

AÑO 2022

**ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS PARA
LA REHABILITACIÓN DE LA VÍA EL DESEO
- LA INMACULADA - CRUCE BUENO,
UBICADA EN EL CANTÓN YAGUACHI DE LA
PROVINCIA DEL GUAYAS**

Informe Fuentes de Materiales

Elaborado Por:

Ing. Gianmarco Pendola M

Contenido

1	INTRODUCCION	4
2	OBJETIVO.....	4
3	ALCANCE DEL TRABAJO	4
4	UBICACION.....	4
5	CRITERIOS DE IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES	5
6	GEOLOGÍA	5
7	ANÁLISIS PRELIMINARES EN CANTERAS ESTUDIADAS	5
7.1	CANTERA CONSTRUCTORA LUZAGUI.....	7
7.2	ABRECABUYA.....	9
8	RECOMENDACIONES	11
9	CONDICIONES GEOTÉCNICAS Y USO DE LOS MATERIALES.....	12
9.1	Mejoramiento de subrasante	12
9.2	Subbase.....	12
9.3	Base.....	12
9.4	RIEGO DE IMPRIMACIÓN.....	13
9.5	HORMIGÓN ASFÁLTICO MEZCLADO EN PLANTA.....	16
9.6	Equipo.....	17
9.7	AGREGADOS PARA HORMIGÓN	28
9.8	AGREGADOS PARA MEZCLAS ASFÁLTICAS	29
9.9	ASFALTOS Y PRODUCTOS ASFALTICOS	29
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de Cantera LUZAGUI XZ	7
Figura 2. Ubicación de Cantera LUZAGUI XZ en GEOPORTAL CATASTRO MINERO.....	8
Figura 3. Recorrido de Cantera LUZAGUI XZ al Baricentro del Proyecto	8
Figura 4. Ubicación de Cantera ABRECABUYA 2.....	10
Figura 5. Ubicación de Cantera ABRECABUYA 2 GEOPORTAL CATASTRO MINERO...	10
Figura 6. Recorrido de Cantera ABRECABUYA al Baricentro del Proyecto	11

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas del Proyecto	5
Tabla 2. Ensayos de materiales de las canteras exploradas para el Proyecto	6
Tabla 3. Rangos esperados para utilización de materiales de canteras (MTOP-001-F)...	6
Tabla 4. Condiciones de agregados para hormigón (MTOP-001F-2011).	7

1 INTRODUCCION

El Gobierno Provincial Autónomo Descentralizado de la Provincia del Guayas realiza la reconformación y mejoramiento de los caminos vecinales y carreteras existentes en la Provincia del Guayas. Para la construcción de las vías se requiere gran cantidad de materiales que son utilizados para la estructura del pavimento.

Los materiales que se utilizan en las carreteras que forman parte de la Red Vial de la Provincia, se encuentran en cauces de los distintos ríos y cerros de la región. Para el caso particular de este proyecto las fuentes de materiales se localizan en las canteras LUZAGUI XZ y ABRECABUYA del Cantón Daule.

2 OBJETIVO

El objetivo de este estudio es la localización de canteras que contengan suficientes cantidades de materiales cuyas propiedades cumplan con las especificaciones técnicas de calidad requeridas por el MTOP para la construcción de este proyecto vial.

3 ALCANCE DEL TRABAJO

Este informe general detalla la localización georeferenciada y geológica de las fuentes de materiales; y las características geomecánicas de estas, con el fin de revisar si estos cumplen con las especificaciones requeridas por el MTOP-001F y puedan ser utilizados para la construcción de la vía El Deseo – La Inmaculada – Cruce Bueno, ubicada en el Cantón Yaguachi de la provincia del Guayas.

En cuanto a las características geomecánicas se realizaron ensayos de clasificación (límites de Atterberg, granulometría y humedad) y calidad (materia orgánica, equivalente de arena, abrasión de los ángeles, desgaste al sulfato, compactación, CBR, densidad, relación Densidad-Humedad). A los primeros se considera como ensayos preliminares y a los segundos como complementarios.

Respecto a la determinación de fuentes de agua, se reconoce la presencia de aguas de servicio público para efectuar el análisis y determinar su calidad para ser usada en la obra, actividad correspondiente al especialista ambiental.

En cuanto a especificaciones de construcción y procedimientos especiales de control de calidad de los materiales, estos se deben presentar en informes ambientales, al igual que los detalles de requerimientos de la ley de minería y su reglamento para proveer elementos preventivos y así evitar problemas ambientales.

4 UBICACIÓN

La vía en estudio "EL DESEO – LA INMACULADA – CRUCE BUENO" se localiza en el cantón Yaguachi, inicia en la vía principal Milagro – Virgen de Fátima (Km. 26) en el Recinto El Deseo, se desarrolla con un rumbo NOR-OESTE y pasa por el recinto La Inmaculada hasta llegar al Recinto Cruce Bueno que es el final del proyecto, y está ubicado en las siguientes coordenadas:

Tabla 1. Coordenadas del Proyecto

	ESTE	NORTE
INICIO EL DESEO	652639.32	9756561.48
FIN CRUCE BUENO	656252.64	9755203.95

5 CRITERIOS DE IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES

Para la identificación de posibles sitios de fuentes de materiales, se realizó un reconocimiento general de las minas y canteras que se encuentran en explotación en áreas cercanas a la vía, teniendo como resultado la existencia de dos (2) sitios en la vía E 486 a Salitre, que pueden utilizarse para materiales de construcción de la vía.

6 GEOLOGÍA

Los cerros que comprenden toda la superficie de los terrenos de estudio estratigráficamente se constituyen en el basamento de las formaciones sedimentarias, que tuvieron su origen a partir del Jurásico. En la mayor parte de la superficie del terreno, la Formación aflorante es la Piñón, cual está compuesta por rocas ígneas básicas, con intercalaciones de escasos estratos marinos, y de manera regional conforman un complejo de composición variada (Diabasa, Basalto, Andesita, Dolerita, Toba). La formación Piñón está compuesta por rocas de coloración que varía desde tonos verdes claros a grises azulados en materiales frescos y marrón en materiales alterados.

En el área donde se ubican las dos plantas, principalmente se encuentran formados por materiales pétreos de la Formación Piñón, de origen ígneo en su mayor parte es de composición básica, predominando las rocas de grano fino de composición andesíticas a diabásicas, altamente resistente a los esfuerzos compresionales, alta dureza, con un fracturamiento débil, de frecuencia relativamente baja en los diferentes sistemas, cuya potencia en el sector es desconocida.

En los frentes de explotación actual las maquinarias han removido la capa de suelo residual y están explotando el material rocoso de mediana dureza mediante el uso de técnicas adecuadas para la explotación de una cantera.

7 ANÁLISIS PRELIMINARES EN CANTERAS ESTUDIADAS

El estudio de canteras presente en este informe comprende la realización de ensayos de granulometría e índice de plasticidad de los materiales agregados inertes para reconocer la utilización como material de mejoramiento, subbase y/o base granular.

Las Normas que se aplicaron en los ensayos de laboratorio son:

- AASHTO T11-T27
- AASHTO T89-02
- AASHTO 190
- AASHTO T 96
- AASHTO T 104
- ASTM D 698

- AASHTO T 176

Los materiales fueron analizados en laboratorio, un resumen de los resultados se presenta en la Tabla 1 y los ensayos en el anexo I

Tabla 2. Ensayos de materiales de las canteras exploradas para el Proyecto

CONSTRUCTORA LUZAGUI

MATERIAL	CBR (%)	Abrasión (%)	Pasante No. 200	WL (%)	Ip (%)
Base	82	20.34	3.14	23.36	1.21
Mejoramiento	35		7.94	28.37	8.42

Material	Abrasión	Pasante No. 4	IP	Deletéreos	Equivalentes de arena	Desgaste al sulfato
Agregado para Hormigón Hidráulico	17.5%	--	--	--	--	7.4%
Agregado para Hormigón Asfáltico	17.5%	55.5	1.21	0.35	69.5%	7.4%

ABRECABUYA

MATERIAL	CBR (%)	Abrasión (%)	Pasante No. 200	WL (%)	Ip (%)
Base	82	19	7.7	21	5
Sub Base 3	32	23	4.6	NP	NP
MPI	--	--	7.1	32.10	9.52

Material	Abrasión	Pasante No. 4	IP	Deletéreos	Equivalentes de arena	Desgaste al sulfato
Agregado para Hormigón Hidráulico	11.5%	--	--	--	--	10.94
Agregado para Hormigón Asfáltico	13,42%	59	NP	0%	66.9%	3.5%

Los resultados de laboratorio son comparados con los parámetros: pasante del tamiz 200, índice de humedad e índice de plasticidad, que se indica en la Tabla 2, según MOP-001F.

Tabla 3. Rangos esperados para utilización de materiales de canteras (MTOP-001-F).

MATERIAL	CBR (%)	Abrasión (%)	Pasante No. 200	WL (%)	Ip (%)
Base	>80	<40	3 a 15	<25	<6
Subbase	>30	<50	0 a 20	<25	<6
Mejoramiento	>20	--	<20	<35	<9

Con los resultados de los ensayos de clasificación que están en la Tabla 1 se comparan con los rangos que propone el MTOP-001F y se eligió las canteras para realizar ensayos complementarios: Constructora LUZAGUI y Concretos y Prefabricados.

La Tabla 3 contiene las mínimas condiciones para agregados de hormigón según ítem 404-4.02 y 811 del MTOP-001F.

Tabla 4. Condiciones de agregados para hormigón (MTOP-001F-2011).

Material	Abrasión	Pasante No. 4	IP	Deletéreos	Equivalentes de arena	Desgaste al sulfato
Agregado para Hormigón Hidráulico	< 40%	Mínimo 35%	--	--	--	< 12%
Agregado para Hormigón Asfáltico	< 40%	Mínimo 35%	< 4	1%	>35%	--

En cuanto al material fino para la preparación de la mezcla asfáltica y de hormigón estructural, se considera las mínimas condiciones según norma MTOP-001F-2011. Esta son que el pasante del tamiz 200 debe ser máximo de 4% para hormigón asfáltico; mientras que para hormigón hidráulico debe ser de 5%, además no debe contener materia orgánica.

