

CAPITULO 400

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

SECCION 401 SUPERFICIES DE RODADURA

401-1. Superficie de Grava - Arcilla.

401-1.01. Descripción.- Este trabajo consistirá en la construcción de una capa estabilizada de grava y arcilla o arena y arcilla, según sea la granulometría del árido, sobre una subrasante terminada con los alineamientos, pendientes y secciones transversales indicados en los planos contractuales, a fin de dotar al camino de una superficie uniforme y resistente para circulación vehicular de baja intensidad.

La arcilla, grava o arena necesarias para este trabajo podrán provenir de la excavación para la plataforma del camino o de fuentes de fuera de los límites del proyecto. En ambos casos, los materiales y sus sitios de explotación deberán ser autorizados por el Fiscalizador.

401-1.02. Materiales.- Para este trabajo pueden utilizarse materiales existentes en la subrasante construida, sea directamente de la excavación; o con material proveniente de préstamos; o materiales escogidos de fuentes existentes fuera de los límites del proyecto.

Deberán utilizarse mezclas homogéneas de grava y arcilla o arena y arcilla, exentas de materiales vegetales, que formen una capa de espesor compactado uniforme como lo indiquen los planos del contrato.

La mezcla de materiales deberá tener un límite líquido máximo de 35 y un índice de plasticidad no mayor de 9, y la granulometría deberá cumplir los requisitos indicados en la Tabla 401-1.1.

401-1.03. Equipos.- El Contratista deberá disponer en el trabajo del equipo que sea necesario para la construcción de la superficie de rodadura, según el procedimiento de trabajo que se emplee, equipo que deberá ser aprobado por el Fiscalizador.

El equipo mínimo deberá constar de motoniveladora con escarificador, pulverizadora-mezcladora de paletas rotatorias o rastra de discos, rodillos lisos de ruedas de acero o neumáticos, equipo de transporte y tanqueros para hidratación.

Tabla 401-1.1.

| TAMIZ | Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada | | | | |
|--------------------|--|----------|----------|----------|----------|
| | A | B | C | D | E |
| 2" (50.8 mm) | 100 | | | | |
| 1 1/2" (38.10 mm) | 80 - 100 | | | | |
| 1" (25.4 mm.) | 60 - 80 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 3/8" (9.5 mm.) | -- | 50 - 85 | 60 - 100 | -- | -- |
| Nº 4 (4.75 mm.) | 45 - 65 | 35 - 70 | 45 - 85 | -- | -- |
| Nº 10 (2.00 mm.) | -- | 25 - 50 | 30 - 65 | 40 - 100 | 55 - 100 |
| Nº 40 (0.425 mm.) | -- | 12 - 30 | 15 - 40 | 20 - 50 | 30 - 70 |
| Nº 200 (0.075 mm.) | 5 - 15 | 4 - 12 | 5 - 15 | 6 - 20 | 8 - 25 |

401-1.04. Ensayos y Tolerancias.- La granulometría de la mezcla deberá ser comprobada mediante los ensayos INEN 696,(AASHTO T-11 y T-27), los mismos que serán realizados inmediatamente después de completado el mezclado.

El índice de plasticidad y los límites de consistencia serán determinados mediante los ensayos INEN 691 y 692, (AASHTO T-89 y T-90).

Para controlar la calidad de la construcción se deberá efectuar los ensayos correspondientes de Densidad Máxima y Humedad Optima, de acuerdo con las exigencias de AASHTO T-180, método D. La densidad de campo deberá ser comprobada por medio de equipo nuclear debidamente calibrado o del ensayo AASHTO 205-64, y no deberá ser menor del 95% de la Densidad Máxima obtenida en laboratorio.

El espesor de la capa determinada deberá comprobarse a intervalos de 100 m de longitud, tomando medidas a los lados y eje de la vía alternadamente; el espesor medido no será inferior en más de dos centímetros al establecido en los planos, y en todo caso el promedio de las mediciones será igual o mayor que el espesor indicado en los planos.

