carga de 0.1" (2.5 mm).

La franja por utilizar será la establecida en los documentos del proyecto o la determinada por el Supervisor.

Para prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos por la presente especificación, el material que produzca el Contratista deberá dar lugar a una curva granulométrica uniforme, sensiblemente paralela a los límites de la franja por utilizar, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz a la inferior de un tamiz adyacente o viceversa.

(b) Agregado Grueso

Se denominará así a los materiales retenidos en la Malla N° 4, los que consistirán de partículas pétreas durables y trituradas capaces de soportar los efectos de manipuleo, extendido y compactación sin producción de finos contaminantes.

Deberán cumplir las siguientes características:

Tabla N° 305 - 2
Requerimientos Agregado Grueso

| Ensayo | Nonna MTC | Nonna ASTM | Nonna AASHTO | Requerimientos | |
|--------------------------------------|--------------|---------------|-----------------|----------------------------|----------------|
| | | | | Altitud | |
| | | | | < Menor de 3000 msnm | ≥ 3000 msnm |
| Partículas con una cara fracturada | MTC E210 | D 5821 | | 80%min. | 80%min. |
| Partículas con dos caras fracturadas | MTC E 210 | D 5821 | | 40%min. | 50% min. |
| Abrasión Los Ángeles | MTC E207 | ☉ 131 | T96 | 40%máx | 40% max |
| Partículas Chatas y Alargadas (1) | MTC E 221 | D 4791 | | 15%máx. | 15% máx. |
| Sales Solubles Totales | MTC E 219 | D 1888 | | 0.5%máx. | 0.5% máx. |
| Pérdida con Sulfato de Sodio | MTC E209 | C88 | T 104 | ☉ | 12% máx. |
| Pérdida con Sulfato de Magnesio | MTC E209 | C88 | T 104 | ☉ | 18% máx. |

(1) La relación a emplearse para la determinación es: 1/3 (espesor/longitud)

(c) Agregado Fino

Se denominará así a los materiales pasantes la malla N° 4 que podrán provenir de fuentes naturales o de procesos de trituración o combinación de ambos.

Tabla 305 - 2
Requerimientos Agregado Fino

| Ensayo | Norma | Requerimientos | |
|------------------------|-----------|---------------------|-------------------|
| | | < 3 000 m.s.n.m. | > 3000 m.s.n.m |
| Índice Plástico | MTC E 111 | 4% máx. | 2% máx. |
| Equivalente de arena | MTC E 114 | 35% mín. | 45% mín. |
| Sales solubles totales | MTC E 219 | 0,55% máx. | 0,5% máx. |
| Índice de durabilidad | MTC E 214 | 35% mín. | 35% mín. |

Equipo

305.03 Se aplican las condiciones generales establecidas en la Subsección 300.03 de este documento, con la salvedad de que la planta de trituración, con unidades primaria y secundaria, como mínimo, es obligatoria.

Requerimientos de Construcción

305.04 **Explotación de materiales y elaboración de agregados**
Se aplica lo indicado en la Subsección 300.04. Para las Vías de Primer Orden los materiales de base serán elaborados en planta, utilizando para ello dosificadores de suelo. Para este tipo de vías no se permitirá la combinación en patio ni en vía mediante cargadores u otros equipos similares.

La mezcla de agregados deberá salir de la planta con la humedad requerida de compactación, teniendo en cuenta las pérdidas que puede sufrir en el transporte y colocación.

Para otros tipos de vías será optativo del Contratista los procedimientos para elaborar las mezclas de agregados para base granular.

Definida la fórmula de trabajo de la base granular, la granulometría deberá estar dentro del rango dado por el huso granulométrico adoptado.

305.05 Preparación de la superficie existente

El Supervisor sólo autorizará la colocación de material de base granular cuando la superficie sobre la cual debe asentarse tenga la densidad y las cotas indicadas o definidas por el Supervisor. Además deberá estar concluida la construcción de las cunetas, desagües y filtros necesarios para el drenaje de la calzada.

Si en la superficie de apoyo existen irregularidades que excedan las tolerancias determinadas en las especificaciones respectivas, de acuerdo con lo que se prescribe en la unidad de obra correspondiente, el Contratista hará las correcciones necesarias a satisfacción del Supervisor.

305.06 Tramo de Prueba

Se aplica lo descrito en la Subsección 300.05 de este documento.

305.07 Transporte y colocación de material

Se aplica lo indicado en la Subsección 303.07 de este documento

305.08 Extensión y mezcla del material

Para Vías de Primer Orden la base granular será extendida con terminadora mecánica, no permitiéndose el uso de motoniveladora.

Para vías distintas a las de Primer Orden, el material se dispondrá en un cordón de sección uniforme, donde será verificada su homogeneidad. Si la base se va a construir mediante combinación de varios materiales, éstos se mezclarán formando cordones separados para cada material en la vía, que luego se combinarán para lograr su homogeneidad.

En caso de que sea necesario humedecer o airear el material para lograr la humedad de compactación, el Contratista empleará el equipo adecuado y aprobado, de manera que no perjudique a la capa subyacente y deje una humedad uniforme en el material. Este, después de mezclado, se extenderá en una capa de espesor uniforme que permita obtener el espesor y grado de compactación exigidos, de acuerdo con los resultados obtenidos en el tramo de prueba.

305.09 Compactación

El procedimiento para compactar la base granular es igual al descrito en la Subsección 303.09 de este documento.

También, resultan válidas las limitaciones expuestas en dicha Subsección.

305.10 Apertura al tránsito

Se aplica lo descrito en la Subsección 303.10 de este documento.

305.11 Conservación

Resulta aplicable todo lo indicado en la Subsección 303.11 de este documento.

305.12 Aceptación de los Trabajos

(a) Controles

Se aplica lo indicado en la Subsección 300.07(a) de este documento

(b) Calidad de los agregados

De cada procedencia de los agregados y para cualquier volumen previsto se tomarán cuatro (4) muestras y de cada fracción se determinarán los ensayos con las frecuencias que se indican en la Tabla 305-5.

Los resultados deberán satisfacer las exigencias indicadas en la Subsección 305.02.

No se permitirá que a simple vista el material presente restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores del máximo especificado.

305.13 Calidad del producto terminado

La capa terminada deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas. La distancia entre el eje de proyecto y el borde de la capa no podrá ser inferior a la señalada en los planos o la definida por el Supervisor quien, además, deberá verificar que la cota de cualquier punto de la base conformada y compactada, no varíe en más de diez milímetros (10 mm) de la proyectada.

Así mismo, deberá efectuar las siguientes comprobaciones:

(a) Compactación

Las determinaciones de la densidad de la base granular se efectuarán en una proporción de cuando menos una vez por cada doscientos cincuenta metros cuadrados (250 m²) y los tramos por aprobar se definirán sobre la base de un mínimo de seis (6) medidas de densidad, exigiéndose que los valores individuales (Di) sean iguales o mayores al cien por cientos (100%) de la densidad máxima obtenida en el ensayo Próctor (De)

$$D_i \geq D_e$$

La humedad de trabajo no debe variar en $\pm 1.5 \%$ respecto del Optimo Contenido de Humedad obtenido con el Próctor modificado. En caso de no cumplirse estos requisitos se rechazará el tramo. Siempre que sea necesario, se efectuarán las correcciones por presencia de partículas gruesas. Previamente al cálculo de los porcentajes de compactación.

(b) Espesor

Sobre la base de los tramos escogidos para el control de la compactación, se determinará el espesor medio de la capa compactada (e_m), el cual no podrá ser inferior al de diseño (e_d) más o menos 10 milímetros ± 10 mm).

$$e_m \geq e_d \pm 10 \text{ mm}$$

Además el valor obtenido en cada determinación individual (e_i) deberá ser, como mínimo, igual al noventa y cinco por ciento (95%) del espesor de diseño, so pena del rechazo del tramo controlado.

$$e_i \geq 0.95 e_d$$

Todas las irregularidades que excedan las tolerancias mencionadas, así como las áreas en donde la base granular presente agrietamientos o segregaciones, deberán ser corregidas por el Contratista, a su costa, y a plena satisfacción del Supervisor.

(e) Lisura

La uniformidad de la superficie de la obra ejecutada, se comprobará con una regla de tres metros (3 m) de longitud, colocada tanto paralela como normalmente al eje de la vía, no admitiéndose variaciones superiores a diez milímetros (10 mm) para cualquier punto. Cualquier irregularidad que exceda esta tolerancia se corregirá con reducción o adición de material en capas de poco espesor, en cuyo caso, para asegurar buena adherencia, será

obligatorio escarificar la capa existente y compactar nuevamente la zona afectada.

305.14 Ensayo de deflectometría sobre la base terminada

Se aplicará lo indicado en la Subsección 303.13 de este documento

Medición

305.15 Se aplica lo indicado en la Subsección 300.08 de este documento.

Para la medición de la evaluación deflectométrica se aplicará lo indicado en la Subsección 303.14.

Pago

305.16 Se aplica lo especificado en la Subsección 300.10 de este documento.

Para el pago de los ensayos deflectométricos se aplicará lo mencionado en la Subsección 303.15 de este documento.

| Ítem de Pago | Unidad de Pago |
|---------------------|--------------------------------|
| 305.A Base granular | Metro cúbico (m ³) |

Tabla 305-5

Ensayos y Frecuencias

| Material o Producto | Propiedades y Características | Método de Ensayo | Norma ASTM | Norma AASHTO | Frecuencia (1) | Lugar de Muestreo |
|---------------------|--|----------------------|-----------------|---------------|---------------------|-------------------|
| Base Granular | Granulometría | MTCE 204 | D422 | T88 | 7500 m ³ | Cantera |
| | Límite Líquido | MTCE 110 | D 4318 | T89 | 7f/J m ³ | Cantera |
| | Índice de Plasticidad | MTCE 111 | D4318 | T89 | 7f/J m ³ | Cantera |
| | Desgaste Los Ángeles | MTCE 207 | C 131 | T96 | 2000 m ³ | Cantera |
| | Equivalente de Arena | MTCE 114 | D 2419 | T 176 | 2000 m ³ | Cantera |
| | Sales Solubles | MTCE 219 | D 1888 | | 2000 m ³ | Cantera |
| | CBR | MTCE 132 | D 1883 | T 193 | 2000 m ³ | Cantera |
| | Partículas Fracturadas | MTCE 210 | D 5821 | | 2000 m ³ | Cantera |
| | Partículas Chatas y Alargadas | MTCE 221 | 04791 | | 2000 m ³ | Cantera |
| | Pérdida en Sulfato de Sodio / Magnesio | MTCE 209 | C88 | T 104 | 2000 m ³ | Cantera |
| | Densidad - Humedad | MTCE 115 | 01557 | T 180 | 7f/J m ³ | Pista |
| | Compactación | MTCE 117 MTCE 124 | D 1556 02922 | T 191 T238 | 2f/J m ² | Pista |

(1) o antes, si por su génesis, existe variación estratigráfica horizontal y vertical que originen cambios en las propiedades físico - mecánicas de los agregados. En caso de que los metrados del proyecto no alcancen las frecuencias mínimas especificadas se exigirá como mínimo un ensayo de cada Propiedad y/o Característica.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS

Sección 401 (2000)

IMPRIMACION ASFÁLTICA

Descripción

401.01 Bajo este ítem, el Contratista debe suministrar y aplicar material bituminoso a una base o capa del camino, preparada con anterioridad, de acuerdo con las Especificaciones y de conformidad con los planos. Consiste en la incorporación de asfalto a la superficie de una Base, a fin de prepararla para recibir una capa de pavimento asfáltico.