Se realizó exploración y muestreo de Constructora LUZAGUI y ABRECABUYA en ARCOM, donde se asegura contar con la disponibilidad de material pétreo necesario (Mejoramiento, Sub Base y Base), así como, el suministro de carpeta de rodadura de asfalto.

7.1 CANTERA CONSTRUCTORA LUZAGUI

Cantera Constructora LUZAGUI XZ está inscrita desde el 17 de mayo del 2010 y el peticionario de la concesión minera es el Sr. Milton Luzuriaga Aguirre. El área minera concesionada se encuentra formada por 20,00 Ha, ubicada en la Parroquia Los Lojas, Cantón Daule, Provincia del Guayas en km 8,5 vía Salitre. Comercializa Base, Sub-Base y Asfalto. Las Coordenadas UTM en Datum WGS84., Zona 17 son:

1	624951	9779335
2	624951	9778935
3	624951	9778935
4	624951	9779335

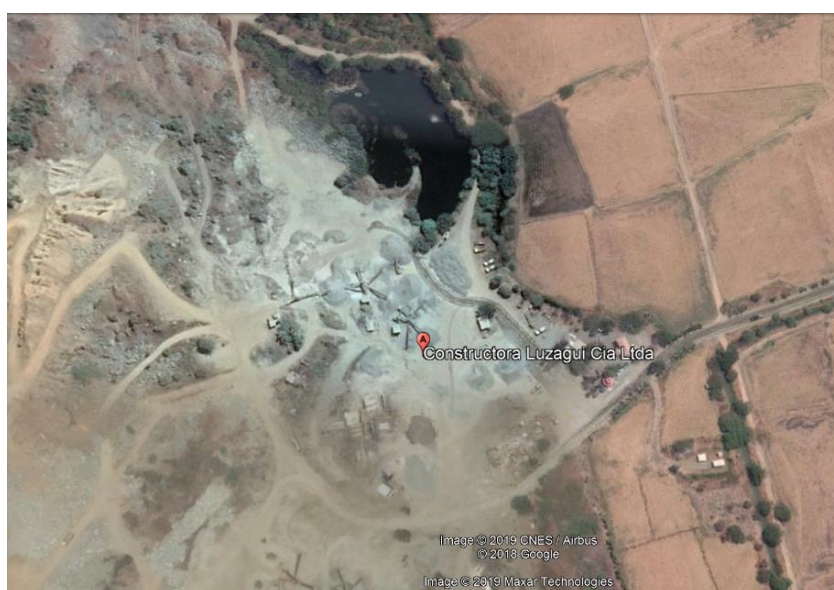


Figura 1. Ubicación de Cantera LUZAGUI XZ

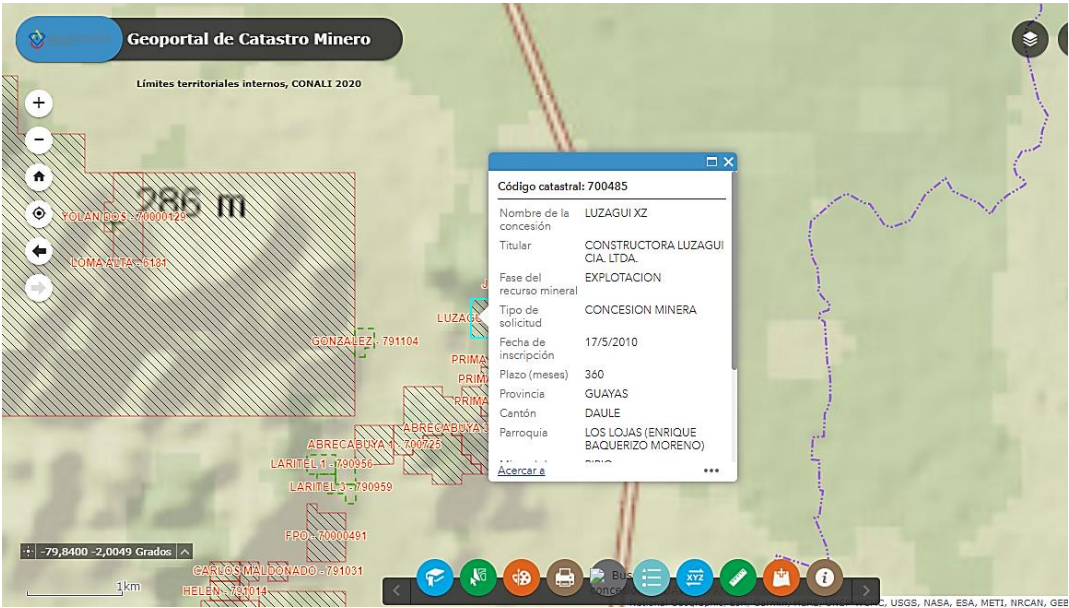


Figura 2. Ubicación de Cantera LUZAGUI XZ en GEOPORTAL CATASTRO MINERO

La distancia de acarreo desde la Constructora LUZAGUI hacia el baricentro de la vía El Deseo – La Inmaculada – Cruce Bueno es de 55,75 km.

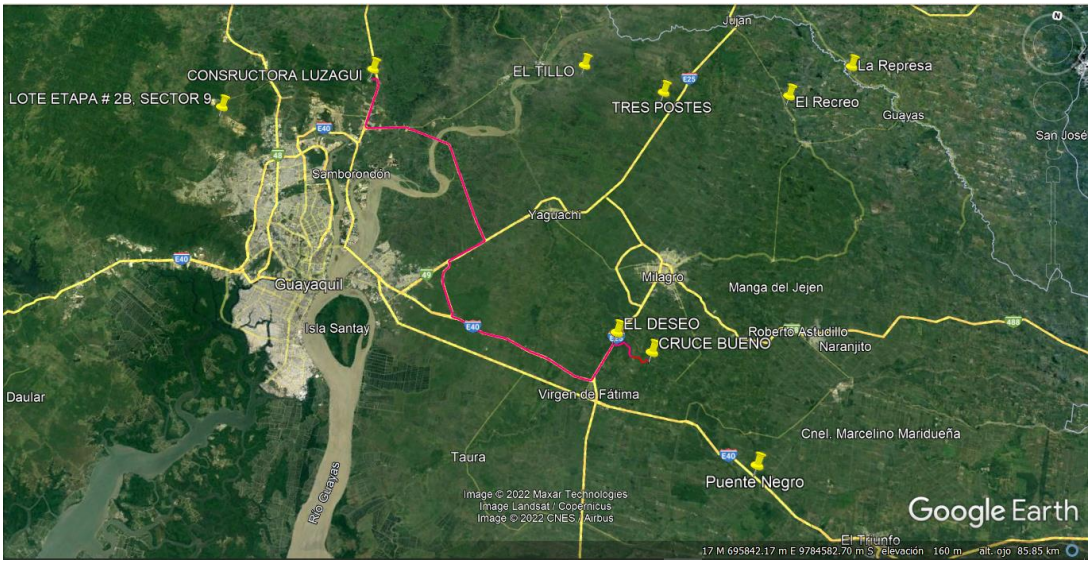


Figura 3. Recorrido de Cantera LUZAGUI XZ al Baricentro del Proyecto



Figura 4. Equipos de Constructora LUZAGUI XZ

7.2 ABRECABUYA

ABRECABUYA está inscrita desde el 6 de mayo del 2010 con CODIGO 700698 y el peticionario de la concesión minera es el Sr. Jacinto Medina Fuentes. El área materia de la concesión se encuentra formada por 52 Ha, en la parroquia Los Lojas (Enrique Baquerizo Moreno), Cantón Daule (Ecuador), Provincia del Guayas. Comercializa Base, Sub-Base y Asfalto. Las coordenadas UTM del punto de partida y los demás vértices al DATUM PSAD 56 y a la zona geográfica No. 17 son:

PUNTOS	X	Y	DISTANCIAS(metros)
P.P.	625.500,00	9.778.200,00	P.P. - 1 500,00
1	625.000,00	9.778.200,00	1 - 2 300,00
2	625.000,00	9.778.500,00	2 - 3 200,00
3	624.800,00	9.778.500,00	3 - 4 200,00
4	624.800,00	9.778.700,00	4 - 5 200,00
5	624.600,00	9.778.700,00	5 - 6 100,00
6	624.600,00	9.778.800,00	6 - 7 200,00
7	624.800,00	9.778.800,00	7 - 8 200,00
8	624.800,00	9.779.000,00	8 - 9 700,00
9	625.500,00	9.779.000,00	9 - P.P. 800,00



Figura 5. Ubicación de Cantera ABRECABUYA

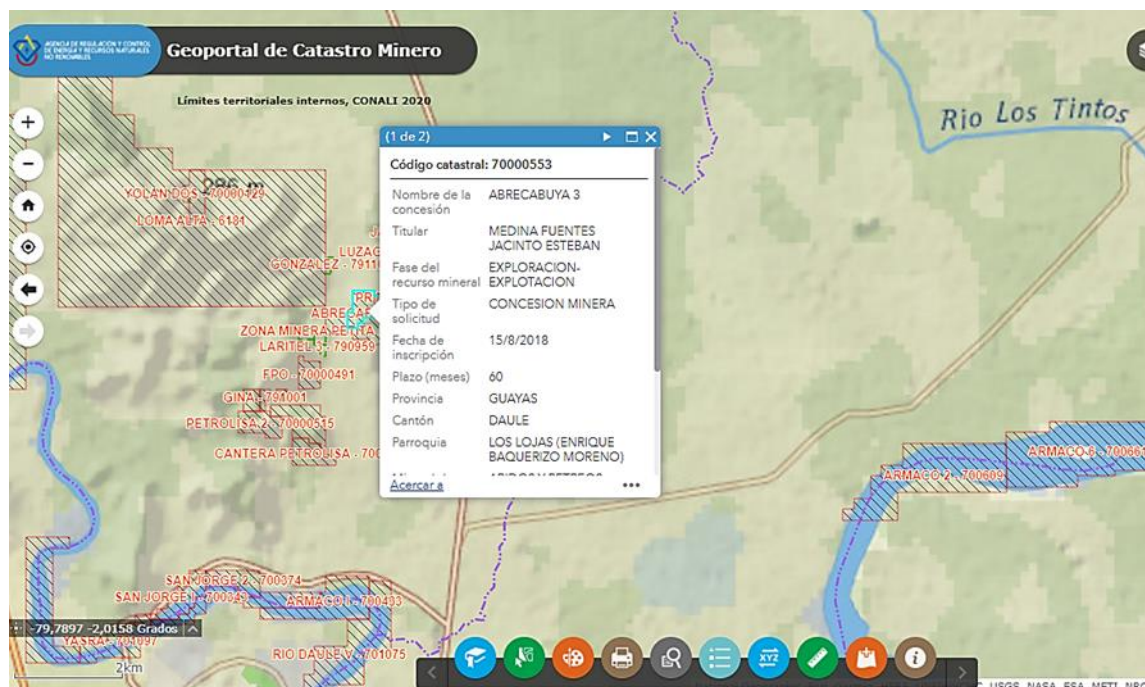


Figura 6. Ubicación de Cantera ABRECABUYA en GEOPORTAL CATASTRO MINERO

La mina ABRECABUYA está siendo explotada por la compañía RIPCONCIV quien tiene 3 plantas que producen material de construcción, hormigón y asfalto con diferente razón social.