Las alineaciones y pendientes transversales son muy importantes para permitir un escurrimiento apropiado y acelerado y evitar empozamientos de agua lluvia. Por los tanto, las cotas de la superficie terminada y la conformación de la sección transversal serán comprobadas con nivel, y no se permitirá desviaciones mayores a dos centímetros en ningún punto.

401-1.05. Procedimiento de trabajo.- La construcción de la superficie de rodadura de grava - arcilla o arena - arcilla podrá ser llevada a cabo utilizando materiales que se hallen formando la subrasante, provenientes directamente de la excavación o de préstamos, o materiales transportados de las fuentes más convenientes para el proyecto.

Cuando se trate de aprovechar el suelo de la subrasante, se deberá escarificar el espesor deseado utilizando una motoniveladora, para luego pulverizar el suelo mediante el uso de una máquina pulvi-mixer o una rastra de discos aprobada por el Fiscalizador. A continuación se agregará la proporción necesaria de grava, arena o arcilla, según el caso, tendiendo este material en una capa uniforme a todo el ancho de la vía, mediante el empleo de una motoniveladora. La mezcla deberá efectuarse utilizando la pulvi-mixer o la rastra de discos, hasta que todo el material se halle homogéneo. Se continuará el proceso añadiendo el agua necesaria para obtener la humedad óptima y una vez humedecido uniformemente se conformará la superficie para proceder a la compactación mediante rodillos lisos o neumáticos.

La superficie terminada debe ser uniforme y lisa. De existir exceso de humedad o áreas secas se deberá remover el material y dejarlo evaporar o añadir agua, respectivamente, para volverlo a compactar.

Cuando sea necesario transportar al sitio los dos tipos de material para cumplir con los requisitos de plasticidad y granulometría, se deberá colocar el primer material y esparcirlo en una capa uniforme a un costado de la vía, a fin de colocar sobre él el segundo material en la dosificación necesaria para proceder a mezclarlo mediante el uso de motoniveladora, pulverizadoras-mezcladoras o rastras de discos, hasta conseguir una mezcla homogénea del material de acuerdo con el diseño, luego de lo cual se continuará con el proceso de tendido, humedecimiento, conformación y compactación descritos anteriormente.

401-1.06. Medición.- La cantidad por pagarse por la construcción de la superficie estabilizada de grava - arcilla o arena - arcilla corresponderá al volumen compactado de la capa tratada, terminada y aceptada por el Fiscalizador. La medición se efectuará en base al área considerada como proyección en un plano horizontal y al espesor especificado y efectivamente construido.

401-1.07. Pago.- Las cantidades de obra, determinadas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios determinados en el contrato para el rubro designado a continuación.

El pago efectuado y el precio contractual constituirán la compensación total por la explotación total y suministro de los materiales necesarios; por su escarificación, preparación, mezcla, hidratación, compactación y conformación; así como por el equipo empleado, la mano de obra, herramientas, materiales, operaciones conexas necesarias para completar el trabajo descrito en esta sección.

| N° del Rubro de Pago y Designación | Unidad de Medición |
|------------------------------------|--------------------|
|------------------------------------|--------------------|

| | | |
|-------|----------------------------------|--------------------------------|
| 401-1 | Superficie de grava-arcilla..... | Metro cúbico (m ³) |
|-------|----------------------------------|--------------------------------|

401-2. Superficie de Agregados no Tratados.

401-2.01. Descripción.- Este trabajo consistirá en la construcción de una capa de agregados no tratados, colocada sobre la subrasante terminada con los alineamientos, pendientes y secciones transversales indicados en los planos, con el fin de proveer a la vía de una superficie estable, resistente e impermeable para circulación vehicular de baja intensidad.

Los áridos no tratados pueden consistir de fragmentos de roca, gravas, aglomerados, combinados con suelos de partículas finas como arenas, arcillas, limos, en cantidad suficiente para ligar las partículas gruesas entre sí, y de acuerdo con el diseño que someta el Contratista a la aprobación del Fiscalizador.