Materiales

401.02 El material bituminoso a aplicar en este trabajo será el siguiente:

- (a) Emulsiones Asfálticas de curado rápido (CRS-1, CRS-2) diluido con agua, de acuerdo a la textura de la Base .
- (b) Podría ser admitido el uso de Asfalto líquido, de grados MC-30, MC-70 ó MC-250 que cumpla con los requisitos de la Tabla N° 400-5.

El tipo de material a utilizar deberá ser establecido en el Proyecto o según lo indique el Supervisor. El material debe ser aplicado tal como sale de planta, sin agregar ningún solvente o material que altere sus características.

La cantidad por m² de material bituminoso, debe estar comprendido entre 0,7 -1,5 l/m² para una penetración dentro de la capa granular de apoyo de 7 mm por lo menos, verificándose esto cada 25m.

Antes de la iniciación del trabajo, el Supervisor aprobará la tasa de aplicación del material de acuerdo a los resultados del tramo de prueba Subsección 300.05.

Equipo

401.03 Se aplica lo especificado en la Subsección 400.03 de este documento.

Adicionalmente se deberá cumplir lo siguiente:

Para los trabajos de imprimación se requieren elementos mecánicos de limpieza y carrotanques irrigadores de agua y asfalto.

El equipo para limpieza será constituido por una barredora mecánica y/o una sopladora mecánica. La primera será del tipo rotatorio y ambas serán operadas mediante empuje o arrastre con tractor. Como equipo adicional podrán utilizarse compresores, escobas, y demás implementos que el Supervisor autorice.

El carrotanque imprimador de materiales bituminosos deberá cumplir exigencias mínimas que garanticen la aplicación uniforme y constante de cualquier material bituminoso, sin que lo afecten la carga, la pendiente de la vía o la dirección del vehículo. Sus dispositivos de irrigación deberán proporcionar una distribución transversal adecuada del ligante. El vehículo deberá estar provisto de un velocímetro calibrado en metros por segundo (m/s), o pies por segundo (pie/s), visible al conductor, para mantener la velocidad constante y necesaria que permita la aplicación uniforme del asfalto en sentido longitudinal.

El carrotanque deberá aplicar el producto asfáltico a presión y para ello deberá disponer de una bomba de impulsión, accionada por motor y provista de un indicador de presión. También, deberá estar

provisto de un tennómetro para el ligante, cuyo elemento sensible no podrá encontrarse cerca de un elemento calentador.

Para áreas inaccesibles al equipo irrigador y para retoques y aplicaciones mínimas, se usará una caldera regadora portátil, con sus elementos de irrigación a presión, o una extensión del carrotanque con una boquilla de expansión que pennita un riego unifonne. Por ningún motivo se pennitirá el empleo de regaderas u otros dispositivos de aplicación manual por gravedad.

Requerimientos de Construcción

401.04 Clima

La capa de imprimación debe ser aplicada solamente cuando la temperatura atmosférica a la sombra este por encima de los 10°C y la superficie del camino esté razonablemente seca y las condiciones climáticas, en la opinión de la Supervisión, se vean favorables (no lluviosos, ni muy nublado).

401.05 Preparación de la Superficie

La superficie de la base que debe ser imprimada (impermeabilizada) debe estar en confonnidad con los alineamientos, gradientes y secciones típicas mostradas en los planos y con los requisitos de las Especificaciones relativas a la Base Granular.

Antes de la aplicación de la capa de imprimación, todo material suelto o extraño debe ser eliminado por medio de una barredora mecánica y/o un soplador mecánico, según sea necesario. Las concentraciones de material fino deben ser removidas por medio de la cuchilla niveladora o con una ligera escarificación. Cuando lo autorice el Supervisor, la superficie preparada puede ser ligeramente humedecida por medio de rociado, inmediatamente antes de la aplicación del material de imprimación.

401.06 Aplicación de la Capa de Imprimación

Durante la ejecución el Contratista debe tomar las precauciones necesarias para evitar incendios, siendo el responsable por cualquier accidente que pudiera ocurrir.

El material bituminoso de imprimación debe ser aplicado sobre la base completamente limpia, por un distribuidor a presión que cumpla con los requisitos indicados anteriormente. El Contratista dispondrá de cartones o papel grueso que acomodará en la Base antes de imprimir, para evitar la superposición de riegos, sobre una área ya imprimada, al accionar la llave de riego debiendo existir un empalme exacto. El material debe ser aplicado uniformemente a la temperatura y a la velocidad de régimen especificada por el Supervisor. En general, el régimen debe estar entre 0,7 a 1,5 lts/m², dependiendo de cómo se halle la textura superficial de la base.

La temperatura del material bituminoso en el momento de aplicación, debe estar comprendida dentro de los límites establecidos en la Tabla N° 400-7, y será aplicado a la temperatura que apruebe el Supervisor.

Al aplicar la capa de imprimación, el distribuidor debe ser conducido a lo largo de un filo marcado para mantener una línea recta de aplicación. El Contratista debe determinar la tasa de aplicación del ligante y hacer los ajustes necesarios. Algún área que no reciba el tratamiento, debe ser inmediatamente imprimada usando una manguera conectada al distribuidor.

Si las condiciones de tráfico lo permiten, la aplicación debe ser hecha sólo en la mitad del ancho de la Base. Debe tenerse cuidado de colocar la cantidad correcta de material bituminoso a lo largo de la junta longitudinal resultante. Inmediatamente después de la aplicación de la capa de imprimación, ésta debe ser protegida por avisos y barricadas que impidan el tránsito durante el período de curado (4 días aprox.).

401.07 Protección de las Estructuras Adyacentes

La superficie de todas las estructuras y árboles adyacentes al área sujeta a tratamiento, deben ser protegidas de manera tal, que se eviten salpicaduras o manchas. En caso de que esas salpicaduras o manchas ocurran, el Contratista deberá, por cuenta propia, retirar el material y reparar todo daño ocasionado.

401.08 Apertura al Tráfico y Mantenimiento

El área imprimada debe airearse, sin ser arenada por un término de 24 horas, a menos que lo ordene de otra manera el Supervisor. Si el clima es frío o si el material de imprimación no ha penetrado completamente en la superficie de la base, un período más largo de tiempo podrá ser necesario. Cualquier exceso de material bituminoso que quede en la superficie después de tal lapso debe ser retirado usando arena, u otro material aprobado que lo absorba y como lo ordene el Supervisor, antes de que se reanude el tráfico.

El Contratista deberá conservar satisfactoriamente la superficie imprimada hasta que la capa de superficie sea colocada. La labor de conservación debe incluir, el extender cualquier cantidad adicional de arena u otro material aprobado necesario para evitar la adherencia de la capa de imprimación a las llantas de los vehículos y parchar las roturas de la superficie imprimada con mezcla bituminosa. En otras palabras, cualquier área de superficie imprimada que resulte dañada por el tráfico de vehículos o por otra causa, deberá ser reparada antes de que la capa superficial sea colocada, a costo del Contratista.

401.09 Aceptación de los trabajos

(a) Controles

Se aplica todo lo que sea pertinente de la Subsección 400.0?(a)

(b) Calidad del material asfáltico

A la llegada de cada camión terrnotanque con cemento asfáltico o emulsión asfáltica para el riego, el Contratista deberá entregar al Supervisor un certificado de calidad del producto, así como la garantía del fabricante de que éste cumple con las condiciones especificadas en las Subsecciones 400.02(c) ó 400.02(d) de la Sección 400 de las presentes especificaciones, según el material bituminoso que se esté utilizando.

El Supervisor se abstendrá de aceptar el empleo de suministros de material bituminoso que no se encuentren respaldados por la certificación de calidad del fabricante. En el caso de empleo de asfalto diluido, el Supervisor comprobará mediante muestras representativas (mínimo una muestra por cada 9000 galones o antes si el volumen de entrega es menor), el grado de viscosidad cinemática del producto, mientras que si está utilizando emulsión asfáltica, se comprobará su tipo, contenido de agua y penetración del residuo. En todos los casos, guardará una muestra para ensayos posteriores de contraste, cuando el Contratista o el fabricante manifiesten inconformidad con los resultados iniciales.

En relación con los resultados de las pruebas, no se admitirá ninguna tolerancia sobre los límites establecidos en las Tablas N° 400-4, 400-5 ó 400-6, según el caso de estas especificaciones.

(e) Dosificación

El Supervisor se abstendrá de aceptar áreas imprimadas donde la dosificación varíe de la aprobada por él en más de diez por ciento (10%).

Medición

401.10 Se aplica lo indicado en la Subsección 400.05(a) de este documento. El precio incluye la aplicación de arena cuando sea requerido.

El material bituminoso se medirá de acuerdo al tipo de material y régimen de riego aprobado por el Supervisor aplicado al área establecida según Subsección 400.0B(a) de este documento.

Pago

401.11 Se aplica lo indicado en la Subsección 400.09 de este documento.
El material bituminoso se pagará de acuerdo con el tipo de material utilizado y según lo establecido en la Sección 421 o 422 de este documento.

| Ítem de Pago. | Unidad de Pago |
|-----------------------------|----------------------------------|
| 401.A Imprimación Asfáltica | Metro cuadrado (m ²) |

Antes de la instalación de la planta mezcladora, el contratista deberá solicitar a las autoridades correspondientes, los permisos de localización, concesión de aguas, disposición de sólidos, funcionamiento de para emisiones atmosféricas, vertimiento de aguas y permiso por escrito al dueño o representante legal. Para la ubicación se debe considerar dirección de los vientos, proximidad a las fuentes de materiales, fácil acceso y cumplir lo estipulado en las Subsecciones 05.06, 05.11, 300.03 y 300.04.

Los trabajadores y operarios más expuestos al ruido, gases tóxicos y partículas deberán estar dotados con elementos de seguridad industrial y adaptados a las condiciones climáticas tales como: gafas, tapa oídos, tapabocas, casco, guantes, botas y otras que se crea pertinente.

(b) Equipo para el transporte

Tanto los agregados como las mezclas se transportarán en volquetes debidamente acondicionadas para tal fin. La forma y altura de la tolva será tal, que durante el vertido en la terminadora, el volquete sólo toque a ésta a través de los rodillos previsto para ello.