La distancia de acarreo desde ABRECABUYA hacia el baricentro de la vía El Deseo – La Inmaculada – Cruce Bueno es de 54.46 km.

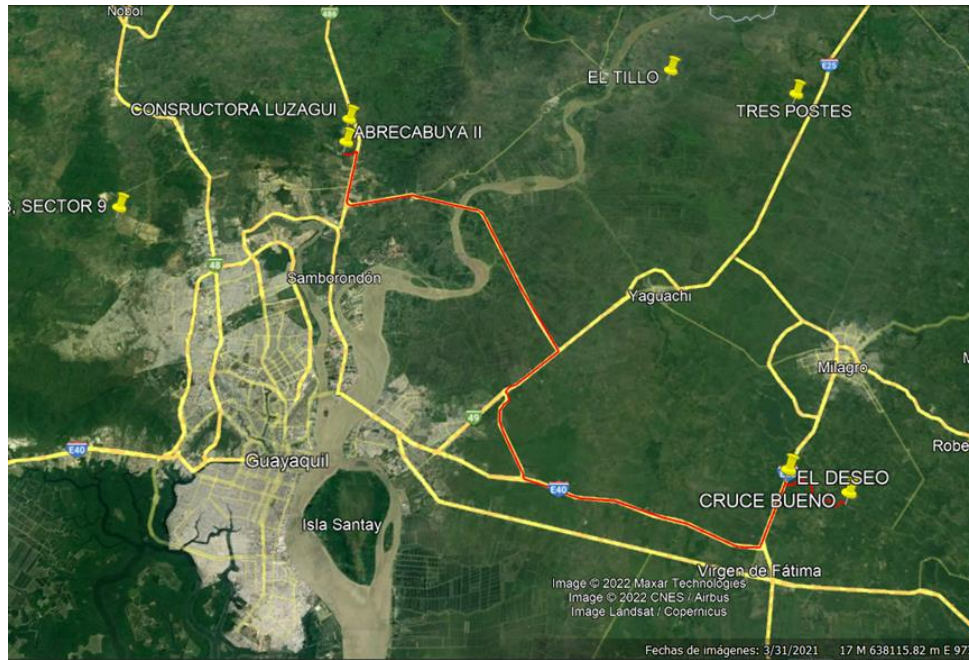


Figura 6. Recorrido de Cantera ABRECABUYA al Baricentro del Proyecto



Figura 7. Equipos de ABRECABUYA.

8 RECOMENDACIONES

La Constructora LUZAGUI y ABRECABUYA, dispone de accesos carrozables, los caminos casi en su totalidad tienen capa de rodadura asfáltica, excepto el de ingreso a la mina, que es lastrado, cuentan con Plantas Trituradoras, Plantas de Asfalto, las cuales son asistidas por un laboratorio de calidad de materiales.

Se encuentran inscritas en el Ministerio de Recursos Naturales no Renovables, Subsecretaría de Minas LUZAGUI XZ CODIGO 700485 y ABRECABUYA CODIGO 700698. De acuerdo la Resolución Ministerial No. 5 del 13 de febrero 2015 – Licencia Ambiental a favor de las Áreas Mineras ABRECABUYA, ABRECABUYA 1, ABRECABUYA 2 y la Resolución Ministerial No. 22 del 2014, 18 de diciembre 2014 cual se le otorga la Licencia Ambiental a favor del área minera LUZAGUI Código 700485.

Con los resultados de los ensayos efectuados, que indican que cumple satisfactoriamente con todos los requerimientos señalados en la Especificaciones MOP-001-F-2002.

El volumen estimado para las 2 canteras supera los 500 000 m³.

Por lo expuesto, recomendamos utilizar estas fuentes de material, que están calificadas para todo uso. Por distancia, se recomienda utilizar la mina de ABRECABUYA para asfalto y materiales pétreos.

9 CONDICIONES GEOTÉCNICAS Y USO DE LOS MATERIALES.

Agregados para Mejoramiento de Subrasante, Subbase, Base y Carpeta de Rodadura.

9.1 Mejoramiento de subrasante

Referencia. - Sección 402. Manual MTOP-001-F-2002

Agregados para mejoramiento de subrasante, será materiales granulares naturales y procesados, libre de material orgánico y escombros, tendrá una granulometría tal que todas las partículas pasarán por un tamiz de cuatro pulgadas (100 mm) con abertura cuadrada y no más de 8 por ciento pasará el tamiz N° 200 (0,075 mm), de acuerdo al ensayo AASHO-T.11. La parte del material que pase el tamiz N° 40 (0,425 mm) deberá tener un índice de plasticidad no mayor de seis (6) y límite líquido hasta 25 % siempre que el valor del CBR sea mayor al 30 %, tal como se determina en el ensayo AASHOT-91. Material de tamaño mayor al máximo especificado, si se presenta, deberá ser retirado antes de que se incorpore al material en la obra. El Contratista deberá desmenuzar, cribar, mezclar o quitar el material, conforme sea necesario, para producir un suelo seleccionado que cumpla con las especificaciones correspondientes.

9.2 Subbase

Referencia. - Sección 403. 1,02 Materiales. Manual MTOP-001-F-2002

Agregados para subbase, clase 3, serán materiales naturales y procesados. Los agregados deben tener un coeficiente de desgaste máximo de 50 % de acuerdo al ensayo de los Ángeles y la porción que pase el Tamiz N° 40 deberá tener un índice de plasticidad menor que 6 y un límite líquido máximo de 25. La capacidad de soporte corresponderá a un CBR igual o mayor del 40 %.

9.3 Base

Referencia. - Sección 40.1.02, Materiales: Manual MTOP-001-F-2002

Los agregados para base clase 2, serán triturados al menos 50 % en peso y cribados. Los agregados deben tener un porcentaje de desgaste máximo de 40 % de acuerdo al ensayo de los Ángeles, y no arrojarán una pérdida de peso mayor al 12 % al ensayo de sulfato de sodio o 18 % al ensayo de sulfato de magnesio y la porción que pase el Tamiz N° 40 deberá tener un índice de plasticidad menor que 6 y un límite líquido menor de 25.

El valor de soporte CBR deberá ser igual o mayor al 80 %.

9.4 RIEGO DE IMPRIMACIÓN.

Referencia: Sección. 405 1.01. Manual MTOP-001-F-2002

Descripción.

Este trabajo consistirá en el suministro y distribución de material bituminoso, con aplicación de asfalto diluido de curado medio, o de asfalto emulsificado sobre la superficie de una base o subbase, que deberá hallarse con los anchos, alineamientos y pendientes indicados en los planos. En la aplicación del riego de imprimación está incluida la limpieza de la superficie inmediatamente antes de dicho riego bituminoso.

Comprenderá también el suministro y distribución uniforme de una delgada capa de arena secante, si el Fiscalizador lo considera necesario, para absorber excesos en la aplicación del asfalto, y proteger el riego bituminoso a fin de permitir la circulación de vehículos o maquinaria, antes de colocar la capa de rodadura.

Materiales.

El material bituminoso estará constituido por asfalto diluido o emulsiones asfálticas cuyo tipo será fijado en las disposiciones especiales del contrato. La calidad del asfalto diluido deberá cumplir los requisitos determinados en la subsección 810 3 de estas especificaciones. Las emulsiones asfálticas serán de rotura lenta y cumplirán con lo especificado en la subsección 810-4

Durante las aplicaciones puede presentarse la necesidad de cambiar el grado del asfalto establecido en las disposiciones generales, para dar mayor eficiencia al riego de imprimación. En este caso, el Fiscalizador podrá disponer el cambio hasta uno de los grados inmediatamente más próximos, sin que haya modificación en el precio unitario señalado en el Contrato. Sin embargo, no deberá permitir el uso de mezclas heterogéneas en los asfaltos diluidos.

De ser necesaria la aplicación de la capa de secado, ésta será constituida por arena natural o procedente de trituración, exenta de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas y que cumpla cualquiera de las granulometrías para capa de sello indicadas en la subsección 405 6 de estas especificaciones. La arena deberá hallarse preferentemente seca, aunque podrá tolerarse una ligera humedad, siempre que sea menor al dos por ciento de su peso seco.

Equipo.

El Contratista deberá disponer del equipo necesario para la ejecución de este trabajo, el cual deberá ser aprobado por el Fiscalizador.

El equipo mínimo deberá constar de una barredora mecánica, un soplador incorporado o aparte y un distribuidor de asfalto a presión autopropulsado.

El distribuidor de asfalto a presión estará montado sobre neumáticos y provisto de una rueda adicional para accionar el tacómetro que permita un permanente control de operador al momento de la aplicación. El riego asfáltico se efectuará mediante una bomba de presión con fuerza motriz independiente, a fin de poder regularla con facilidad; el asfalto será aplicado uniformemente a través de una barra provista de boquillas que impidan la atomización. El tanque del distribuidor dispondrá de sistema

de calentamiento regulado con recirculación para mantener una temperatura uniforme en todo el material bituminoso. El distribuidor deberá estar provisto además de un rociador manual.

Procedimientos de trabajo.