Los materiales a utilizarse deberán provenir de fuentes autorizadas por el Fiscalizador.

401-2.02. Materiales.- Los materiales necesarios para este trabajo pueden ser explotados en fuentes fuera de los límites del proyecto, o pueden provenir de la excavación de la plataforma del camino. Los áridos no necesitan ser tratados, pero se los tamizará para separar las partículas gruesas que salgan de los límites granulométricos.

Los agregados gruesos consistirán de partículas resistentes y durables que tengan un porcentaje de desgaste a la abrasión de 50% como máximo. Las partículas finas consistirán de una mezcla de arena y arcilla o limo, y no deberán contener material vegetal; el índice de plasticidad de la fracción que pasa el tamiz N° 40 será como máximo de 9 y su límite líquido no será mayor de 35; la fracción que pasa el tamiz N° 200 no deberá ser mayor que las dos terceras partes de la fracción que pasa el tamiz N° 40.

En caso de no encontrarse materiales originales que cumplan los requisitos para estas superficies de áridos no tratados, podrán utilizarse mezclas de materiales en las proporciones que señale el Fiscalizador. En todo caso, se deberá cumplir los límites de una de las granulometrías especificadas en la Tabla 401-2.1.

401-2.03. Equipo.- El Contratista deberá disponer del equipo necesario aprobado por el Fiscalizador. Dispondrá como mínimo de motoniveladoras, vehículos de transporte de material, equipo de cribado, tanqueros para hidratación, rodillos lisos de tres ruedas de acero o rodillos vibratorios y rodillos neumáticos si es del caso.

Tabla 401-2.1.

| TAMIZ | Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada | | | |
|--------------------|---|---------|---------|----------|
| | A | B | C | D |
| 3" (76.2 mm.) | 100 | -- | -- | -- |
| 2" (50.8 mm.) | 80 - 100 | 100 | -- | -- |
| 1" (25.4 mm.) | 55 - 85 | 75 - 95 | 100 | 100 |
| 3/8" (9.50 mm.) | -- | -- | 50 - 85 | 60 - 100 |
| Nº 4 (4.750 mm.) | 30 - 55 | 30 - 60 | 35 - 65 | 50 - 85 |
| Nº 200 (0.075 mm.) | 5 - 15 | 5 - 15 | 5 - 15 | 5 - 20 |

401-2.04. Ensayos y Tolerancias.- La granulometría del material colocado en la vía será comprobada mediante los ensayos INEN 696 (AASHTO T-11 y T-27).

El porcentaje máximo de desgaste de los agregados gruesos no será mayor del 50% a 500 revoluciones, determinado mediante los ensayos INEN 860 y 861.(AASHTO T-96).

El índice de plasticidad y los límites de la fracción que pasa el tamiz Nº 40 serán comprobados mediante los ensayos INEN 691 y 692.(AASHTO T-89 y T-90)

La densidad máxima y humedad óptima serán establecidas a partir del ensayo AASHTO T-180, Método D y la densidad en la obra se comprobará mediante método nuclear o el ensayo AASHTO T-147 y su valor no deberá ser menor que el 95% de la densidad obtenida en laboratorio.

El espesor de la capa deberá ser comprobado mediante nivelación o efectuando perforaciones a intervalos de 100 m en forma alternada en el eje y a los costados del camino; el promedio de los espesores no deberá ser inferior al establecido en los planos.

Las alineaciones y pendientes transversales deberán ser revisadas minuciosamente para impedir empozamientos de agua. Las cotas y la conformación de la superficie terminada serán comprobadas mediante nivelación, y no se permitirán desviaciones mayores a 2 cm. en ningún punto.

En caso de que la comprobación de los espesores se haya efectuado mediante perforaciones, el Contratista deberá rellenarlas, a su costo, con el mismo material que el empleado para la superficie de agregados no tratados, debidamente compactado.