Los volquetes deberán estar siempre provistos de dispositivos que mantengan la temperatura, así como para proteger debidamente asegurado, tanto para proteger los materiales que transporta, como para prevenir emisiones contaminantes.

(e) Equipo para la extensión de la mezcla

La extensión y terminación de las mezclas densas en caliente se hará con una pavimentadora autopropulsada, adecuada para extender y terminar la mezcla con un mínimo de pre-compactación de acuerdo con los anchos y espesores especificados. La pavimentadora estará equipada con un vibrador y un distribuidor de tomillo sinfín, de tipo reversible, capacitado para colocar la mezcla uniformemente por delante de los enrasadores. Poseerá un equipo de dirección adecuado y tendrá velocidades para retroceder y

instalación estará dotada de sistemas independientes de almacenamiento y alimentación del llenante de recuperación y adición, los cuales deberán estar protegidos contra la humedad.

Las instalaciones de tipo discontinuo deberán estar provistas de dispositivos de dosificación por peso cuya exactitud sea superior al medio por ciento (0,5%). Los dispositivos de dosificación del llenante y ligante tendrán, como mínimo, una sensibilidad de medio kilogramo (0,5 Kg.). El ligante deberá ser distribuido uniformemente en el mezclador, y las válvulas que controlan su entrada no deberán permitir fugas ni goteos.

En las instalaciones de tipo continuo, las tolvas de agregados clasificados calientes deberán estar provistas de dispositivos de salida, que puedan ser ajustados exactamente y mantenidos en cualquier posición. Estos dispositivos deberán ser calibrados antes de iniciar la fabricación de cualquier tipo de mezcla, en condiciones reales de funcionamiento.

El sistema dosificador del ligante deberá disponer de dispositivos para su calibración a la temperatura y presión de trabajo. En las plantas de mezcla continua, deberá estar sincronizado con la alimentación de los agregados pétreos y el llenante mineral.

En las plantas continuas con tambor secador-mezclador se deberá garantizar la difusión homogénea del asfalto y que ésta se realice de manera que no exista ningún riesgo de contacto con la llama ni de someter al ligante a temperaturas inadecuadas.

En las instalaciones de tipo continuo, el mezclador será de ejes gemelos.

Si la planta posee tolva de almacenamiento de la mezcla elaborada, su capacidad deberá garantizar el flujo normal de los vehículos de transporte.

En la planta mezcladora y en los lugares de posibles incendios, es necesario que se cuente con un extintor de fácil acceso y uso del personal de obra.

Las plantas que no sean del tipo tambor secador-mezclador, estarán dotadas, así mismo, de un sistema de clasificación de los agregados en caliente, de capacidad adecuada a la producción del mezclador, en un número de fracciones no inferior a tres (3) y de tolvas de almacenamiento de las mismas, cuyas paredes serán resistentes y de altura suficiente para evitar inter-contaminaciones. Dichas tolvas en caliente estarán dotadas de un rebosadero, para evitar que el exceso de contenido se vierta en las contiguas o afecte el funcionamiento del sistema de clasificación; de un dispositivo de alarma, claramente perceptible por el operador, que avise cuando el nivel de la tolva baje del que proporcione el caudal calibrado y de un dispositivo para la toma de muestras de las fracciones almacenadas. La instalación deberá estar provista de indicadores de la temperatura de los agregados, situados a la salida del secador y en las tolvas en caliente.

El sistema de almacenamiento, calefacción y alimentación del asfalto deberá permitir su recirculación y su calentamiento a la temperatura de empleo.

En el calentamiento del asfalto se emplearán, preferentemente, serpentines de aceite o vapor, evitándose en todo caso el contacto del ligante con elementos metálicos de la caldera que estén a temperatura muy superior a la de almacenamiento. Todas las tuberías, bombas, tanques, etc., deberán estar provistos de dispositivos calefactores o aislamientos. La descarga de retorno del ligante a los tanques de almacenamiento será siempre sumergida. Se dispondrán termómetros en lugares convenientes, para asegurar el control de la temperatura del ligante, especialmente en la boca de salida de éste al mezclador y en la entrada del tanque de almacenamiento. El sistema de circulación deberá estar provisto de una toma para el muestreo y comprobación de la calibración del dispositivo de dosificación.

En caso de que se incorporen aditivos a la mezcla, la instalación deberá poseer un sistema de dosificación exacta de los mismos. La

(a) Equipo para la elaboración de los agregados triturados

La planta de trituración constará de una trituradora primaria y una secundaria obligatoriamente. Una terciaria siempre y cuando se requiera. Se deberá incluir también una clasificadora y un equipo de lavado. Además deberá estar provista de los filtros necesarios para prevenir la contaminación ambiental de acuerdo a lo indicado en las Subsecciones 05.06, 05.11, 300.03 y 300.04.

a. Planta mezcladora

La mezcla de concreto asfáltico se fabricará en plantas adecuadas de tipo continuo o discontinuo, capaces de manejar simultáneamente en frío el número de agregados que exija la fórmula de trabajo adoptada.

Las plantas productoras de mezcla asfáltica deberán cumplir con lo establecido en la reglamentación vigente sobre protección y control de calidad del aire.

Las tolvas de agregados en frío deberán tener paredes resistentes y estar provistas de dispositivos de salida que puedan ser ajustados exactamente y mantenidos en cualquier posición. El número mínimo de tolvas será función del número de fracciones de agregados por emplear y deberá tener aprobación del Supervisor.

En las plantas del tipo tambor secador-mezclador, el sistema de dosificación de agregados en frío deberá ser ponderal y tener en cuenta su humedad para corregir la dosificación en función de ella. En los demás tipos de plantas se aceptarán sistemas de dosificación de tipo volumétrico.

La planta estará dotada de un secador que permita el secado correcto de los agregados y su calentamiento a la temperatura adecuada para la fabricación de la mezcla. El sistema de extracción de polvo deberá evitar su emisión a la atmósfera o el vertido de lodos a cauces de agua o instalaciones sanitarias.

(d) Filler o Polvo Mineral

El filler o relleno de origen mineral, que sea necesario emplear como relleno de vacíos, espesante del asfalto o como mejorador de adherencia al par agregado-asfalto, podrá ser de preferencia cal hidratada, no plástica que deberá cumplir la norma AASHTO M-303 y lo indicado en la Sección 423.

De no ser cal, será polvo de roca.

La cantidad a utilizar se definirá en la fase de diseños de mezcla según el Método Marshall.

(e) Cemento Asfáltico

El Cemento Asfáltico deberá cumplir con lo especificado en la Subsección 400.02(b) de este documento.

(f) Fuentes de Provisión o Canteras

Se aplica lo indicado en la Subsección 400.J4 de este documento. Adicionalmente el Supervisor deberá aprobar los yacimientos de los agregados, relleno mineral de aportación y cemento asfáltico, antes de procederse a la entrega de dichos materiales.

Las muestras de cada uno de estos, se remitirán en la forma que se ordene y serán aprobados antes de la fabricación de la mezcla asfáltica.

Equipo

410.03

se aplica lo indicado en la Subsección 400.03 de este documento. Adicionalmente se deberá considerar lo siguiente:

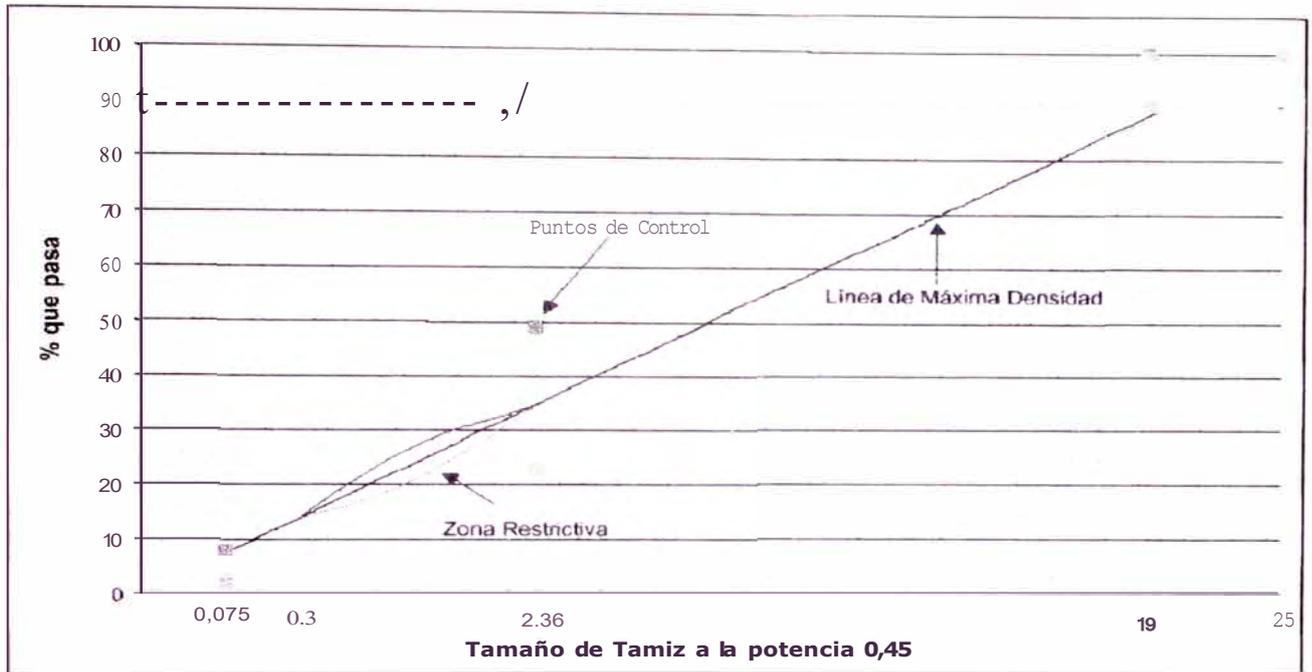


Tabla N° 410-8
Graduación Superpave para Agregado de tamaño nominal máximo de 19mm.

| Tamaño del tamiz mm | Puntos de Control | | Linea de Máxima Densidad | Zona de Restricción | | Formula de Mezcla | Tolerancia |
|---------------------|-------------------|-------|--------------------------|---------------------|--------|-------------------|------------|
| | | | | Mínimo | Máximo | | |
| 37,5 | | 100,0 | 100,0 | | | | |
| 25,0 | 100,0 | 90,0 | 83,3 | | | | |
| 19,00 | | | 73,6 | | | | |
| 12,50 | | | 61,0 | | | * | |
| 9,50 | | | 53,9 | | | * | (6) |
| 4,75 | | | 39,5 | 39,5 | 39,5 | | (6) |
| 2,36 | 45,0 | 19,0 | 28,8 | 26,8 | 30,8 | * | |
| 1,18 | | | 21,1 | 18,1 | 24,1 | * | (4) |
| 0,60 | | | 15,6 | 13,6 | 17,6 | | (3) |
| 0,30 | | | 11,4 | 11,4 | 11,4 | * | |
| 0,15 | 7,0 | 1,0 | 8,3 | | | | (2) |
| 0,075 | | | 6,1 | | | | |

- El Contratista especificará los valores con aproximación al 0 1%
- () Desviaciones aceptables(±) de los valores de la Fórmula.

calidad de los agregados deberá regirse a lo establecido por la metodología Shrp.