El riego de imprimación podrá aplicarse solamente si la superficie cumple con todos los requisitos pertinentes de densidad y acabado. Inmediatamente antes de la distribución de asfalto deberá ser barrida y mantenerse limpia de cualquier material extraño; el Fiscalizador podrá disponer que se realice un ligero riego de agua antes de la aplicación del asfalto.

Distribución del material bituminoso.

El asfalto para imprimación será distribuido uniformemente sobre la superficie preparada, que deberá hallarse seca o ligeramente húmeda. La distribución se efectuará en una longitud determinada y dividiendo el ancho en dos o más fajas, a fin de mantener el tránsito en la parte de vía no imprimada. Será necesario tomar las precauciones necesarias en los riegos, a fin de empalmar o superponer ligeramente las uniones de las fajas, usando en caso de necesidad el rociador manual para retocar los lugares que necesiten.

Para evitar superposición en los empalmes longitudinales, se colocará un papel grueso al final de cada aplicación, y las boquillas del distribuidor deberán cerrarse instantáneamente al terminar el riego sobre el papel. De igual manera, para comenzar el nuevo riego se colocará el papel grueso al final de la aplicación anterior, para abrir las boquillas sobre él y evitar el exceso de asfalto en los empalmes. Los papeles utilizados deberán ser desechados.

El Contratista deberá cuidar que no se manche con la distribución asfáltica las obras de arte, bordillos, aceras o árboles adyacentes, todo lo cual deberá ser protegido en los casos necesarios antes de proceder al riego. En ningún caso deberá descargarse el material bituminoso sobrante en canales, ríos o acequias.

La cantidad de asfalto por aplicarse será ordenada por el Fiscalizador de acuerdo con la naturaleza del material a imprimirse y al tipo de asfalto empleado. Cuando se use asfalto diluido de curado medio la cantidad estará entre límites de 1.00 a 2.25 litros por metro cuadrado, cuando se use un asfalto emulsificado SS-1, SS-1h, CSS-1 o CSS-1h variara entre 0.5 y 1.4 l/m² (De acuerdo al Manual Instituto del Asfalto), los valores exactos de aplicación serán determinados por el ingeniero fiscalizador. La distribución no deberá efectuarse cuando el tiempo esté nublado, lluvioso o con amenaza de lluvia inminente. La temperatura de aplicación estará en concordancia con el grado del asfalto, de acuerdo con lo especificado en la Sección 810.

Cuando la cantidad de aplicación y el tipo de material lo justifiquen, la distribución deberá dividirse en dos aplicaciones para evitar la inundación de la superficie.

405 1.04.2. Aplicación de la arena. La colocación de una capa de arena sobre el riego de imprimación no es necesaria en todos los casos; es preferible que la cantidad de asfalto establecida para la imprimación, sea absorbida totalmente en la superficie. Sin embargo, hay ocasiones en que el asfalto no ha sido absorbido completamente en 24 horas, en cuyo caso se deberá distribuir sobre la superficie una delgada capa de arena

para proteger la penetración, sobre todo si hay necesidad de permitir el tránsito o impedir posibles daños por lluvias, y para absorber el exceso de asfalto.

La arena deberá distribuirse uniformemente en la superficie por cubrir, de acuerdo con lo dispuesto por el Fiscalizador. No se permitirá la formación de corrugaciones en el material de secado ni se deberán dejar montones de arena sobre la capa; el Contratista estará obligado a mantener la superficie cubierta en condición satisfactoria hasta que concluya la penetración y secado, luego de lo cual deberá remover y retirar la arena sobrante.

Circulación de vehículos.

No deberá permitirse el tránsito sobre una capa de imprimación mientras no se haya completado la penetración del asfalto distribuido en la superficie. Sin embargo, en casos en que sea absolutamente necesario permitir la circulación de vehículos, se deberá esperar al menos cuatro horas desde el regado del asfalto para cubrirlo con la capa de arena y autorizar luego el tránsito con una velocidad máxima de 20 Km/h. a fin de evitar que el asfalto se adhiera a las llantas y se pierda la imprimación. De todas maneras, todas las zonas deterioradas por falta o exceso de asfalto deberán corregirse oportunamente, con tiempo suficiente, antes de proceder a construir las capas superiores de pavimento. El Fiscalizador deberá determinar en cada caso el tiempo mínimo en que la superficie se mantendrá imprimada antes de cubrirla con la capa siguiente.

Medición.

Para efectuar el pago por el riego de imprimación deberán considerarse separadamente las cantidades de asfalto y de arena realmente empleadas y aceptadas por el Fiscalizador.

La unidad de medida para el asfalto será el litro y la medición se efectuará reduciendo el volumen empleado a la temperatura de la aplicación, al volumen a 15.6 °C. Las tablas de reducción y conversión al peso se encuentran en la subsección 810 5.

La cantidad de arena empleada será medida en metros cúbicos.

Pago.

Las cantidades de obra que hayan sido determinadas en la forma indicada en el numeral anterior se pagarán a los precios señalados en el contrato, considerando los rubros abajo designados.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por la preparación previa de la superficie por imprimirse; el suministro, transporte, calentamiento y distribución del material asfáltico; el suministro, transporte y distribución de la arena para protección y secado; así como por mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la realización del trabajo descrito en esta sección.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
405 1 (1) Asfalto MC para imprimación.....	Litro (l)
405 1 (1) Asfalto SC para imprimación.....	Litro (l)
405 1 (2) Arena para protección y secado.....	Metro cúbico (m3)
405-1 (3) Asfalto Emulsificado SS-1, SS - 1h CSS-1 o CSS-1h.....	Litro(l)

9.5 HORMIGÓN ASFÁLTICO MEZCLADO EN PLANTA.

Referencia: 405 5. Manual MTOP-001-F-2002

Descripción.

Este trabajo consistirá en la construcción de capas de rodadura de hormigón asfáltico constituido por agregados en la granulometría especificada, relleno mineral, si es necesario, y material asfáltico, mezclados en caliente en una planta central, y colocado sobre una base debidamente preparada o un pavimento existente, de acuerdo con lo establecido en los documentos contractuales.

Materiales

El tipo y grado del material asfáltico que deberá emplearse en la mezcla estará determinado en el contrato y será mayormente cemento asfáltico con un grado de penetración 60 - 70. En caso de vías que serán sometidas a un tráfico liviano o medio se permitirá el empleo de cemento asfáltico 85 - 100. Para vías o carriles especiales donde se espere el paso de un tráfico muy pesado, se admitirá el empleo de cementos asfálticos mejorados. La clasificación del tráfico se muestra en la tabla 405-5.4. El cemento asfáltico que se utilice deberá cumplir con los requisitos de calidad señalados en el numeral 810.2.

Los agregados que se emplearán en el hormigón asfáltico en planta podrán estar constituidos por roca o grava triturada total o parcialmente, materiales fragmentados naturalmente, arenas y relleno mineral. Estos agregados deberán cumplir con los requisitos establecidos en el numeral 811.2, para agregados tipo A, B o C. Los agregados estarán compuestos en todos los casos por fragmentos limpios, sólidos y resistentes, de uniformidad razonable, exentos de polvo, arcilla u otras materias extrañas.

Las mezclas asfálticas para emplearse en capas de rodadura para vías de tráfico pesado y muy pesado deberán cumplir que la relación entre el porcentaje en peso del agregado pasante del tamiz INEN 75micrones y el contenido de asfalto en porcentaje en peso del total de la mezcla (relación filler/betún), sea mayor o igual a 0,8 y nunca superior a 1,2.

Para la mezcla asfáltica deberán emplearse una de las granulometrías indicadas en las tablas 405-5.1.

En el contrato se determinará el tipo y graduación de los agregados, de acuerdo con las condiciones de empleo y utilización que se previene para la carpeta asfáltica.

Tabla 405 5.1.

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada			
	¾"	½"	3/8"	Nº4
1" (25.4 mm)	100			
¾" (19.0 mm)	90 - 100	100		
½" (12.7 mm)		90 - 100	100	
3/8" (9.50 mm)	56 - 80		90 - 100	100

N° 4 (4.75 mm)	35 - 65	44 - 74	55 - 85	80 - 100
N° 8 (2.36 mm)	23 - 49	28 - 58	32 - 67	85 - 100
N° 16 (1.18 mm)				40 - 80
N° 30 (0.60 mm)				25 - 65
N° 50 (0.30 mm)	5 - 19	5 - 21	7 - 23	7 - 40
N° 100 (0.15 mm)				3 - 20
N° 200 (0.075 mm)	2 - 8	2 - 10	2 - 10	2 - 10

9.6 Equipo

Plantas mezcladoras.

Las plantas para la preparación de hormigón asfáltico utilizadas por el Contratista, podrán ser continuas o por paradas, y deberán cumplir los requisitos que se establezcan más adelante para cada una de ellas específicamente, además de lo cual todas deberán satisfacer las exigencias siguientes:

- Equipo para manejo del asfalto: Los tanques para almacenamiento del asfalto deberán estar equipados con serpentines de circulación de vapor o aceite que permitan un calentamiento seguro, sin que existan probabilidades de producirse incendios u otros accidentes; y con dispositivos que posibiliten un control efectivo de temperaturas en cualquier momento. Los tanques para almacenamiento deberán tener capacidad suficiente de reserva para al menos un día de trabajo sin interrupciones; el sistema de circulación a las balanzas de dosificación, mezcladora, etc., deberá tener capacidad suficiente para un caudal uniforme, y deberá estar provisto de camisas de aislamiento térmico y conservación de la temperatura. Deberá proveerse de dispositivos confiables para medición y muestreo del asfalto de los tanques.
- Secador: La planta deberá estar equipada con un horno secador rotativo para agregados, con suficiente capacidad para proveer los agregados secos y a la temperatura necesaria, a fin de mantener a la mezcladora trabajando continuamente y a su máximo rendimiento. Dispondrá de dispositivos para medición de la temperatura de los agregados al salir del horno, que trabajen con un máximo de error de 5 °C.

El horno secador estará diseñado con una longitud y un número de revoluciones tales que permitan recibir los agregados y movilizarlos hacia la salida en una forma regular y continua, a fin de entregarlos al alimentador de las cribas totalmente secos y en la temperatura necesaria, mediante un flujo permanente, adecuado y sin interrupciones. De todas maneras, el Fiscalizador deberá obtener las muestras necesarias en forma periódica de los agregados transportados a la planta, para comprobar la calidad del secamiento en el núcleo de los mismos.