401-2.05. Procedimientos de Trabajo.- La construcción de la superficie de agregados no tratados puede ser llevada a cabo con una sola clase de material o

con mezclas de dos o más en caso de ser necesario, para cumplir los requerimientos del diseño y no encontrarse un material apropiado para ser usado directamente.

En el primer caso, el agregado será transportado al sitio y será depositado sobre la subrasante aprobada, en los volúmenes apropiados a los costados del camino, desde donde será regado con una motoniveladora, evitando la segregación de tamaños. Durante el regado a todo lo ancho de la vía se deberá humedecer el material hasta lograr la humedad óptima y luego se procederá a compactarlo con rodillos lisos de tres ruedas o rodillos vibrantes.

La compactación deberá progresar gradualmente desde los costados hacia el centro en sentido paralelo al eje del camino, a fin de evitar desplazamientos del material.

En el caso de usar dos materiales provenientes de fuentes separadas, se transportará en primer lugar el material grueso, el cual será esparcido con una motoniveladora en una capa uniforme a un costado del camino; sobre esta capa se colocará el agregado fino en la proporción necesaria y se procederá a la mezcla con una motoniveladora u otro equipo aprobado por el Fiscalizador.

Durante el mezclado se realizará paulatinamente la hidratación y luego de que la mezcla se halle homogénea se esparcirá a todo lo ancho de la vía en una capa de espesor uniforme para efectuar la compactación.

El espesor máximo de la capa por compactar dependerá del tipo de rodillos que se utilicen; en todo caso, esta relación deberá ser autorizada por el Fiscalizador, pero en ningún caso el espesor compactado de cada capa será mayor a 30 cm.

401-2.06. Medición.- La cantidad a pagarse por la construcción de la superficie de agregados no tratados será el número de metros cúbicos colocados en la obra, aprobados y medidos después de la compactación, en base a la longitud terminada y a las dimensiones de la sección transversal constante en los planos.

401-2.07. Pago.- El pago de las cantidades determinadas según lo indicado en el numeral anterior se pagarán a los precios constantes en el contrato para al rubro consignado a continuación.

El pago efectuado y el precio contractual constituirán la compensación total por los trabajos de explotación y el suministro de los materiales necesarios para construir esta superficie; por su mezclado, hidratación, regado, compactación y conformación; así como por el equipo empleado, la mano de obra, herramientas y operaciones conexas necesarias para ejecutar los trabajos descritos en esta sección.

Nº del Rubro de Pago y Designación

Unidad de Medición

401-2 Superficie de agregados no tratados.....Metro cúbico (m³)

401-3. Suelo Estabilizado con Material Bituminoso.

401-3.01. Descripción.- Este trabajo consistirá en la construcción de una capa de suelo estabilizada con material bituminoso, sobre una subrasante terminada con los alineamientos, pendientes y secciones indicados en los planos contractuales, a fin de conseguir un mejoramiento de las características resistentes del suelo, y disminución de la permeabilidad, que permitan proveer al camino de una superficie uniforme y resistente para circulación vehicular de baja intensidad.

Los suelos que se utilizarán en este trabajo podrán provenir de la excavación para la plataforma del camino o de fuentes de fuera de los límites del proyecto. En ambos casos, los suelos y sus sitios de explotación serán autorizados por el Fiscalizador.

401-3.02. Materiales.- Para este trabajo pueden utilizarse los suelos de que está formada la subrasante del camino, o materiales existentes fuera de los límites del proyecto; en todo caso, exentos de cantidades perjudiciales de materia orgánica, arcilla de alta plasticidad y de materiales micáceos.

Pueden utilizarse suelos cohesivos o materiales no cohesivos como limos, arenas, o mezclas de ellos. Su granulometría no es absolutamente restrictiva, pero es recomendable que más del 50% del suelo pase a través del tamiz N° 4 (4.75 mm.) y que entre el 10 y el 50% pasen a través del tamiz N°. 200 (0.075 mm.). El límite líquido deberá ser menor a 35 y el índice de plasticidad será menor a 9.