Tabla N° 410-7
Graduación Superpave para Agregado de tamaño nominal máximo de 19 mm.

| Tamaño del tamiz mm | Puntos de Control | | Linea de Máxima Densidad | Zona de Restricción | | Formula de Mezcla | Tolerancia |
|---------------------|-------------------|-------|--------------------------|---------------------|--------|-------------------|------------|
| | | | | Mínimo | Máximo | | |
| 25 | | 100,0 | 100,0 | | | | |
| 19,00 | 100,0 | 90,0 | 88,4 | | | | |
| 12,50 | | | 73,2 | | | | |
| 9,50 | | | 59,6 | | | | |
| 4,75 | | | 49,5 | | | * | (6) |
| 2,36 | 49,0 | 23,0 | 34,6 | 34,6 | 34,6 | * | (6) |
| 1,18 | | | 25,3 | 22,3 | 28,3 | | |
| 0,60 | | | 18,7 | 16,7 | 20,7 | * | (4) |
| 0,30 | | | 13,7 | 13,7 | 13,7 | * | (3) |
| 0,15 | | | 10,0 | | | | |
| 0,075 | 8,0 | 2,0 | 7,3 | | | * | (2) |

- El Contratista especificará los valores con aproximación al Q 1%
- () Desviaciones aceptables(±) de los valores de la Fórmula

Tampoco deberá contener materia orgánica y otros materiales deletéreos.

(1) Mezcla Asfáltica Normal (MAC)

La gradación de la mezcla asfáltica normal (MAC) deberá responder a alguno de los siguientes husos granulométricos.

| Tamiz | Porcentaje que pasa | | |
|-----------------|---------------------|--------|-------|
| | MAC-1 | MAC-2 | MAC-3 |
| 25,0 mm (1") | 100 | - | - |
| 19,0 mm (3/4") | 80-100 | 100 | - |
| 12,5 mm (1/2") | 67-85 | 80-100 | - |
| 9,5 mm (3/8") | 60-77 | 70-88 | 100 |
| 4,75 mm (N° 4) | 43-54 | 51-68 | 65-87 |
| 2,00 mm (N° 10) | 29-45 | 38-52 | 43-61 |
| 425 mm (N° 40) | 14-25 | 17-28 | 16-29 |
| 180 mm (N° 80) | 8-17 | 8-17 | 9-19 |
| 75 mm (N° 200) | 4-8 | 4-8 | 5-10 |

(2) Mezcla Superpave

En las Tablas N° 410-7 y 410-8 se incluyen las características que deben cumplir las mezclas de agregados para tamaño nominal máximo del agregado de 19 y 25 mm respectivamente.

La curva granulométrica del agregado debe quedar dentro de los puntos de control y principalmente fuera de la zona restrictiva. Se recomienda que la curva pase por debajo de esta zona restrictiva.

El tipo de asfalto a utilizar en estas mezclas, debe ser según clasificación Superpave - Shrp, AASHTO, MP-1; así mismo la

Tabla N° 410-5

Requerimientos del Equivalente de Arena

| Tráfico en Ejes Equivalentes (millones) | Porcentaje de Equivalente Arena {mínimo} |
|--|---|
| ≤ 3 | 45 |
| > 3 - 30 | 50 |
| > 30 | 55 |

Tabla N° 410-6

Angularidad del Agregado Fino

| Tráfico en Ejes Equivalentes (millones) | Espesor de Capa | |
|--|------------------------|--------------------|
| | < 100 mm | > 100 mm |
| ≤ 3 | 30 mín. | 30mín. |
| > 3 - 30 | 40mín. | 40mín. |
| > 30 | 40 mín. | 40mín. |

(c) Gradación

La gradación de los agregados pétreos para la producción de la mezcla asfáltica en caliente serán establecidos por el Contratista y aprobado por el Supervisor.

Además de los requisitos de calidad que debe tener el agregado grueso y fino según lo establecido en el acápite (a) y (b) de esta Subsección el material de la mezcla de los agregados debe estar libre de terrones de arcilla y se aceptará como máximo el uno por ciento (1%) de partículas deleznablees según ensayo. MTC E 212.

Tabla N° 410-3

Requerimientos para los Agregados Finos

| Ensayos | Norma | Requerimiento | |
|--------------------------------------|-----------|--------------------|--------------|
| | | Altitud (m.s.n.m.) | |
| | | <3000 | > 3000 |
| Equivalente de Arena | MTC E209 | Según tabla 410-5 | |
| Angularidad del agregado fino | MTC E222 | Según tabla 410-6 | |
| Adhesividad (Riedel Weber) | MTC E220 | 4% mín. | 6% mín. |
| Índice de Plasticidad (malla N° 40) | MTC E 111 | NP | NP |
| Índice de Durabilidad | MTC E 214 | 35mín. | 35mín. |
| Índice de Plasticidad (malla N° 200) | MTC E 111 | Máx.4 | NP |
| Sales Solubles Totales | MTC E 219 | 0.5% máx. | 0.5% máx. |
| Absorción | MTC E205 | 0.5% | Según Diseño |

Tabla N° 410-4

Requerimientos para Caras Fracturadas

| Tráfico en Ejes Equivalentes (millones) | Espesor de Capa | |
|--|-----------------|----------|
| | < 100 mm | > 100 mm |
| ≤ 3 | 65/40 | 50/30 |
| > 3 - 30 | 85/50 | 60/40 |
| > 30 | 100/80 | 90/70 |

Nota: La notación "85/80" indica que el 85% del agregado grueso tiene una cara fracturada y que el 80% tiene dos caras fracturadas.

Tabla N° 410-1

Requerimientos para los Agregados Gruesos

| Ensayos | Norma | Requerimiento | |
|--------------------------------------|-----------|--------------------|--------------|
| | | Altitud (m.s.n.m.) | |
| | | <3000 | > 3000 |
| Durabilidad (al Sulfato de Sodio) | MTC E209 | 12% máx. | 10% máx. |
| Durabilidad (al Sulfato de Magnesio) | | 18máx. | 15% máx. |
| Abrasión Los Ángeles | MTC E207 | 40% máx.. | 35% máx. |
| Índice de Durabilidad | MTC E 214 | 35% mín. | 35% mín. |
| Partículas chatas y alargadas | MTC E 221 | 10% máx. | 10% máx. |
| Caras fracturadas | MTC E210 | Según tabla 410-4 | |
| Sales Solubles Totales | MTC E 219 | 0.5% máx. | 0.5% máx. |
| Absorción | MTC E206 | 1.0% | Según Diseño |
| Adherencia | MTC E519 | +95 | |

(b) Agregados minerales finos

Se aplica lo que es válido al respecto de la Subsección 400.02(a). Adicionalmente deberá cumplir con los requerimientos de la Tabla N° 410-3.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS

Sección 410 (2000)

PAVIMENTO DE CONCRETO ASFALTICO EN CALIENTE

Descripción

410.01 Generalidades

Este trabajo consistirá en la colocación de una capa asfáltica bituminosa fabricada en caliente y, construida sobre una superficie debidamente preparada e imprimada, de acuerdo con la presente especificación.

Las mezclas bituminosas para empleo en pavimentación en caliente se compondrán de agregados minerales gruesos, finos, filler mineral y material bituminoso.

Las mezclas asfálticas que se especifican en esta sección corresponden a dos tipos:

- (a) Mezcla Asfáltica Normal (MAC)
- (b) Mezcla Superpave Nivel 1

Materiales

410.02 Los materiales a utilizar serán los que se especifican a continuación:

(a) Agregados Minerales Gruesos

Se aplica lo indicado en la Subsección 400.02(a). Los agregados gruesos, deben cumplir además con los siguientes requerimientos:

avanzar. La pavimentadora tendrá dispositivos mecánicos compensadores para obtener una superficie pareja y formar los bordes de la capa sin uso de formas. Será ajustable para lograr la sección transversal especificada del espesor de diseño u ordenada por el Supervisor.

Asimismo, deberá poseer sensores electrónicos para garantizar la homogeneidad de los espesores.

Si se determina que el equipo deja huellas en la superficie de la capa, áreas defectuosas u otras irregularidades objetables que no sean fácilmente corregibles durante la construcción, el Supervisor exigirá su inmediata reparación o cambio.

Cuando la mezcla se realice en planta portátil, la misma planta realizará su extensión sobre la superficie.

(d) Equipo de compactación

Se deberán utilizar rodillos autopropulsados de cilindros metálicos, estáticos o vibratorios, triciclos o tándem y de neumáticos. El equipo de compactación será aprobado por el Supervisor, a la vista de los resultados obtenidos en la fase de experimentación. Para Vías de Primer orden los rodillos lisos se restringen a los denominados tipos tandem, no permitiéndose el uso de los que poseen dos llantas traseras neumáticas. Para otros tipos de vías se aconseja el uso de equipos tándem, mas no restringe exclusivamente a éste.

Los compactadores de rodillos no deberán presentar surcos ni irregularidades. Los compactadores vibratorios dispondrán de dispositivos para eliminar la vibración al invertir la marcha, siendo aconsejable que el dispositivo sea automático. Además, deberán poseer controladores de vibración y de frecuencia independientes. Los de neumáticos tendrán ruedas lisas, en número, tamaño y disposición tales, que permitan el traslape de las huellas delanteras y traseras y, en caso necesario, faldones de lona protectora contra el enfriamiento de los neumáticos.

Las presiones lineales estáticas o dinámicas, y las presiones de contacto de los diversos compactadores, serán las necesarias para conseguir la compactación adecuada y homogénea de la mezcla en todo su espesor, pero sin producir roturas del agregado ni arrollamiento de la mezcla a las temperaturas de compactación.

(e) Equipo accesorio

Estará constituido por elementos para limpieza, preferiblemente barredora o sopladora mecánica. Así mismo, se requieren herramientas menores para efectuar correcciones localizadas durante la extensión de la mezcla.

Al término de obra se desmontarán las plantas de asfalto, dejando el área limpia y sin que signifique cambio alguno al paisaje o comprometa el medio ambiente.

Requerimientos de Construcción

410.04 Mezcla de Agregados

Las características de calidad de la mezcla asfáltica, deberán estar de acuerdo con las exigencias para mezclas de concreto bituminoso que se indican en la Tabla N° 410-9 y 410-10, según corresponda al tipo de mezcla que se produzca, de acuerdo al diseño del proyecto y lo indicado por el Supervisor.