- Cribas y tolvas de recepción: La planta dispondrá de las cribas suficientes para tamizar el agregado proveniente del secador y separarlo en las graduaciones requeridas para alojarlas en las diferentes tolvas individuales de recepción.

Los tamices a utilizarse para la separación de las diferentes graduaciones, no permitirán que cualquier tolva reciba más de un 10% de material de tamaño mayor o menor que el especificado.

Las tolvas para almacenamiento del agregado caliente deberán tener tamaño suficiente, para conservar una cantidad de agregados que permita la alimentación de la mezcladora trabajando a su máximo rendimiento. Existirán al menos tres tolvas para las diferentes graduaciones, y una adicional para el relleno mineral que se utilizará cuando sea necesario. Cada tolva individual estará provista de un desbordamiento que impida la entrada del exceso de material de uno a otro compartimiento, y que descargue este exceso hasta el piso por medio de una tubería, para evitar accidentes.

Las tolvas estarán provistas de dispositivos para control de la cantidad de agregados y extracción de muestras en cualquier momento.

- d) Dispositivos para dosificación del asfalto: La planta estará provista de balanzas de pesaje o de dispositivos de medición y calibración del asfalto, para asegurar que la dosificación de la mezcla se halle dentro de las tolerancias especificadas en la fórmula maestra de obra.

El asfalto medido, ya sea por peso o por volumen, deberá ser descargado a la mezcladora, mediante una abertura o una barra esparcidora cuya longitud será al menos igual a las tres cuartas partes de la longitud de la mezcladora, a fin de lograr una distribución uniforme e inmediata al mezclado en seco.

Los dispositivos para la dosificación estarán provistos de medios exactos de medición y control de temperaturas y pesos o volúmenes. La temperatura será medida en la cañería que conduce el asfalto a las válvulas de descarga a la entrada de la mezcladora.

- e) Colector de polvo: La planta estará equipada con un colector de polvo de tipo ciclón que recolecte el polvo producido en el proceso de alimentación y mezclado.

Este colector estará diseñado en forma de poder devolver, en caso necesario, el polvo recolectado o parte de él a la mezcladora, o de conducirlo al exterior a un lugar protegido para no causar contaminación ambiental.

- f) Laboratorio de campo: Se deberá contar con el equipo necesario para poder realizar ensayos de la categoría 1 según la subsección 810-2.04, con el objetivo de que antes de descargar el cemento asfáltico a los reservorios desde el tanquero-cisterna este sea evaluado y certificado. Se contará también con el equipo necesario para evaluar la composición de las mezclas y la temperatura de fabricación de las mismas.

- g) Medidas de seguridad: Las plantas deberán disponer de escaleras metálicas seguras para el acceso a las plataformas superiores, dispuestas de tal manera de tener acceso a todos los sitios de control de las operaciones. Todas las piezas móviles como poleas, engranajes, cadenas, correas, etc., deberán hallarse debidamente protegidas para evitar cualquier posibilidad de accidentes con el personal. El espacio de acceso bajo la mezcladora para los camiones, deberá ser amplio, para maniobrar con facilidad a la entrada y a la salida. El contratista proveerá además de una plataforma de altura suficiente, para que el Fiscalizador pueda acceder con facilidad a tomar las muestras necesarias en los camiones de transporte de la mezcla.

1. Exigencias especiales para plantas discontinuas:

- a) Dispositivos de dosificación: Las balanzas para pesar los agregados deberán ser capaces de producir medidas exactas para cada fracción, con una precisión de 0.5%

del peso indicado para cualquier carga. Cada fracción que deba pesarse ingresará a un cajón de pesaje suspendido por las balanzas, con capacidad suficiente para recibir la totalidad de la parada con margen de seguridad para evitar el desborde. El cajón permanecerá cerrado y no deberá perder ningún material, hasta completar la parada total de agregados que ingresarán a la mezcladora el momento de la descarga de una manera instantánea. Los soportes del cajón de pesaje estarán libres de cualquier interferencia para permitir un pesaje efectivo en todo momento.

Las balanzas serán de tipo dial sin resortes, de fabricación comercial reconocida y con escala que permita apreciar al menos 5 Kg, empezando su funcionamiento con un peso máximo de 45 Kg. La capacidad total de la balanza será hasta 1.5 veces la capacidad de la mezcladora por paradas.

El dial deberá estar provisto de agujas para señalar los pesos de cada fracción que se vaya vertiendo en el cajón de pesaje. El movimiento de las agujas estará diseñado para evitar cualquier reflexión sobre el dial y el cristal de protección no deberá permitir refracciones que dificulten la lectura precisa.

La balanza para pesar el material bituminoso deberá ser de idéntica factura que las balanzas para agregados, pero la subdivisión mínima de la escala será de 1 Kg y el dial deberá iniciar el control de pesaje con un peso máximo de 5 Kg. La capacidad de estas balanzas para pesar materiales bituminosos será 1.15 veces mayor que el peso del asfalto a agregar a cada parada.

Las balanzas, tanto para los agregados como para el asfalto deberán ser calibradas tantas veces como el Fiscalizador lo juzgue conveniente para asegurar la continuidad y uniformidad del pesaje. El Contratista deberá disponer del equipo necesario para la calibración, incluyendo las pesas apropiadas, y deberá prestar todas las facilidades para que se efectúe la comprobación a satisfacción del Fiscalizador.

La precisión del equipo para medir el asfalto estará dentro del 0.5% de tolerancia sobre cualquier peso requerido.

Una vez pesado el asfalto que se utilizará en una parada, se accionarán las válvulas manual o automáticamente, para descargar el asfalto dentro de la mezcladora en un lapso máximo de 15 segundos. La descarga del asfalto deberá producirse en cuanto la mezcladora termine su período de mezclado de los agregados en seco.

- b) Mezcladora: La mezcladora será de paletas giratorias dobles, para mezcla tipo amasado, con un número suficiente de paletas para producir una mezcla homogénea y dentro de las tolerancias fijadas para la fórmula maestra de obra. La separación entre ejes y paletas será tal que no cause fracturación del agregado grueso al momento del mezclado.

La mezcladora podrá ser de cajón cerrado o abierto con tapa móvil, para evitar pérdida del relleno mineral o material fino al momento del mezclado inicial. En todo caso, su diseño permitirá tomar con facilidad las muestras necesarias de la mezcla. Estará equipada con dispositivos exactos para medir y controlar el tiempo de mezclado por cada parada, con precisión de 5 segundos. Contará también con un registrador automático del número de paradas producidas.

2. Exigencias especiales para plantas continuas:

- a) Dispositivos de dosificación, control y calibración: La planta de mezcla continua deberá incluir los dispositivos necesarios para la dosificación exacta de los agregados y el asfalto, sea por volumen o por peso. Previamente al ingreso al secador de la planta, los agregados en frío deberán estar completamente secos.

Cuando se efectúe un control de los agregados por volumen, cada tolva de almacenamiento individual dispondrá de una compuerta regulable exactamente, para formar el orificio de dosificación volumétrica, el cual será rectangular y ajustable en sus dimensiones, y deberá estar provisto de registradores para indicar la abertura en cualquier momento.

Las aberturas de salida de las tolvas serán calibradas por medio del pesaje de muestras tomadas de cada compartimiento, utilizando el equipo de control de las muestras proporcionado por el Contratista, equipo que permitirá una exactitud de pesaje dentro del 0.5% de error sobre el peso indicado.

Cuando se requiera de relleno mineral, éste será introducido a la mezcladora desde una tolva individual, equipada con un dispositivo exacto para la dosificación, y que trabajará sincronizadamente con los alimentadores del agregado y del asfalto.

- b) Sincronización de la alimentación: La planta deberá contar con los medios adecuados para asegurar una sincronización efectiva entre el suministro de los agregados provenientes de las tolvas a la mezcladora, y el suministro del asfalto desde el dispositivo de dosificación, para lograr mezclas homogéneas y uniformes.

Las tolvas individuales de los agregados deberán estar provistas de dispositivos de señalización, para indicar el nivel del agregado y detener automáticamente el funcionamiento de la planta cuando la cantidad de agregado en la tolva sea insuficiente. Así mismo, el sistema de almacenamiento del asfalto dispondrá de dispositivos similares para control y parada de la planta en el momento oportuno.

- c) Mezcladora: La planta estará dotada de una mezcladora continua, de diseño capaz de producir una mezcla uniforme dentro de los límites de tolerancia fijados para la fórmula maestra de obra. Las paletas serán reversibles y de ángulo ajustable, para calibrar el paso de la mezcla. El embudo de descarga de la mezcla será tal que permita una descarga rápida y completa de toda la mezcla.

La planta deberá disponer de los datos de fábrica que señalen el régimen de alimentación de los agregados por minuto, para operación a velocidad normal. Deberá contar también con una placa que indique el contenido neto volumétrico de la mezcladora, a los varios niveles marcados en un limnómetro permanente.

Equipo de transporte

Los camiones para el transporte del hormigón asfáltico serán de volteo y contarán con cajones metálicos cerrados y en buen estado. Para el uso, los cajones deberán ser limpiados cuidadosamente y recubiertos con aceite u otro material aprobado, para evitar que la mezcla se adhiera al metal. Una vez cargada, la mezcla deberá ser protegida con una cubierta de lona, para evitar pérdida de calor y contaminación con polvo u otras impurezas del ambiente.

Equipo de distribución de la mezcla

La distribución de la mezcla asfáltica en el camino, será efectuada mediante el empleo de una máquina terminadora autopropulsada, que sea capaz de distribuir el hormigón asfáltico de acuerdo con los espesores, alineamientos, pendientes y ancho especificados.

Las terminadoras estarán provistas de una tolva delantera de suficiente capacidad para recibir la mezcla del camión de volteo; trasladará la mezcla al cajón posterior, que contendrá un tornillo sinfín para repartirla uniformemente en todo el ancho, que deberá ser regulable. Dispondrá también de una plancha enrasadora vibrante para igualar y apisonar la mezcla; esta plancha podrá ser fijada en diferentes alturas y pendientes para lograr la sección transversal especificada.