El material bituminoso estará constituido por asfaltos diluidos o por emulsiones asfálticas que cumplan los requisitos especificados en las subsecciones 810-3 y 810-4 respectivamente. En todo caso, el tipo y grado del material bituminoso estará determinado en el contrato; sin embargo, en caso de necesidad el Fiscalizador podrá cambiar a uno de los grados más próximos, sin que haya modificación en el precio unitario señalado en el contrato.

401-3.03. Equipo.- El Contratista deberá disponer del equipo necesario para la debida ejecución de estos trabajos, el cual deberá contar con la aprobación del Fiscalizador.

El equipo mínimo dependerá del procedimiento que se emplee para la estabilización de los materiales que formarán la superficie de rodadura. Según el caso, estará conformado por una planta central de mezclado o mezcladoras portátiles de paletas rotativas o de tambor, equipo de transporte, distribuidor de asfalto autopropulsado según está especificado en el numeral 405-1.03, motoniveladoras con escarificador, pulverizadoras-mezcladoras de paletas rotativas o rastras de discos, rodillos lisos de ruedas de acero o preferentemente neumáticos con carga por rueda y presión de inflado apropiadas para el espesor de la superficie estabilizada.

401-3.04. Ensayos y Tolerancias.- La granulometría del material deberá comprobarse mediante el ensayo INEN 696.(AASHTO T-11 y T-27).

La mezcla será diseñada utilizando el suelo, bitumen y agua. El contratista deberá preparar la fórmula de trabajo que pretende emplear, a fin de someterla a consideración del Fiscalizador para su autorización, antes de lo cual, no se deberá iniciar ningún trabajo.

La fórmula de trabajo señalará el porcentaje en peso del ligante bituminoso en relación al peso del suelo seco, el porcentaje de agua que debe contener el suelo en el momento del mezclado y compactación y la densidad máxima de la mezcla.

La tolerancia en la dosificación del material bituminoso establecida en la fórmula de trabajo será de $\pm 1\%$ del peso seco del material a estabilizar.

Los ensayos específicos para resistencia a la compresión, estabilidad y densidad en sitio, deberán ser determinados para el caso concreto en las disposiciones contractuales.

El espesor de la capa estabilizada deberá ser comprobado a intervalos de 100 metros tomando medidas de los lados y al eje del camino alternadamente; el espesor no deberá variar en más de 1.5 cm. de lo especificado en los planos; el promedio de los espesores no deberá ser inferior al estipulado en el contrato. Las alineaciones y pendientes transversales son muy importantes para permitir un escurrimiento óptimo y acelerado y evitar empozamientos de agua lluvia. Por lo tanto, las cotas de la superficie terminada y la conformación de la sección transversal serán comprobadas con nivel y no se permitirá desviaciones mayores a 2 cm. en ningún punto.

401-3.05. Procedimientos de trabajo.- El tratamiento puede efectuarse en sitio o en una planta central. En el primer caso, la construcción de la superficie estabilizada de suelo-asfalto podrá ser llevada a cabo con el suelo existente en la subrasante, y en el segundo caso, se podrá utilizar materiales provenientes de fuentes de fuera del proyecto.

Cuando se trate de aprovechar el suelo de la subrasante, que será el caso más común, se deberá en primer lugar escarificar el espesor deseado utilizando las motoniveladoras, para luego pulverizar el suelo meticulosamente por medio de máquinas pulvi-mixer o rastras de discos. Se recogerá el suelo pulverizado a un costado del camino usando motoniveladoras y formando con él una faja de ancho y espesor uniformes. A continuación se añadirá el asfalto mediante distribuidores autopropulsados, los cuales regularán la proporción debida, y luego se mezclará el material con las motoniveladoras pasándolo varias veces a uno y otro costado del camino. En caso de formarse grumos se empleará nuevamente la pulvi-mixer o la rastra de discos.

Cuando la mezcla suelo-asfalto se halle homogénea, se la tenderá a todo el

ancho, mientras se añade el agua necesaria establecida en el diseño para lograr la humedad óptima total antes de la compactación. Se conformará la capa con las alineaciones y sección transversal especificadas y se procederá a la compactación.