Tabla N° 410-9
Requisitos para Mezcla de Concreto Bituminoso

| Parámetro de Diseño | Clase de Mezcla | | |
|---|------------------|------------------|------------------|
| | A | B | c |
| Marshall(MTC E 504) | 8 kN (815 Kg) | 5,34 kN (544 Kg) | 4,45 kN (453 Kg) |
| 1.Estabilidad (mín.) | 8 - 14 | 8 - 16 | 8 - 20 |
| 2.Flujo 0.25 mm | 3 - 5 | 3 - 5 | 3 - 5 |
| 3.Porcentaje de vacíos con aire (1) (MTC E 505) | Ver tabla 410-10 | | |
| 4.Vacíos en el agregado mineral (Ver Tabla 410-10) | | | |
| 5.Compactación, núm. de golpes en cada capa de testigo | 75 | 50 | 50 |
| c. Inmersión -Compresión (MTC E 518) | | | |
| 1.Resistencia a la compresión Mpa mín. | 21 | 21 | 14 |
| 2.Resistencia retenida% (mín.) | 70 | 70 | 70 |
| d. Resistencia Conservada en la Prueba de Tracción indirecta (mín.) (MTC E 521) | 70 | 70 | 70 |
| e. Relación Polvo - Asfalto | 0,6-1,3 | 0,6-1,3 | 0,6-1,3 |
| f. Relación Est./flujo (2) | 1700-2500 | | |

(1) A la fecha (1999) se tienen tramos efectuados en el Perú que tienen el rango 2% a 4% (es deseable que tienda al menor) 2% *con* resultados satisfactorios en climas fríos por encima de 3 000 m.s.n.m. que se recomienda en estos casos.

(2) Para zonas de clima trío es deseable que la relación Est./flujo sea de la menor magnitud posible tendiéndose hacia el límite inferior.

El índice de Compactibilidad mínimo será 5.

El índice de Compactibilidad se define como:

1

GEB 50 y GEB 5

Siendo GB50 y GEB5, las gravedades específicas bulk de las briquetas a 50 y 5 golpes.

Tabla 410-10
Vacíos mínimos en el agregado mineral (VMA)

| Tamiz | Vacíos mínimos en agregado mineral | |
|------------------|------------------------------------|-----------|
| | % | |
| | Marshall | Superpave |
| 2,36 mm. (N° 8) | 21 | - |
| 4,75 mm. (N° 4) | 18 | - |
| 9,5 mm. (3/8") | 16 | 15 |
| 12,5 mm. (1/2") | 15 | 14 |
| 19 mm. (3/4") | 14 | 13 |
| 25 mm. (1") | 13 | 12 |
| 7,5 mm. (1 1/2") | 12 | 11 |
| 50 mm. (2") | 11.5 | 10.5 |

Nota: Los valores de esta Tabla serán seleccionados de acuerdo al tamaño máximo de las mezclas que se dan en la Subsección 410.02(c).

Para el caso de mezclas tipo Superpave nivel 1, deberán tenerse en cuenta los requerimientos de la Tabla N° 410-9 numeral e., así como los solicitados en las tablas 410-10 a 410-13.

Tabla 410-11
Mezcla Asfáltica Tipo Superpave
Requerimientos Generales

| Parámetros de Diseño | Requerimientos |
|--|-----------------------|
| Porcentaje de vacíos con aire a los giros de diseño, Ndis. | 4.0 |
| Porcentaje de la densidad máxima a los giros iniciales, Nini. 89% máx. | 89% máx. |
| Porcentaje de la densidad máxima a los giros máximos, Nmáx. 98% máx. | 98% máx. |
| Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta (MTC E 521) 80 | 80 |

Tabla 410-12
Mezcla asfáltica tipo Superpave
Vacíos llenos con asfalto (VFA)

| Tráfico (millones de ejes equivalentes) | VFA |
|--|----------------|
| ≤ 0,3 | 70 - 80 |
| > 0,3 - 3 | 65 - 78 |
| > 3 | 65 - 75 |

Tabla 410-13
Mezcla Asfáltica Superpave
Giros de Compactación

| Tráfico (millones de ejes equivalentes) | Temperatura promedio alta del aire | | | | | | | | | | | |
|--|------------------------------------|------|-------|----------|------|-------|----------|-----|-------|----------|-----|-------|
| | <39° C | | | 39-40° C | | | 41-42° C | | | 43-44° C | | |
| | Nini | Ndis | Nmáx. | Nini | Ndis | Nmáx. | Nini | dis | Nmáx. | Nini | dis | Nmáx. |
| ≤ 0,3 | 7 | 68 | 104 | 7 | 74 | 114 | 7 | 78 | 121 | 7 | 82 | 127 |
| > 0,3 - 1 | 7 | 76 | 117 | 7 | 83 | 129 | 7 | 88 | 138 | 8 | 93 | 146 |
| > 1 - 3 | 7 | 86 | 134 | 8 | 95 | 150 | 8 | 100 | 158 | 8 | 105 | 167 |
| > 3 - 10 | 8 | 96 | 152 | 8 | 106 | 169 | 8 | 113 | 181 | 9 | 119 | 192 |
| > 10 - 30 | 8 | 109 | 174 | 9 | 121 | 195 | 9 | 128 | 208 | 9 | 135 | 220 |
| > 30 - 100 | 9 | 126 | 204 | 9 | 139 | 228 | 9 | 146 | 240 | 10 | 153 | 253 |
| > 100 | 9 | 142 | 233 | 10 | 158 | 262 | 10 | 165 | 275 | 10 | 172 | 288 |

410.05 Fórmula para la Mezcla en Obra

Se aplica lo indicado en la Subsección 400.05 de este documento y adicionalmente:

(a) Gradación

La Gradación de la mezcla será la que se indica en el Proyecto, de acuerdo a lo que se especifica en la Subsección 410.02(c)(1) o 410.02(c)(2) para mezcla asfáltica normal (MAC) o Superpave del nivel 1, respectivamente.

(b) Aplicación de la Fórmula de mezcla en obra y tolerancias

Todas las mezclas provistas, deberán concordar con la fórmula de mezcla en obra, fijada por el Supervisor, dentro de las tolerancias establecidas en la Subsección 410.0S(e).

Diariamente (en un mínimo de una) para los inertes y dos para la mezcla el Supervisor extraerá muestras para verificar la uniformidad requerida de dicho producto. Cuando por resultados desfavorables o una variación de sus condiciones lo hagan necesario, el Supervisor podrá fijar una nueva fórmula para ejecutar la mezcla para la obra. De todas maneras, la fórmula de trabajo será revisada completamente cada que se cumpla un tercera parte de la meta física del proyecto.

(c) Métodos de Comprobación

Cuando se compruebe la existencia de un cambio en el material o se deba cambiar el lugar de su procedencia, se deberá preparar una nueva fórmula para la mezcla en Obra, que será presentada y aprobada antes de que se entregue la mezcla que contenga el material nuevo. Los agregados para la obra serán rechazados cuando se compruebe que tienen porosidades y otras características que requieran, para obtener una mezcla equilibrada, un régimen mayor o menor del contenido de bitumen que el que se ha fijado a través de la especificación.

(d) Composición de la Mezcla de Agregados

La mezcla se compondrá básicamente de agregados minerales gruesos, finos y relleno mineral (separados por tamaños), en proporciones tales que se produzca una curva continua, aproximadamente paralela y centrada al huso granulométrico especificado y elegido. La fórmula de la mezcla de Obra será determinada para las condiciones de operación regular de la planta asfáltica.

La fórmula de la mezcla de obra con las tolerancias admisibles, producirá el huso granulométrico de control de obra, debiéndose producir una mezcla de agregados que no escape de dicho huso; cualquier variación deberá ser investigada y las causas serán corregidas.

Las mezclas con valores de estabilidad muy altos y valores de flujos muy bajos, no son adecuadas cuando las temperaturas de servicio fluctúan sobre valores bajos.

(e) Tolerancias

Las tolerancias admitidas en las mezclas son absolutamente para la formula de trabajo, estarán dentro del huso de especificación y serán las siguientes:

| Parámetros de Control | Variación permisible en % en peso total de áridos |
|------------------------------|--|
| Nº 4 o mayor | ±5% |
| Nº 8 | ±4% |
| Nº 30 | ±3% |
| Nº 200 | ±2% |
| Asfalto | ±0.3% |

410.06 Recomendaciones para mezclas asfálticas en climas fríos con altitud mayor de 3 000 m.s.n.m. y cambios muy marcados entre las máximas y mínimas temperaturas

Para casos de pavimentos bituminosos ubicados en zonas con altitud mayor de 3 000 m.s.n.m. en que generalmente existen climas severos con alta pluviosidad y gradientes térmicas diarias altas, situación climática muy frecuente en el país, es preciso tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- se deberá proporcionar una mezcla rica en cemento asfáltico, de ser posible superior a 6%, sin embargo, ello dependerá de las condiciones propias de obra.

- El diseño de la mezcla deberá ser claramente indicado en el proyecto.
- Se recomienda el uso de cal hidratada, como material aglomerante, espesante de mezcla y mejorador de adhesividad.
- En caso de requerirse aditivos mejoradores de adhesividad del par agregado-bitumen será indicado en el Proyecto.

Estas recomendaciones prevalecerán sobre los usos, costumbre y criterios empleados rutinariamente para el proporcionamiento y diseño de mezclas asfálticas en caliente.

410.07 Limitaciones climáticas

Las mezclas asfálticas calientes se colocarán únicamente cuando la base a tratar se encuentre seca, la temperatura atmosférica a la sombra sea superior a 10°C en ascenso y el tiempo no esté neblinoso ni lluvioso; además la base preparada debe estar en condiciones satisfactorias.

410.08 Preparación de la superficie existente

La mezcla no se extenderá hasta que se compruebe que la superficie sobre la cual se va a colocar tenga la densidad apropiada y las cotas indicadas en los planos o definidas por el Supervisor. Todas las irregularidades que excedan de las tolerancias establecidas en la especificación respectiva, deberán ser corregidas de acuerdo con lo establecido en ella.

Antes de aplicar la mezcla, se verificará que haya ocurrido el curado del riego previo, no debiendo quedar restos de fluidificante ni de agua en la superficie. Si hubiera transcurrido mucho tiempo desde la aplicación del riego, se comprobará que su capacidad de liga con la mezcla no se haya mermado en forma perjudicial; si ello ha sucedido, el Contratista deberá efectuar un riego adicional de adherencia, a su costa, en la cuantía que fije el Supervisor.

410.09 Tramo de Prueba

Se aplica lo indicado en la Subsección 400.06 de este documento.

410.10 Elaboración de la mezcla

Los agregados se suministrarán fraccionados. El número de fracciones deberá ser tal que sea posible, con la instalación que se utilice, cumplir las tolerancias exigidas en la granulometría de la mezcla. Cada fracción será suficientemente homogénea y deberá poderse acopiar y manejar sin peligro de segregación, observando las precauciones que se detallan a continuación.