La descarga de la mezcla en la tolva de la terminadora deberá efectuarse cuidadosamente, en tal forma de impedir que los camiones golpeen la máquina y causen movimientos bruscos que puedan afectar a la calidad de la superficie terminada. Para completar la distribución en secciones irregulares, así como para corregir algún pequeño defecto de la superficie, especialmente en los bordes, se usarán rastrillos manuales de metal y madera que deberán ser provistos por el Contratista.

Equipo de compactación.

El equipo de compactación podrá estar formado por rodillos lisos de ruedas de acero, rodillos vibratorios de fuerza de compactación equivalente y rodillos neumáticos autopropulsados. El número necesario de rodillos dependerá de la superficie y espesor de la mezcla que deberá compactarse, mientras se halla en condiciones trabajables.

Los rodillos lisos de tres ruedas deberán tener un peso entre 10 y 12 toneladas, y los tandems entre 8 y 10 toneladas. Los rodillos neumáticos serán de llantas lisas y tendrán una carga por rueda y una presión de inflado convenientes para el espesor de la carpeta. Como mínimo, para carpetas de 5 cm. de espesor compactado, tendrán 1.000 Kg por rueda y presión de inflado de 6.0 Kg/cm².

Ensayos y Tolerancias.

Los agregados deberán cumplir los requisitos de calidad, cuyas pruebas están determinadas en la subsección 811 2. La granulometría será comprobada mediante el ensayo INEN 696, que se efectuará sobre muestras que se tomarán periódicamente de los acopios de existencia, de las tolvas de recepción en caliente y de la mezcla asfáltica preparada, para asegurar que se encuentre dentro de las tolerancias establecidas para la fórmula maestra de obra.

La calidad del material asfáltico será comprobada mediante las normas indicadas en la subsección 810 2 para cementos asfálticos.

La mezcla deberá cumplir los requisitos especificados en la Tabla 405 5.2.

Las muestras de hormigón asfáltico serán tomadas de la mezcla preparada de acuerdo con la fórmula maestra de obra, y sometidas a los ensayos según el método Marshall.

El hormigón asfáltico que se produzca en la planta deberá cumplir con la fórmula maestra de obra indicada en el numeral 405 5.05.1, dentro de las siguientes tolerancias:

- a) Peso de los agregados secos que pasen el tamiz de 1/2" (12.5 mm) y mayores: $\pm 8\%$.
- b) Peso de los agregados secos que pasen los tamices de 3/8" (9.5 mm) y N.º 4 (4.75 mm): $\pm 7\%$.
- c) Peso de los agregados secos que pasen los tamices N.º 8 (2.36 mm) y N.º 16 (1.18 mm): $\pm 6\%$.
- d) Peso de los agregados secos que pasen los tamices N.º 30 (0.60 mm) y N.º 50 (0.30 mm): $\pm 5\%$.
- e) Peso de los agregados secos que pasen el tamiz N.º 100 (0.15 mm): $\pm 4\%$.
- f) Peso de los agregados secos que pasen el tamiz N.º 200 (0.075 mm): $\pm 3\%$
- g) Dosificación del material asfáltico en peso: $\pm 0.3\%$
- h) Temperatura de la mezcla al salir de la mezcladora: $\pm 10^{\circ}\text{C}$.
- i) Temperatura de la mezcla al colocarla en el sitio: $\pm 10^{\circ}\text{C}$.

El espesor de la capa terminada de hormigón asfáltico no deberá variar en más de 6 mm de lo especificado en los planos; sin embargo, el promedio de los espesores medidos, en ningún caso será menor que el espesor establecido en el contrato.

Las cotas de la superficie terminada no deberán variar en más de un centímetro de las cotas establecidas en los planos. La pendiente transversal de la superficie deberá ser uniforme y lisa, y en ningún sitio tendrá una desviación mayor a 6 mm con el perfil establecido.

Concluida la compactación de la carpeta asfáltica, el Fiscalizador deberá comprobar los espesores, la densidad de la mezcla y su composición, a intervalos de 500 a 800 metros lineales en sitios elegidos al azar, a los lados del eje del camino, mediante extracción de muestras. El contratista deberá rellenar los huecos originados por las comprobaciones, con la misma mezcla asfáltica y compactarla a satisfacción del Fiscalizador, sin que se efectúe ningún pago adicional por este trabajo.

Cuando las mediciones de comprobación indicadas señalen para el espesor una variación mayor que la especificada arriba, o cuando el ensayo de densidad indique un valor inferior al 97% de la densidad máxima establecida en el laboratorio, o cuando la composición de la mezcla no se encuentre dentro de las tolerancias admitidas, el Fiscalizador efectuará las mediciones adicionales necesarias para definir con precisión el área de la zona deficiente. En caso de encontrarse sectores inaceptables, tanto en espesor como en composición o en densidad, el Contratista deberá reconstruir completamente el área afectada, a su costo, y de acuerdo con las instrucciones del Fiscalizador.

Ensayos y Tolerancias

Las mezclas asfálticas de Granulometría cerrada (densa) y semicerrada deberán cumplir con los requisitos especificados en la tabla 405.5.4. Las mezclas asfálticas de Granulometría Abierta deben cumplir los mismos requisitos de estabilidad y flujo

Marshall establecidos para mezclas anteriores. Adicionalmente a los requisitos ya nombrados será necesario demostrar la resistencia de la mezcla al daño causado por el agua mediante el método ASTM D4867 y el ensayo de tracción indirecta (ASTM D4123, CABEZAL LOTTMAN), debiendo las mezclas mantener una resistencia residual superior al 80 %. En caso de no cumplirse este requisito, se considerará el cambio de agregados o de cemento asfáltico, o el empleo de un aditivo promotor de adherencia.

También se podrá evaluar la resistencia al daño por el agua mediante el ensayo ASTM D3625 de peladura por agua hirviendo; el que no deberá mostrar evidencia alguna de peladura en la mezcla.

En las vías con tráfico catalogado como muy pesado, las mezclas asfálticas a emplearse para la capa de rodadura deben de ser sometidas además a un estudio detallado que incluya:

- Determinación de la curva reológica, es decir, la variación del módulo elástico de la mezcla a diferentes temperaturas.
- Evaluación de su comportamiento ante las deformaciones plásticas.
- Evaluación de su comportamiento a la fatiga.

Ya que estos estudios pueden realizarse con diferentes equipos y procedimientos, los mismos estarán especificados en el contrato.

Para el diseño de las mezclas asfálticas abiertas se recomienda determinar previamente un contenido de asfalto referencial por alguna ecuación que relacione el mismo con la superficie específica de los agregados combinados.

En las mezclas asfálticas tipo E y G, si existe material retenido en el tamiz INEN 25.4 mm, tanto la estabilidad como el flujo se deberán evaluar siguiendo el llamado Método Marshall Modificado. El procedimiento es básicamente el mismo que el método estándar excepto por ciertas diferencias debido al tamaño del agregado, las cuales son:

1. El martillo pesa 10.2 Kg. y tiene 149.4 mm de diámetro. Solo se permite utilizar un equipo mecánico para darle los 457 mm de caída, igual que al método estándar.
2. La briqueta tiene 152.4 mm de diámetro y un promedio de 95.2 mm de altura.
3. Se elabora una briqueta a la vez, la mezcla necesaria para la misma pesa alrededor de 4 Kg.
4. Tanto el molde de compactación como el molde de ensayo serán de 152.4 mm de diámetro.
5. La mezcla es colocada en el molde en dos capas, a cada capa se la debe escarificar con la espátula como a una briqueta estándar.
6. El número de golpes requerido para estas briquetas es 1.5 veces que el requerido para las briquetas de tamaño estándar para obtener una compactación equivalente.
7. La estabilidad mínima será de 2.25 veces y el flujo máximo será 1.5 veces el mismo criterio listado en la tabla 405.5.4 para briquetas de tamaño estándar.

8. Similar al procedimiento estándar, la Tabla No. 405.5.3. debe ser usada para convertir la estabilidad medida a un valor equivalente referido a un espécimen de 95.2 mm de altura.

Procedimientos de trabajo.

Fórmula Maestra de Obra.

Antes de iniciarse ninguna preparación de hormigón asfáltico para utilizarlo en obra, el Contratista deberá presentar al Fiscalizador el diseño de la fórmula maestra de obra, preparada en base al estudio de los materiales que se propone utilizar en el trabajo. El Fiscalizador efectuará las revisiones y comprobaciones pertinentes, a fin de autorizar la producción de la mezcla asfáltica. Toda la mezcla del hormigón asfáltico deberá ser realizada de acuerdo con esta fórmula maestra, dentro de las tolerancias aceptadas en el numeral 405 5.04, salvo que sea necesario modificarla durante el trabajo, debido a variaciones en los materiales.

La fórmula maestra establecerá:

- 1) las cantidades de las diversas fracciones definidas para los agregados;
- 2) el porcentaje de material asfáltico para la dosificación, en relación al peso total de todos los agregados, inclusive el relleno mineral y aditivos para el asfalto si se los utilizare;
- 3) la temperatura que deberá tener el hormigón al salir de la mezcladora, y
- 4) la temperatura que deberá tener la mezcla al colocarla en sitio.

Dosificación y Mezclado

Los agregados para la preparación de las mezclas de hormigón asfáltico deberán almacenarse separadamente en tolvas individuales, antes de entrar a la planta. La separación de las diferentes fracciones de los agregados será sometida por el Contratista a la aprobación del Fiscalizador. Para el almacenaje y el desplazamiento de los agregados de estas tolvas al secador de la planta, deberá emplearse medios que eviten la segregación o degradación de las diferentes fracciones.

Los agregados se secarán en el horno secador por el tiempo y a la temperatura necesarios para reducir la humedad a un máximo de 1%; al momento de efectuar la mezcla, deberá comprobarse que los núcleos de los agregados cumplan este requisito. El calentamiento será uniforme y graduado, para evitar cualquier deterioro de los agregados. Los agregados secos y calientes pasarán a las tolvas de recepción en la planta asfáltica, desde donde serán dosificados en sus distintas fracciones, de acuerdo con la fórmula maestra de obra, para ser introducidos en la mezcladora.