La compactación se iniciará con los rodillos lisos de ruedas de acero, empezando por los costados del camino y avanzando hacia el centro, traslapando una parte del ancho del rodillo en cada pasada. Se continuará la compactación con rodillos neumáticos apropiados, hasta alcanzar la densidad especificada. El contratista cuidará que los rodillos que se empleen en este tratamiento tengan el riego necesario de agua para humedecer las ruedas o neumáticos, a fin de que no se pegue el material. En ningún caso se humedecerán las ruedas con diesel u otros aceites livianos. Se continuará la compactación hasta lograr uniformemente un 95% de la densidad máxima establecida en el Laboratorio, mediante el método AASHTO T-180.

Si es necesario utilizar suelos diferentes a los de la subrasante por no cumplir éstos los requisitos especificados, podrán usarse materiales extraídos de las fuentes más convenientes para el proyecto. En este caso se los podrá también estabilizar luego de transportarlos al sitio, utilizando el procedimiento descrito en los párrafos anteriores, se podrá emplear una planta mezcladora central, en la cual preparará la mezcla con la humedad necesaria y luego la transportará al camino para colocarla con máquinas distribuidoras o tenderla con motoniveladora, conformarla y compactarla como se indicó en los párrafos anteriores, hasta alcanzar la densidad especificada.

Al iniciarse los trabajos el Contratista deberá construir un tramo de prueba de aproximadamente 500 metros de longitud que será ensayado para determinar la densidad, el grado de disgregación del suelo si lo hubiere, proporciones del material bituminoso, espesor de la capa y más requerimientos exigidos por el Fiscalizador, luego de lo cual éste deberá autorizar la prosecución de los trabajos, requisito sin el cual el Contratista no podrá continuar éste trabajo.

401-3.06. Medición.- La cantidad a pagarse por la superficie estabilizada de suelo-asfalto, corresponderá al volumen de la capa tratada, terminada y aceptada por el Fiscalizador y la cantidad de material bituminoso efectivamente empleada.

La medición de la capa estabilizada se efectuará en metros cúbicos, en base al área considerada como proyección en un plano horizontal, y al espesor compactado especificado y efectivamente construido.

La medición del material bituminoso se efectuará por litros, reduciendo el volumen empleado a la correspondiente temperatura de aplicación, al volumen a 15.6 °C, de acuerdo con los datos constantes en la subsección 810-5. para asfaltos diluidos y para las emulsiones asfálticas.

401-3.07. Pago.- Las cantidades de obra, determinadas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios establecidos en el contrato para los rubros designados a continuación.

El pago efectuado y el precio contractual constituirán la compensación total por los trabajos de transporte y suministro del material bituminoso; si es del caso, la explotación, transporte y suministro de los suelos necesarios para construir esta superficie, o por la escarificación y pulverización de los suelos de la subrasante, la mezcla, hidratación, distribución, conformación y compactación, así como por el equipo empleado, la mano de obra, herramientas, operaciones conexas y necesarias para ejecutar los trabajos descritos en esta sección.

| Nº del Rubro de Pago y Designación | Unidad de Medición |
|---|--------------------------------|
| 401-3 (1) Suelo estabilizado con material Bituminoso..... | Metro cúbico (m ³) |
| 401-3 (2) Asfalto diluido tipo.....grado..... | Litro (1) |
| 401-3 (2) Emulsión asfáltica tipo..... | Litro (1) |

401-4. Adoquinado.

401-4.01. Descripción.- Este trabajo consistirá en la construcción de superficies de rodadura formadas por bloques regulares de piedra o de hormigón hidráulico, colocados sobre una subrasante adecuadamente terminada, y de acuerdo con los requerimientos contractuales y las instrucciones del Fiscalizador.

Este trabajo incluirá también la preparación de la piedra para formar el adoquín o la provisión del adoquín de hormigón, de la forma y tamaño especificados; la colocación de una capa de asiento de arena y el suministro y colocación de todos los elementos necesarios para completar la obra, de acuerdo con los detalles indicados en los planos.