Cada fracción del agregado se acopiará separada de las demás para evitar inter- contaminaciones. Si los acopios se disponen sobre el terreno natural, no se utilizarán los ciento cincuenta milímetros (150 mm) inferiores de los mismos. Los acopios se construirán por capas de espesor no superior a un metro y medio (1,5 m), y no por montones cónicos. Las cargas del material se colocarán adyacentes, tomando las medidas oportunas para evitar su segregación.

Cuando se detecten anomalías en el suministro, los agregados se acopiarán por separado, hasta confirmar su aceptabilidad. Esta misma medida se aplicará cuando se autorice el cambio de procedencia de un agregado.

La carga de las tolvas en frío se realizará de forma que éstas contengan entre el cincuenta por ciento (50%) y el cien por ciento (100%) de su capacidad, sin rebosar. En las operaciones de carga se tomarán las precauciones necesarias para evitar segregaciones o contaminaciones.

Las aberturas de salida de las tolvas en frío se regularán en forma tal, que la mezcla de todos los agregados se ajuste a la fórmula de obra de la alimentación en frío. El caudal total de esta mezcla en frío se regulará de acuerdo con la producción prevista, no debiendo ser ni superior ni inferior, lo que permitirá mantener el nivel de llenado de las tolvas en caliente a la altura de calibración.

Los agregados preferentemente secos se calentarán antes de su mezcla con el asfalto. El secador se regulará de forma que la combustión sea completa, indicada por la ausencia de humo negro en el escape de la chimenea. Si el polvo recogido en los colectores cumple las condiciones exigidas al filler y su utilización está prevista, se podrá introducir en la mezcla; en caso contrario, deberá eliminarse. El tiro de aire en el secador se deberá regular de forma adecuada, para que la cantidad y la granulometría del filler recuperado sean uniformes. La dosificación del filler de recuperación y/o el de aporte se hará de manera independiente de los agregados y entre sí.

En las plantas que no sean del tipo tambor secador-mezclador, deberá comprobarse que la unidad clasificadora en caliente proporcione a las tolvas en caliente agregados homogéneos; en caso contrario, se tomarán las medidas necesarias para corregir la heterogeneidad. Las tolvas en caliente de las plantas continuas deberán mantenerse por encima de su nivel mínimo de calibración, sin rebosar.

Los agregados preparados como se ha indicado anteriormente, y eventualmente el llenante mineral seco, se pesarán o medirán exactamente y se transportarán al mezclador en las proporciones determinadas en la fórmula de trabajo.

Si la instalación de fabricación de la mezcla es de tipo continuo, se introducirá en el mezclador al mismo tiempo, la cantidad de asfalto requerida, a la temperatura apropiada, manteniendo la compuerta de salida a la altura que proporcione el tiempo teórico de mezcla especificado. La tolva de descarga se abrirá intermitentemente para evitar segregaciones en la caída de la mezcla a la volqueta.

Si la instalación es de tipo discontinuo, después de haber introducido en el mezclador los agregados y el llenante, se agregará

automáticamente el material bituminoso calculado para cada batchada, el cual deberá encontrarse a la temperatura adecuada y se continuará la operación de mezcla durante el tiempo especificado.

En ningún caso se introducirá en el mezclador el agregado caliente a una temperatura superior en más de cinco grados Celsius (5°C) a la temperatura del asfalto.

El cemento asfáltico será calentado a una temperatura tal, que se obtenga una viscosidad comprendida entre 75 y 155 SSF (según Carta Viscosidad-Temperatura proporcionado por el fabricante) y verificada en laboratorio por la Supervisión.

En mezcladores de ejes gemelos, el volumen de materiales no será tan grande que sobrepase los extremos de las paletas, cuando éstas se encuentren en posición vertical, siendo recomendable que no superen los dos tercios ($2/3$) de su altura.

A la descarga del mezclador, todos los tamaños del agregado deberán estar uniformemente distribuidos en la mezcla y sus partículas total y homogéneamente cubiertas. La temperatura de la mezcla al salir del mezclador no excederá de la fijada durante la definición de la fórmula de trabajo.

Se rechazarán todas las mezclas heterogéneas, carbonizadas o sobrecalentadas, las mezclas con espuma, o las que presenten indicios de humedad. En este último caso, se retirarán los agregados de las correspondientes tolvas en caliente. También se rechazarán aquellas mezclas en las que la envuelta no sea perfecta.

410.11 Transporte de la mezcla

La mezcla se transportará a la obra en volquetes hasta una hora de día en que las operaciones de extensión y compactación se puedan realizar correctamente con luz solar. Sólo se permitirá el trabajo en horas de la noche si, a juicio del Supervisor, existe una iluminación artificial que permita la extensión y compactación de manera adecuada.

Durante el transporte de la mezcla deberán tomarse las precauciones necesarias para que al descargarla sobre la máquina pavimentadora, su temperatura no sea inferior a la mínima que se determine como aceptable durante la fase del tramo de prueba.

Al realizar estas labores, se debe tener mucho cuidado que no se manche la superficie por ningún tipo de material, si esto ocurriese se deberá de realizar las acciones correspondientes para la limpieza del mismo por parte y responsabilidad del contratista.

410.12 Extensión de la mezcla

La mezcla se extenderá con la máquina pavimentadora, de modo que se cumplan los alineamientos, anchos y espesores señalados en los planos o determinados por el Supervisor.

A menos que se ordene otra cosa, la extensión comenzará a partir del borde de la calzada en las zonas por pavimentar con sección bombeada, o en el lado inferior en las secciones peraltadas. La mezcla se colocará en franjas del ancho apropiado para realizar el menor número de juntas longitudinales, y para conseguir la mayor continuidad de las operaciones de extendido, teniendo en cuenta el ancho de la sección, las necesidades del tránsito, las características de la pavimentadora y la producción de la planta.

La colocación de la mezcla se realizará con la mayor continuidad posible, verificando que la pavimentadora deje la superficie a las cotas previstas con el objeto de no tener que corregir la capa

extendida. En caso de trabajo intermitente, se comprobará que la temperatura de la mezcla que quede sin extender en la tolva o bajo la pavimentadora no baje de la especificada; de lo contrario, deberá ejecutarse una junta transversal. Tras la pavimentadora se deberá disponer un número suficiente de obreros especializados, agregando mezcla caliente y enrasándola, según se precise, con el fin de obtener una capa que, una vez compactada, se ajuste enteramente a las condiciones impuestas en esta especificación.

En los sitios en los que a juicio del Supervisor no resulte posible el empleo de máquinas pavimentadoras, la mezcla podrá extenderse a mano. La mezcla se descargará fuera de la zona que se vaya a pavimentar, y distribuirá en los lugares correspondientes por medio de palas y rastrillos calientes, en una capa uniforme y de espesor tal que, una vez compactada, se ajuste a los planos o instrucciones del Supervisor, con las tolerancias establecidas en la presente especificación.

Al realizar estas labores, se debe tener mucho cuidado que no se manche la superficie por ningún tipo de material, si esto ocurriese se deberá de realizar las acciones correspondientes para la limpieza del mismo por parte y responsabilidad del contratista.

No se permitirá la extensión y compactación de la mezcla en momentos de lluvia, ni cuando haya fundado temor de que ella ocurra o cuando la temperatura ambiente a la sombra y la del pavimento sean inferiores a diez grados Celsius (10°C).

410.13

Compactación de la mezcla

La compactación deberá comenzar, una vez extendida la mezcla, a la temperatura más alta posible con que ella pueda soportar la carga a que se somete sin que se produzcan agrietamientos o desplazamientos indebidos, según haya sido dispuesto durante la ejecución del tramo de prueba y dentro del rango establecido en la carta viscosidad - temperatura.

La compactación deberá empezar por los bordes y avanzar gradualmente hacia el centro, excepto en las curvas peraltadas en donde el cilindrado avanzará del borde inferior al superior, paralelamente al eje de la vía y traslapando a cada paso en la forma aprobada por el Supervisor, hasta que la superficie total haya sido compactada. Los rodillos deberán llevar su llanta motriz del lado cercano a la pavimentadora, excepto en los casos que autorice el Supervisor, y sus cambios de dirección se harán sobre la mezcla ya compactada.

Se tendrá cuidado en el cilindrado para no desplazar los bordes de la mezcla extendida; aquellos que formarán los bordes exteriores del pavimento terminado, serán chaflanados ligeramente.

La compactación se deberá realizar de manera continua durante la jornada de trabajo y se complementará con el trabajo manual necesario para la corrección de todas las irregularidades que se puedan presentar. Se cuidará que los elementos de compactación estén siempre limpios y, si es preciso, húmedos. No se permitirán, sin embargo, excesos de agua.

La compactación se continuará mientras la mezcla se encuentre en condiciones de ser compactada hasta alcanzar la densidad especificada y se concluirá con un apisonado final que borre las huellas dejadas por los compactadores precedentes.

Si se diseña una mezcla tipo Superpave, deberá entenderse que dado el tipo de mezcla, los procesos de compactación deberán ser diferentes, en especial, en la temperatura, amplitud y frecuencia de la compactación inicial, el tiempo de espera o "zona tierna", el tipo de equipos y temperatura en la compactación intermedia y final.

En la etapa de tramo de prueba se podrá probar, para mezclas tipo Superpave, con la siguiente rutina inicial, la cual deberá ajustarse de acuerdo con los resultados obtenidos:

- **Compactación inicial.**

Rodillo tandem vibratorio, entrando a una temperatura entre 145° e y 150° C. Inicialmente se dan dos (2) pasadas con amplitud alta a 3 000 - 3 200 VPM y luego dos (2) pasadas con amplitud baja a 3 000 - 3 400 VPM.

- **Zona Tierna**

En esta etapa se deberá esperar que la temperatura baje hasta 115°C sin operar ningún equipo sobre la mezcla.

- **Compactación intermedia**

Rodillo neumático de 20 a 22 Toneladas de peso, ejerciendo una presión de contacto por llanta entre 520 Kpa y 560 Kpa, en dos (2) a cuatro (4) pasadas, en un rango de temperatura entre 95° C y 115° C.

- **Compactación final**

Rodillo tandem vibratorio usado en modo estático, haciendo tres (3) pasadas en un rango de temperatura entre 70° C y 95° C.

410.14 Juntas de trabajo

Las juntas presentarán la misma textura, densidad y acabado que el resto de la capa compactada.

Las juntas entre pavimentos nuevos y viejos, o entre trabajos realizados en días sucesivos, deberán cuidarse con el fin de asegurar su perfecta adherencia. A todas las superficies de contacto de franjas construidas con anterioridad, se les aplicará una capa uniforme y ligera de asfalto antes de colocar la mezcla nueva, dejándola curar suficientemente.

El borde de la capa extendida con anterioridad se cortará verticalmente con el objeto de dejar al descubierto una superficie plana y vertical en todo su espesor, que se pintará como se ha indicado en el párrafo anterior. La nueva mezcla se extenderá contra la junta y se compactará y alisará con elementos adecuados, antes de permitir el paso sobre ella del equipo de compactación.

Las juntas transversales en la capa de rodadura se compactarán transversalmente.