- a) Dosificación: El contratista deberá disponer del número de tolvas que considere necesarias para obtener una granulometría que cumpla con todos los requerimientos según el tipo de mezcla asfáltica especificada para el respectivo proyecto.

De ser necesario podrá utilizar relleno mineral, que lo almacenará en un compartimiento cerrado, desde donde se lo alimentará directamente a la mezcladora, a través de la balanza para el pesaje independiente de los agregados, en el caso de usarse plantas mezcladora por paradas. Si se utiliza una planta de mezcla continua, el relleno mineral será introducido directamente a la mezcladora, a través de una

alimentadora continua eléctrica o mecánica, provista de medios para la calibración y regulación de cantidad.

- b) Mezclado: La mezcla de los agregados y el asfalto será efectuada en una planta central de mezcla continua o por paradas. Según el caso, los agregados y el asfalto podrán ser dosificados por volumen o al peso.

La cantidad de agregados y asfalto por mezclar estará dentro de los límites de capacidad establecida por el fabricante de la planta, para la carga de cada parada o la razón de alimentación en las mezcladoras continuas. De todos modos, de existir sitios en donde los materiales no se agiten suficientemente para lograr una mezcla uniforme, deberá reducirse la cantidad de los materiales para cada mezcla.

La temperatura del cemento asfáltico, al momento de la mezcla, estará entre los 135°C y 160°C, y la temperatura de los agregados, al momento de recibir el asfalto, deberá estar entre 120°C y 160°C. En ningún caso se introducirá en la mezcladora el árido a una temperatura mayor en más de 10°C que la temperatura del asfalto.

El tiempo de mezclado de una carga se medirá desde que el cajón de pesaje comience a descargar los agregados en la mezcladora, hasta que se descargue la mezcla. Este tiempo debe ser suficiente para que todos los agregados estén recubiertos del material bituminoso y se logre una mezcla uniforme; generalmente se emplea un tiempo de un minuto aproximadamente.

En caso de que la planta esté provista de dispositivos de dosificación y control automáticos, el contratista podrá utilizarlos ajustándolos a la fórmula maestra y calibrando los tiempos de ciclo.

Si se utilizan plantas de mezcla continua, se introducirá a la mezcladora cada fracción de agregados y el relleno mineral si es necesario, por medio de una alimentadora continua, mecánica o eléctrica, que los traslade de cada tolva individual con abertura debidamente calibrada. El asfalto se introducirá a la mezcladora por medio de una bomba, que estará provista de un dispositivo de calibración y de control de flujo.

La temperatura a la que se debe mezclar los agregados y el cemento asfáltico será proporcionada por el gráfico temperatura-viscosidad según el cemento asfáltico recibido en la planta. Para mezclas cerradas y semicerradas la temperatura de mezclado más adecuada es aquella en que la viscosidad del ligante está comprendida entre 1,5 y 3,0 Poises, mientras que para mezclas abiertas la viscosidad debe estar entre 3,0 y 10,0 Poises. Se tenderá a que la temperatura del cemento asfáltico y los agregados sea la misma.

Distribución.

La distribución del hormigón asfáltico deberá efectuarse sobre una base preparada, de acuerdo con los requerimientos contractuales, imprimada, limpia y seca, o sobre un pavimento existente.

Esta distribución no se iniciará si no se dispone en la obra de todos los medios suficientes de transporte, distribución, compactación, etc., para lograr un trabajo eficiente y sin demoras que afecten a la obra.

Además, el Fiscalizador rechazará todas las mezclas heterogéneas, sobrecalentadas o carbonizadas, todas las que tengan espuma o presenten indicios de humedad y todas aquellas en que la envoltura de los agregados con el asfalto no sea perfecta.

Una vez transportada la mezcla asfáltica al sitio, será vertida por los camiones en la máquina terminadora, la cual esparcirá el hormigón asfáltico sobre la superficie seca y preparada. Para evitar el desperdicio de la mezcla debido a lluvias repentinas, el contratista deberá disponer de un equipo de comunicación confiable, entre la planta de preparación de la mezcla y el sitio de distribución en la vía .

La colocación de la carpeta deberá realizarse siempre bajo una buena iluminación natural o artificial. La distribución que se efectúe con las terminadoras deberá guardar los requisitos de continuidad, uniformidad, ancho, espesor, textura, pendientes, etc., especificados en el contrato.

El Fiscalizador determinará el espesor para la distribución de la mezcla, a fin de lograr el espesor compactado especificado. De todos modos, el máximo espesor de una capa será aquel que consiga un espesor compactado de 7.5 centímetros. El momento de la distribución se deberá medir los espesores a intervalos, a fin de efectuar de inmediato los ajustes necesarios para mantener el espesor requerido en toda la capa.

Las juntas longitudinales de la capa superior de una carpeta deberán ubicarse en la unión de dos carriles de tránsito; en las capas inferiores deberán ubicarse a unos 15 cm. de la unión de los carriles en forma alternada, a fin de formar un traslapo. Para formar las juntas transversales de construcción, se deberá recortar verticalmente todo el ancho y espesor de la capa que vaya a continuarse.

En secciones irregulares pequeñas, en donde no sea posible utilizar la terminadora, podrá completarse la distribución manualmente, respetando los mismos requisitos anotados arriba.

Compactación

La mejor temperatura para empezar a compactar la mezcla recién extendida, dentro del margen posible que va de 163 a 85°C, es la máxima temperatura a la cual la mezcla puede resistir el rodillo sin desplazarse horizontalmente.

Con la compactación inicial deberá alcanzarse casi la totalidad de la densidad en obra y la misma se realizará con rodillos lisos de ruedas de acero vibratorios, continuándose con compactadores de neumáticos con presión elevada. Con la compactación intermedia se sigue densificando la mezcla antes que la misma se enfríe por debajo de 85°C y se va sellando la superficie.

Al utilizar compactadores vibratorios se tendrá en cuenta el ajuste de la frecuencia y la velocidad del rodillo, para que al menos se produzcan 30 impactos de vibración por cada metro de recorrido. Para ello se recomienda usar la frecuencia nominal máxima y ajustar la velocidad de compactación. Con respecto a la amplitud de la vibración, se deberá utilizar la recomendación del fabricante para el equipo en cuestión.

En la compactación de capas delgadas no se debe usar vibración y la velocidad de la compactadora no deberá superar los 5 km/hora. Además, ante mezclas asfálticas con bajas estabildades el empleo de compactadores neumáticos deberá hacerse con presiones de neumáticos reducidas.

Con la compactación final se deberá mejorar estéticamente la superficie, eliminando las posibles marcas dejadas en la compactación intermedia. Deberá realizarse cuando la mezcla esté aún caliente empleando rodillos lisos metálicos estáticos o vibratorios (sin emplear vibración en este caso)

En capas de gran espesor o ante materiales muy calientes se recomienda dar las dos primeras pasadas sin vibración para evitar marcas difíciles de eliminar posteriormente. Ante esta situación, si se utilizaran rodillos neumáticos, se aconseja comenzar a compactar con presiones bajas en los neumáticos aumentando paulatinamente la misma según el comportamiento de la capa.

Se deben realizar tramos de prueba para establecer el patrón de compactación para minimizar el número de pasadas en la zona apropiada de temperatura y obtener la densidad deseada. El patrón de compactación podrá variar de proyecto en proyecto, según las condiciones climáticas, los equipos utilizados, el tipo de mezcla, el patrón de recorrido, etc. La secuencia de las operaciones de compactación y la selección de los tipos de compactadores tiene que proveer la densidad de pavimentación especificada. El Fiscalizador deberá aprobar el patrón de compactación propuesto por el Contratista para la obra en cuestión.

A menos que se indique lo contrario, la compactación tiene que comenzar en los costados y proceder longitudinalmente paralelo a la línea central del camino, recubriendo cada recorrido la mitad del ancho de la compactadora, progresando gradualmente hacia el coronamiento del camino. Cuando la compactación se realice en forma escalonada o cuando límite con una vía colocada anteriormente, la junta longitudinal tiene que ser primeramente compactada, siguiendo con el procedimiento normal de compactación. En curvas peraltadas, la compactación tiene que comenzar en el lado inferior y progresar hacia el lado superior, superponiendo recorridos longitudinales paralelos a la línea central.

Para impedir que la mezcla se adhiera a las compactadoras, puede que sea necesario mantener las ruedas adecuadamente humedecidas con agua, o agua mezclada con cantidades muy pequeñas de detergente u otro material aprobado. No se admitirá el exceso de líquido ni el empleo de fuel oil para este fin.

En los lugares inaccesibles a los rodillos se deberá efectuar la compactación de la mezcla con pisones mecánicos, hasta obtener la densidad y acabado especificados.

La capa de hormigón asfáltico compactada deberá presentar una textura lisa y uniforme, sin fisuras ni rugosidades, y estará construida de conformidad con los alineamientos, espesores, cotas y perfiles estipulados en el contrato. Mientras esté en proceso la compactación, no se permitirá ninguna circulación vehicular.

Cuando deba completarse y conformarse los espaldones adyacentes a la carpeta, deberán recortarse los bordes a la línea establecida en los planos.

El contratista deberá observar cuidadosamente la densidad durante el proceso de compactación mediante la utilización de instrumentos nucleares de la medición de la densidad para asegurar que se está obteniendo la compactación mínima requerida.

Sellado

Si los documentos contractuales estipulan la colocación de una capa de sello sobre la carpeta terminada, ésta se colocará de acuerdo con los requerimientos correspondientes determinados en la subsección 405 6 y cuando el Fiscalizador lo autorice, que en ningún caso será antes de una semana de que la carpeta haya sido abierta al tránsito público.

Medición.

Las cantidades a pagarse por la construcción de las carpetas de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta, serán los metros cuadrados de superficie cubierta con un espesor compactado especificado. La medición se efectuará en base a la proyección en un plano horizontal del área pavimentada y aceptada por el Fiscalizador.

En casos especiales la medición para el pago podrá también ser efectuada en toneladas de mezcla efectivamente usada para la construcción de la carpeta, de acuerdo con los planos, especificaciones y más estipulaciones contractuales. En este caso, se computarán para el pago las toneladas pesadas y transportadas en los volquetes.

En todo caso, la forma de pago estará determinada en el contrato, sea en toneladas de hormigón suelto o en metros cuadrados de carpeta compactada al espesor requerido.