401-4.02. Materiales.- El adoquín de piedra estará formado por fragmentos de roca resistentes y durables, que cumplan con los requisitos establecidos en la subsección 813-3. La roca original será cortada manual o mecánicamente para formar paralelepípedos rectangulares, con la cara superior labrada, para conseguir regularidad geométrica y textura uniformes; los cuatro costados serán cortados en ángulo recto y su cara inferior podrá no ser regularizada, aunque no tendrá proyecciones tales que causen punzonamiento excesivo en las capas inferiores. Sus dimensiones serán las indicadas en el contrato.

Los adoquines de hormigón serán contruidos en prensas mecánicas, y serán así mismo paralelepípedos rectangulares con todas sus caras regulares y uniformes formadas en ángulo recto. Serán premoldeados en las dimensiones especificadas para utilizarlos sin ninguna adecuación posterior. En todo caso la forma y dimensiones exactas estarán establecidas en los documentos contractuales. El hormigón para la preparación de los adoquines estará formado por agregados gruesos y finos cribados o triturados, que cumplan con los requisitos de la subsección 813-4, cemento Portland tipos I ó II, acordes con las exigencias de la Sección 802, y agua.

La arena para la capa de asiento deberá cumplir con los requisitos indicados en la subsección 813-5.

401-4.03. Equipo.- El Contratista deberá disponer de todo el equipo necesario para la provisión de los adoquines y su puesta en obra, equipo que deberá ser autorizado por el Fiscalizador.

Los adoquines serán fabricados usando una máquina estática para la fabricación de bloques, que disponga de compactación por presión y vibratoria, en el caso de utilizarse adoquines de hormigón; se dispondrá en obra de rodillos lisos tandem de 6 a 10 toneladas o rodillos vibratorios de energía de compactación equivalente.

401-4.04. Ensayos y Tolerancias.- El contratista deberá suministrar al Fiscalizador, por lo menos con 30 días de anticipación, muestras representativas de los adoquines de piedra fabricados a fin de realizar los ensayos de calidad determinados en la subsección 813-3.

En caso de adoquines de hormigón, el contratista suministrará al Fiscalizador, también con un mínimo de 30 días de anticipación, muestras representativas de los agregados para la comprobación de calidad en atención al numeral 813-4.02. La granulometría se comprobará mediante el ensayo INEN 696.(AASHTO T-11 y T-27).

El Fiscalizador comprobará la resistencia a la compresión del adoquín de cada parada de fabricación de acuerdo con lo establecido en la norma INEN 1485. Los requisitos necesarios para la fabricación de los adoquines de hormigón empleados en pavimentos deberán cumplir lo establecido en la norma INEN 1488.

Una vez asentados los adoquines y terminado el relleno de las juntas, la superficie deberá presentar uniformidad y regularidad y cumplir con las pendientes, alineaciones y anchos especificados. El Fiscalizador efectuará las comprobaciones mediante nivelación y utilizando una regla de 3 metros de longitud, que será colocada transversal y longitudinalmente de acuerdo con las cotas y perfiles constantes en los planos. La separación máxima tolerable entre la regla y la superficie será de un centímetro.

Las irregularidades mayores que las tolerancias admitidas deberán ser corregidas levantando los adoquines en la sección afectada, nivelando la capa de asiento o cambiando los adoquines, a satisfacción del Fiscalizador, y a costa del Contratista.

401-4.05. Procedimientos de trabajo.- La superficie de apoyo debe hallarse conformada de acuerdo con lo estipulado en los documentos contractuales y estas especificaciones. Antes de iniciar la colocación de la capa de asiento, deberá ser humedecida uniformemente.

Luego, se colocará una capa de arena de aproximadamente 5 cm. de espesor en toda superficie que recibirá el adoquín. Sobre esta capa se asentarán los bloques maestros para continuar, en base a ellos, la colocación del resto de adoquines nivelados y alineados utilizando hilos guías que se colocarán en sentido longitudinal y transversal. La penetración y fijado preliminar del adoquín se conseguirá mediante un pisón de madera con el cual se acomodarán y nivelarán los adoquines.