Cuando los bordes de las juntas longitudinales sean irregulares, presenten huecos o estén deficientemente compactados, deberán cortarse para dejar al descubierto una superficie lisa vertical en todo el espesor de la capa. Donde el Supervisor lo considere necesario, se añadirá mezcla que, después de colocada y compactada con pisones, se compactará mecánicamente.

En casos de carreteras ubicadas por encima de 3 000 m.s.n.m. las juntas longitudinales deben ser efectuadas con el uso de dos distribuidores de asfalto trabajando simultáneamente en cada carril pavimentado. Esto permitirá obtener una junta monolítica y cerrada.

se procurará que las juntas de capas superpuestas guarden una separación mínima de cinco metros (5 m) en el caso de las transversales y de quince centímetros (15 cm) en el caso de las longitudinales.

410.15 Pavimento sobre puentes y viaductos

Las losas de los puentes si así está dispuesto en el proyecto o autorizado por el Supervisor se pavimentarán con una mezcla densa en caliente de la calidad exigida para la capa de rodadura, previa aplicación del riego de liga de esta especificación.

Durante la ejecución del riego de liga y de la pavimentación, el Contratista deberá defender con lonas, papel o similares, todas aquellas partes de los puentes que puedan ser alcanzadas por el material bituminoso. El Contratista será responsable por todo daño que causen las operaciones de sus equipos y, en consecuencia, los trabajos de reparación y limpieza correrán por su cuenta.

410.16 Apertura al tránsito

Alcanzada la densidad exigida, el tramo pavimentado podrá abrirse al tránsito tan pronto la capa alcance la temperatura ambiente.

410.17 Reparaciones

Todos los defectos no advertidos durante la colocación y compactación, tales como protuberancias, juntas irregulares, depresiones, irregularidades de alineamiento y de nivel, deberán ser corregidos por el Contratista, a su costa, de acuerdo con las instrucciones del Supervisor. El Contratista deberá proporcionar trabajadores competentes, capaces de ejecutar a satisfacción el trabajo eventual de correcciones en todas las irregularidades del pavimento construido.

410.18 Aceptación de los trabajos

(a) Controles

Lo que resulte aplicable de la Subsección 400.07(a) de este documento.

(b) Calidad del cemento asfáltico

El Supervisor efectuará las siguientes actividades de control:

- (1) Comprobar, mediante muestras representativas de cada entrega y por cada carro termotanque, la curva viscosidad - temperatura y el grado de penetración del asfalto. En todos los casos, guardará una muestra para eventuales ensayos ulteriores de contraste, cuando el Contratista o el proveedor manifiesten inconformidad con los resultados iniciales.

- (2) Efectuar con la frecuencia que se indica en la Tabla N° 410-11 o antes siempre que se sospechen anomalías, controles de las demás características descritas en la Tabla N° 400-3.
- (3) Efectuar los ensayos necesarios para detenninar la cantidad de cemento asfáltico incorporado en las mezclas que haya aceptado a satisfacción.

(e) Calidad de los agregados pétreos y el polvo mineral

De cada procedencia de los agregados pétreos y para cualquier volumen previsto, se tomarán seis (6) muestras y de cada fracción de ellas se detenninarán:

- (1) El desgaste en la máquina de Los Ángeles, según la nonna MTC E 207.
- (2) Las pérdidas en el ensayo de solidez en sulfato de sodio o de magnesio, de acuerdo con la nonna de ensayo MTC E 209.
- (3) El equivalente de arena, de acuerdo con la norma MTC E 114.
- (4) La plasticidad, aplicando las nonnas MTC E 111.
- (5) Sales solubles Totales de acuerdo a la norma MTC E 219
- (6) Adherencia entre el agregado y el bitumen según la nonna MTC E 220 / MTC E 517.

Así mismo, para cada procedencia del polvo mineral y para cualquier volumen previsto, se tomarán cuatro (4) muestras y sobre ellas se determinarán:

- La densidad aparente.
- El coeficiente de emulsibilidad.

Los resultados de estas pruebas deberán satisfacer las exigencias indicadas en la Subsección 400.02(a).

Durante la etapa de producción, el Supervisor examinará las descargas a los acopios y ordenará el retiro de los agregados que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo especificado. También, ordenará acopiar por separado aquellos que presenten alguna anomalía de aspecto, tal como distinta coloración, segregación, partículas alargadas o aplanadas, y plasticidad, y vigilará la altura de todos los acopios y el estado de sus elementos separadores.

Además, efectuará las siguientes verificaciones de calidad y frecuencias que se indican en la Tabla N° 410-11 para el agregado de cada tolva en frío.

Si existe incorporación independiente de filler mineral, sobre él se efectuarán las siguientes determinaciones:

- Densidad aparente y coeficiente de emulsibilidad, al menos una (1) vez a la semana y siempre que se cambie de procedencia del filler.
- Granulometría y peso específico, una (1) prueba por suministro.

Los resultados de estas pruebas deben satisfacer los requisitos de calidad establecidos en la Subsección 410.02.

(d) Composición de la mezcla

(1) Contenido de asfalto

Por cada jornada de trabajo se tomará un mínimo de dos (2) muestras y se considerará como lote, el tramo constituido por un total de cuando menos seis (6) muestras, las cuales corresponderán a un número entero de jornadas.

En la Tabla N° 410-11 se establecen los controles de calidad y frecuencias de los ensayos.

El porcentaje de asfalto residual promedio del tramo (ART %) tendrá una tolerancia de dos por mil (0.2%), respecto a lo establecido en la fórmula de trabajo (ARF %).

$$\text{ARF \%} - 0,2 \% \leq \text{ART \%} \leq \text{ARF \%} + 0,2 \%$$

A su vez, el contenido de asfalto residual de cada muestra individual (ARI%), no podrá diferir del valor medio del tramo (ART%) en más de tres por mil (0.3%), admitiéndose un (1) solo valor fuera de ese intervalo.

$$\text{ART \%} - 0,5 \% \leq \text{ARI \%} \leq \text{ART \%} + 0,5 \%$$

Un número mayor de muestras individuales por fuera de los límites implica el rechazo del tramo.

(2) Granulometría de los agregados

Sobre las muestras utilizadas para hallar el contenido de asfalto, se determinará la composición granulométrica de los agregados.

La curva granulométrica de cada ensayo individual deberá ser sensiblemente paralela a los límites de la franja adoptada, ajustándose a la fórmula de trabajo con las tolerancias que se indican en la Subsección 410.05(e).

(e) Calidad de la mezcla

(1) Resistencia

Con un mínimo de dos (2) muestras se moldearán probetas (dos por muestra), para verificar en el laboratorio su resistencia en el ensayo Marshall (MTC E 504); paralelamente se determina la densidad media de las cuatro probetas moldeadas (De).

La estabilidad media de las cuatro (4) probetas (Em) deberá ser como mínimo, igual al noventa y cinco por ciento (95%) de la estabilidad de la mezcla de la fórmula de trabajo (Et).

$$E_m \geq 0,95 E_t$$

Además, la estabilidad de cada probeta (Ei) deberá ser igual o superior al noventa por ciento (90%) del valor medio de estabilidad, admitiéndose.

$$E_i \geq 0,9 E_m$$

El incumplimiento de alguna de estas exigencias acarrea el rechazo del tramo representado por las muestras.

(2) Flujo

El flujo medio de las probetas sometidas al ensayo de estabilidad (Fm) deberá encontrarse entre el noventa por ciento (90%) y el ciento diez por ciento (110%) del valor obtenido en la mezcla aprobada como fórmula de trabajo (Ft), pero no se permitirá que su valor se encuentre por fuera de los límites establecidos en Tabla N° 410-9.

$$0,90 F_t \leq F_m \leq 1,10 F_t$$

Si el flujo medio se encuentra dentro del rango establecido, pero no satisface la exigencia recién indicada en relación con el valor obtenido al determinar la fórmula de trabajo, el Supervisor decidirá, al compararlo con las estabilidades, si el tramo debe ser rechazado o aceptado.

(f) Calidad del producto terminado

La capa terminada deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas. La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la capa que se esté construyendo, excluyendo sus chaflanes, no podrá ser menor que la señalada en los planos o la determinada por el Supervisor. La cota de cualquier punto de la mezcla densa compactada en capas de base o rodadura, no deberá variar en más de cinco milímetros (5 mm) de la proyectada.

Además, el Supervisor estará obligado a efectuar las siguientes verificaciones:

(1) Compactación

Las determinaciones de densidad de la capa compactada se realizarán en una proporción de cuando menos una (1) por cada doscientos cincuenta metros cuadrados (250 m²) y los tramos por aprobar se definirán sobre la base de un mínimo de seis (6) determinaciones de densidad. Los sitios para las mediciones se elegirán de acuerdo al anexo N° 1 "Proceso Aleatorio para seleccionar la ubicación de puntos de muestreo al azar".

La densidad media del tramo (D_m) deberá ser, cuando menos, el noventa y ocho por ciento (98%) de la media obtenida al compactar en el laboratorio con la técnica Marshall, las cuatro (4) probetas por jornada de trabajo (D_e), que se indicaron en la Subsección 410.18(e)(1) de esta especificación.

$$D_m \geq 0,98 D_e$$

Además, la densidad de cada testigo individual (D_i) deberá ser mayor o igual al noventa y siete por ciento (97%) de la densidad media de los testigos del tramo (D_m).

$$D_i \geq 0,97 D_m$$

El incumplimiento de alguno de estos dos requisitos implica el rechazo del tramo por parte del Supervisor.

La toma de muestras testigo se hará de acuerdo con norma MTC E 509 y las densidades se determinarán por alguno de los métodos indicados en las normas MTC E 506, MTC E 508 Y MTC E 510.

(2) Espesor

Sobre la base de los tramos escogidos para el control de la compactación, el Supervisor determinará el espesor medio de la capa compactada (e_m), el cual no podrá ser inferior al de diseño (e_d).

$$e_m \geq e_d$$

Además, el espesor obtenido en cada determinación individual (e_i), deberá ser, cuando menos, igual al noventa y cinco por ciento (95%) del espesor de diseño.

$$e_i \geq 0.95 e_d$$

El incumplimiento de alguno de estos requisitos implica el rechazo del tramo.

(3) Lisura

La superficie acabada no podrá presentar zonas de acumulación de agua, ni irregularidades mayores de cinco milímetros (5 mm) en capas de rodadura o diez milímetros (10 mm) en capas de base y bacheos, cuando se compruebe con una regla de tres metros (3 m)

colocada tanto paralela como perpendicularmente al eje de la vía, en los sitios que escoja el Supervisor, los cuales no podrán estar afectados por cambios de pendiente.

(4) Textura

En el caso de mezclas compactadas como capa de rodadura, el coeficiente de resistencia al deslizamiento (MTC E 1004) luego del curado de la mezcla deberá ser, como mínimo, de cuarenta y cinco centésimas (0.45) en cada ensayo individual, debiendo efectuarse un mínimo de dos (2) pruebas por jornada de trabajo.