Pago

Las cantidades determinadas en cualquiera de las formas establecidas en el numeral anterior, serán pagadas a los precios señalados en el contrato para los rubros siguientes.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por el suministro de los agregados y el asfalto, la preparación en planta en caliente del hormigón asfáltico, el transporte, la distribución, terminado y compactación de la mezcla, la limpieza de la superficie que recibirá el hormigón asfáltico; así como por la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en el completamiento de los trabajos descritos en esta sección.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
405 5 Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta de....cm. de espesor.....	Metro cuadrado (m ²)
405 5 (1) Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta.....	Tonelada (t)

9.7 AGREGADOS PARA HORMIGÓN

Referencia. Sección 803. Agregados para hormigón. Manual 001-F, MOP.

Árido Grueso.

Los agregados gruesos para el hormigón de cemento Portland estarán formados por grava, roca triturada o una mezcla de éstas que cumpla con los requisitos de la norma INEN 872. Los agregados se compondrán de partículas o fragmentos resistentes y duros, libres de material vegetal, arcilla u otro material inconveniente, sin exceso de partículas alargadas o planas.

Salvo que las especificaciones particulares designen otra cosa, los agregados para el hormigón de cemento Portland cumplirán las exigencias granulométricas que se indican en la Tabla 803 2.1., de acuerdo a lo establecido en la norma INEN 872 (Tabla 3).

Las exigencias de granulometría serán comprobadas por el ensayo granulométrico INEN 696.

El peso específico de los agregados se determinará de acuerdo al método de ensayo INEN 857.

Los agregados gruesos no podrán contener material o sustancias perjudiciales que excedan de los porcentajes de la Tabla 803 2.2., según INEN 872

Árido Fino.

Los agregados finos para hormigón de cemento Portland estarán formados por arena natural, arena de trituración o una mezcla de ambas.

Los agregados finos se compondrán de partículas resistentes y duras, libres de material vegetal u otro material inconveniente.

Los agregados finos provenientes de diferentes minas o fuentes de origen no podrán ser almacenados conjuntamente; se los colocará en depósitos separados, a distancias suficientes, para evitar posibles mezclas entre los materiales de diferentes depósitos.

Los agregados finos obtenidos de diferentes fuentes de origen, no podrán ser utilizados en forma alternada en la misma obra que se está construyendo, sin contar con permiso escrito del Fiscalizador.

9.8 AGREGADOS PARA MEZCLAS ASFÁLTICAS

El agregado no deberá tener más del 10 % de su peso, de trozos alargados o planos según la Norma ASTM D4791 en una relación de una a cinco. El máximo de materiales deletéreos en los agregados es de 1% en peso según la Norma ASTM C142.

Los agregados gruesos retenidos en el tamiz INEN 4.75 mm. Deben tener una adecuada angularidad, es decir, al menos el 75 % en peso deben contener dos o más caras fracturadas, según la norma ASTM D 5821

El cemento asfáltico que deberá emplearse será de penetración 60 - 70 u 85 – 100. Los mismos deberán cumplir los requisitos que se presentan en la tabla 810.2.1.

9.9 ASFALTOS Y PRODUCTOS ASFÁLTICOS

Referencia SECCION 810

Objetivos.

La presente especificación tiene por objeto determinar los requisitos que deben cumplir los asfaltos y productos asfálticos aplicables a trabajos de pavimentación.

Alcance y Limitaciones.

Esta especificación se aplica únicamente a productos de asfalto y asfaltos obtenidos por destilación del petróleo. No cubre los requisitos de los materiales asfálticos para impermeabilización u otros usos diferentes a los empleados en obras viales.

Tampoco se aplica a asfaltos naturales, los cuales, para su empleo, deberán cumplir lo establecido en las Especificaciones Particulares.

Definiciones Específicas.

Asfalto: Material aglomerante de color entre negro a pardo oscuro, cuyos constituyentes predominantes son betunes que se encuentran en la naturaleza o son obtenidos por destilación del petróleo.

Cemento asfáltico: Asfalto con o sin fluidificantes, de consistencia y calidad apropiada para uso directo en la fabricación de pavimentos flexibles.

Asfaltos diluidos: Asfaltos mezclados con destilados de petróleo, para obtener propiedades específicas.

Emulsiones asfálticas: Material bituminoso mezclado uniformemente con agua y un agente emulsificante.

Emulsiones de alta flotación (high float): emulsión asfáltica especial, en la cual se ha modificado su componente asfáltico base.

Emulsificante: Componente de las emulsiones asfálticas cuyas moléculas envuelven por completo a las partículas de asfalto.

Rotura de una emulsión asfáltica: Separación de las dos fases de la misma.

Cementos Asfálticos.

Descripción.

Los cementos asfálticos son residuos de la destilación del petróleo y se caracterizan por permanecer en estado semisólido a la temperatura del ambiente.

Los cementos asfálticos mezclados con agregados forman el hormigón asfáltico, empleado en pavimentos, en las capas de rodadura o base.

Requisitos

El cemento asfáltico que deberá emplearse será de penetración 60 - 70 u 85 – 100. Los mismos deberán cumplir los requisitos que se presentan en la tabla 810.2.1.

No se recomienda la utilización de estos cementos asfálticos para riegos.

TABLA 810.2.1.**PARAMETROS DE CONTROL MAXIMO Y MINIMOS QUE DEBE CUMPLIR EL ASFALTO.**

ENSAYOS	60-70		85-100	
Betún original	mínimo	máximo	mínimo	máximo
Penetración (25 °C, 100 gr, 5 s), mm/10.	60	70	85	100
Punto de ablandamiento A y B, °C.	48	57	45	53
Índice de penetración (*).	-1,5	+1,5	-1,5	+1,5
Ductilidad (25 °C, 5 cm/minuto), cm.	100	---	100	---
Contenido de agua (en volumen), % .	---	0,2	---	0,2
Solubilidad en Tricloroetileno, %.	99	---	99	---
Punto de inflamación, Copa Cleveland, °C.	232	---	232	---
Densidad relativa, 25 °C/ 25 °C	1,00	---	1,00	---
Ensayo de la mancha (**)	NEGATIVO		NEGATIVO	
Contenido de parafinas, %.	---	2.2	---	2.2
Ensayos al residuo del TFOT:				
Variación de masa, %.	---	0,8	---	1,0
Penetración, % de penetración original.	---	54	---	50
Ductilidad, cm	50	---	75	---
Resistencia al endurecimiento (***).	---	5,0	---	5,0
TFOT (Thin Film Oven Test)- Ensayo en horno sobre película delgada.				

NOTAS:

(*) El índice de penetración (IP) se determina a partir del valor de la penetración en mm/10, a 25 °C, 100 gramos y 5 segundos (Pen) y del punto de ablandamiento, °C, por el método de anillo y bola (Tab), según las expresiones siguientes:

$$A = 50. \left[\frac{\log 800 - \log \text{Pen}}{\text{Tab} - 25} \right]$$

$$\text{IP} = \frac{20 - 10.A}{A + 1}$$

(**) Deberá indicarse el tipo de solvente. Si se usan solventes con xileno debe especificarse el porcentaje a emplear.

(***) La resistencia al endurecimiento es la relación entre la viscosidad absoluta a 60 °C después del ensayo TFOT y dicha viscosidad a 60 °C en el betún original (antes de la prueba).

Ensayos y Tolerancias.

El muestreo y los ensayos necesarios que se efectúen para comprobar las propiedades de los cementos asfálticos, deben seguir los procedimientos estipulados en las Normas INEN, y de no haberlas, se deberá optar por lo indicado en las Normas AASHTO que correspondan. La Tabla 810 2.2., detalla las normas existentes, para cada caso.

Los Asfaltos también serán aceptados, cuando cumplan con con las especificaciones del programa SHRP (Strategic Highway Research Program), en el grado de PG64-10,

(Cuadro MPI-93). Para ciertos proyectos especiales podrá requerirse el grado PG58-16 o el PG70-10.

Procedimiento para la aceptación para cementos asfálticos.

El manejo de los asfaltos con el rigor necesario está supeditado al buen conocimiento de sus requisitos de calidad por parte de las partes involucradas en el proceso, es decir, el productor, el comercializador, el transportista, el contratista y el fiscalizador. Las exigencias de calidad se establecen en la tabla 810-2.1.

Dado que existen diferentes niveles de complejidad en los ensayos que se necesitan para evaluar las propiedades requeridas, así como de prioridades para clasificar y estimar el comportamiento del asfalto, se establecen dos categorías de control:

Categoría 1. Comprende el chequeo sobre el betún original de:

- Penetración
- Punto de ablandamiento
- Índice de penetración
- Punto de inflamación
- Densidad relativa

Categoría 2. Comprende el control sobre el betún original de:

- Ductilidad
- Contenido de agua
- Solubilidad
- Ensayo de la mancha
- Contenido de parafinas
- y todos los ensayos previstos sobre el residuo del TFOT.

En el contrato para la venta del producto, el proveedor se deberá comprometer a cumplir los parámetros de calidad exigidos en las Categorías 1 y 2, con las implicaciones legales que esto conlleva.

Agua

El agua para mezcla de hormigones y morteros no debe tener sustancias nocivas tales como:

DETERMINACION

LIMITACION

PH	Mayor o igual a 5
Sustancias disueltas	Menor o igual 15 gr./ litro
Sulfatos	Menor o igual 1 gr./ litro
Sustancias orgánicas	
solubles en éter	Menor o igual 15 gr./ litro
ion cloro	Menor o igual 6 gr./litro
Hidratos de carbono	No deben contener

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARCOM – Agencia de Regulación y Control Minero
2. Normas ASTM/INEN
3. Especificaciones Generales para Caminos y Puentes MTOP-001-2002

Elaborado:	Revisado:	Aprobado:
Ing. Gianmarco Pendola M.  Firmado electrónicamente por: GIANMARCO RENATO PENDOLA MIRAGLIA Director de Proyecto	Ing. Melanie Álvarez A.  Firmado electrónicamente por: MELANIE ESTEFANIA ALVAREZ ALVARADO Supervisora del Contrato	Ing. Jorge Carrillo Tutivén  Firmado electrónicamente por: JORGE RAUL CARRILLO TUTIVEN Administrador de Contrato