(5) Regularidad superficial o Rugosidad

La regularidad superficial de la superficie de rodadura será medida y aprobada por el Supervisor, para lo cual, por cuenta y cargo del contratista, deberá determinarse la rugosidad en unidades IRI.

Para la determinación de la rugosidad podrán utilizarse métodos topográficos, rugosímetros, perfilómetros o cualquier otro método aprobado por el Supervisor.

La medición de la rugosidad sobre la superficie de rodadura terminada, deberá efectuarse en toda su longitud y debe involucrar ambas huellas por tramos de 5 km, en los cuales las obras estén concluidas, registrando mediciones parciales para cada kilómetro. La rugosidad, en términos IRI, tendrá un valor máximo de 2,0 m/km. En el evento de no satisfacer este requerimiento, deberá revisarse los equipos y procedimientos de esparcido y compactado, a fin de tomar las medidas correctivas que conduzcan a un mejoramiento del acabado de la superficie de rodadura.

(6) Medición de deflexiones sobre la carpeta asfáltica terminada

Se efectuarán mediciones de deflexión en los dos carriles, en ambos sentidos cada 50 m y en forma alternada. Se analizará la deformada o la curvatura de la deflexión obtenida de por lo menos tres valores por punto y se obtendrán indirectamente los módulos de elasticidad

de la capa asfáltica. Además, la deflexión característica obtenida por sectores homogéneos se comparará con la deflexión admisible para el número de repeticiones de ejes equivalentes de diseño.

Para efecto de la medición de deflexiones podrá emplearse la viga Benkelman o el FWD; los puntos de medición estarán referenciados con el estacado del proyecto, de tal manera que exista una coincidencia con relación a las mediciones que se hayan efectuado a nivel de subrasante según se indican en las Subsecciones 205.20 y 210.12(d).

Se requiere un estricto control de calidad tanto de los materiales como de la fabricación de la mezcla asfáltica, de los equipos para su extensión y compactación, y en general de todos los elementos involucrados en la puesta en obra de la mezcla asfáltica. De dicho control forma parte la medición de las deflexiones y el subsiguiente cálculo de los módulos elásticos de las capas que se mencionan en el primer párrafo. La medición de deflexiones sobre la carpeta asfáltica terminada tiene como finalidad la evaluación, diagnóstico y complementación de los diferentes controles que deben realizarse a la carpeta asfáltica, asimismo, determinar las deflexiones características por sectores homogéneos, cuyos resultados, según lo previsto en el diseño, deberán teóricamente ser menores a la deflexión admisible.

La medición de deflexiones sobre la carpeta asfáltica terminada, se efectuará al finalizar la obra como control final de calidad del pavimento terminado y para efectos de recepción de la obra.

En cuanto a la responsabilidad de estos trabajos y la provisión de personal, equipos e insumos, se cumplirá lo establecido en la Subsección 21012(d) de este documento.

Medición

- 410.19** Se aplica lo descrito en la Subsección 400.0B(b) de este documento. Para determinar la cantidad de asfalto por pagar, se calculará el peso de la mezcla asfaltada en su posición final, mediante el producto del volumen aprobado por su densidad media en obra y aplicando a este valor el porcentaje de asfalto promedio que resulte de los ensayos de extracción sobre muestras representativas del volumen de mezcla aceptada en cada jornada de ejecución.

Pago

- 410.20** Se aplica lo descrito en la Subsección 400.1 O de este documento. Se excluye del pago el cemento asfáltico utilizado en la mezcla que se pagará de acuerdo a lo establecido en la Sección 420.

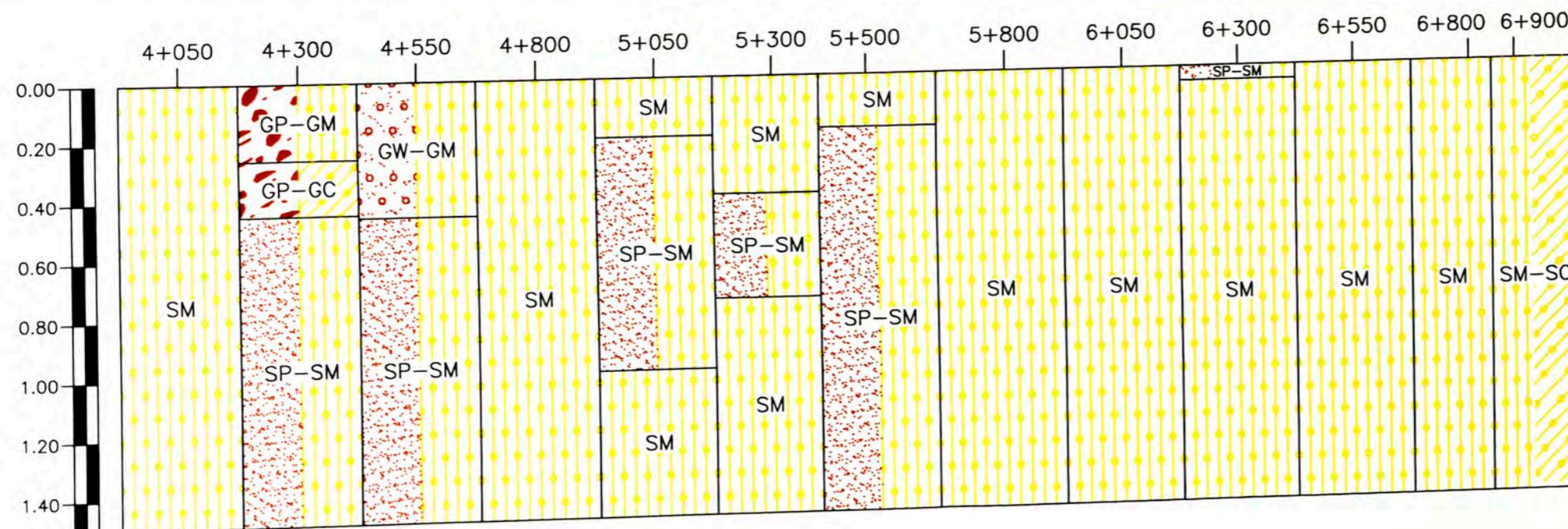
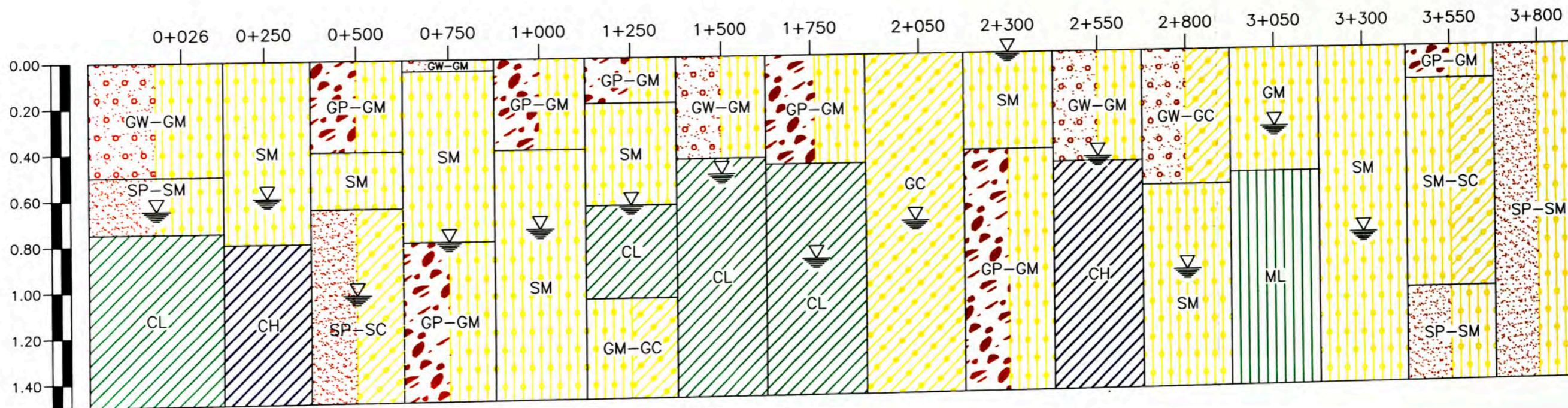
| Ítem de Pago | Unidad de Pago |
|--|--------------------------------|
| 41 OA Pavimento de Concreto Asfáltico Caliente (MAC) | Metro cúbico (m ³) |
| 410.B Pavimento Superpave (Nivel 1) | Metro cúbico (m ³) |

Tabla N° 410-11

Ensayos y Frecuencias

| Material o Producto | Propiedades o Características | Método de Ensayo | Frecuencia | Lugar de muestreo |
|--------------------------|--|---|---------------------------|-----------------------------------|
| Agregado | Granulometría | MTC E 204 | 200m ³ | Tolva en frío |
| | Plasticidad | MTC E 110 | 200m ³ | Tolva en frío |
| | Partículas Fracturadas | MTC E 210 | 500m ³ | Tolva en frío |
| | Equivalente arena | MTCE 114 | 1000 m ³ | Tolva en frío |
| | Índices de aplanamiento y alargamiento agregado Grueso | | 500m ³ | Tolva en frío |
| | Desgaste Los Angeles | MTC E 207 | 1000 m ³ | Tolva en frío |
| | Angularidad del agregado fino | MTC 222 | 1000 m ³ | Tolva en frío |
| | Perdida en sulfato de sodio | MTC E 209 | 1000 m ³ | Tolva en frío |
| Mezcla Asfáltica | Contenido de Asfalto | MTC E 502 | 2 por día | Pista/planta |
| | Granulometría | | 2 por día | Pista/planta |
| | Ensayo Marshall | MTC E 504 | 2 por día | Pista/planta |
| | Temperatura | | Cada volquete | Pista/planta |
| | Densidad | MTC E 506, MTC E 508 y MTC E 510 | 1 cada 250 m ² | Pista compactada |
| | Espesor | MTC E 509 | Cada 250 m ² | Pista compactada |
| | Resistencia al deslizamiento | MTC E 1004 | 1 por día | Pista compactada |
| Cemento Asfáltico | Según 410.18(b) | | -J,, (") | Tanques Térmicos al llegar a obra |

(*) N representa el número de tancadas de 30 000 l de cemento asfáltico requeridos en la obra.



ESCALA
H: 1/12500
V: 1/20
▽ NIVEL FREÁTICO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



PROYECTO:
INFORME DE INGENIERIA PARA OPTAR TITULO PROFESIONAL DE ING. CIVIL
CARRETERA SAN PEDRO DE LLOC-CHOCOFAN-MAZANCA

PLANO:
PERFIL ESTRATIGRAFICO

| FECHA | ESCALA | EJECUTADO | REVISADO |
|------------|----------|------------------|------------------|
| MARZO 2003 | INDICADA | BACH. FALDORADIN | ING. G. BRAZZINI |