Todos los espacios mayores al 25% del área de un adoquín deberán ser ocupados por fracciones cortadas; las áreas inferiores al 25% podrán ser rellenadas con hormigón de 300 Kg/cm^2 de resistencia a la rotura por compresión como mínimo, y su superficie será tratada con la misma textura del adoquín de piedra o de hormigón.

Los adoquines deberán quedar separados por espacios máximos de unos 5 mm. aproximadamente, los cuales serán rellenados con arena fina o polvo de piedra de trituración, cuyo 100% deberá atravesar el tamiz N°. 4 y entre el 15 y el 50% deberá atravesar el tamiz N°. 200. Este material se esparcirá uniformemente sobre la superficie y se ayudará a su penetración mediante el uso de escobas y riego de agua.

Una vez completada la colocación de los adoquines y relleno de las juntas, se procederá a la fijación y asentamiento mediante el uso de rodillos lisos tandem de 6 a 8 toneladas. Finalmente, se barrerá el exceso del agregado fino.

401-4.06. Medición.- Las cantidades a pagarse por la construcción de la superficie adoquinada serán los metros cuadrados debidamente ejecutados y aceptados por el Fiscalizador, medidos como la proyección de la superficie en un plano horizontal.

No se medirán para el pago las cajas de revisión, sumideros, pozos u otros elementos que se hallen incluidos en la calzada.

No serán medidos para el pago los materiales utilizados para la capa de asiento ni para el relleno de las juntas, los cuales se considerarán dentro del precio del adoquinado.

401-4.07. Pago.- Las cantidades determinadas de acuerdo al numeral anterior serán pagadas a los precios contractuales para los rubros abajo designados y que consten en el contrato.

Estos precios y pagos constituirán la compensación total por la fabricación, suministro, manejo, transporte, colocación sobre una capa de asiento y relleno de juntas de adoquines; suministro y colocación de la arena para asiento y del material para las juntas; así como la mano de obra, equipo, herramientas y operaciones conexas, necesarios para la ejecución de los trabajos descritos en esta sección, incluyendo la remoción y reemplazo de los tramos no aceptados por el Fiscalizador.

| N° del Rubro de Pago y Designación | Unidad de Medición |
|--|----------------------------------|
| 401-4 (1) Adoquinado de piedra..... | Metro cuadrado (m ²) |
| 401-4 (1) Adoquinado de bloques de hormigón..... | Metro cuadrado (m ²) |

401-5. Empedrado.

401-5.01. Descripción.- Este trabajo consistirá en el recubrimiento de la superficie de la vía con una capa de cantos rodados o de piedra partida. El recubrimiento se efectuará sobre la capa de apoyo debidamente terminada y de acuerdo con los requerimientos de los documentos contractuales y las instrucciones del Fiscalizador.

Este trabajo incluirá también la formación de una capa de asiento de arena, en la cual se acomodarán los fragmentos de piedra para el empedrado.

401-5.02. Materiales.- El empedrado se realizará con cantos rodados o con piedra fracturada, en concordancia con lo establecido en los documentos contractuales y con la disponibilidad de los mismos.

Este trabajo no deberá ser efectuado sobre una subrasante que tenga un valor de soporte CBR menor al 6%.

La piedra partida o canto rodado deberá tener de 15 a 20 cm. de diámetro para las maestras y de 10 a 15 cm. de diámetro para el resto de la calzada y cunetas empedradas. La clasificación y selección de las piedras adecuadas se hará en el lugar de explotación y no se permitirá el transporte o uso de piedras que no satisfagan los requerimientos de tamaño establecidos.

Las piedras deberán ser duras, limpias, no presentarán fisuras, serán lo más equidimensionales posible y deberán cumplir con los requerimientos previstos en la subsección 813-2.

La capa de asiento y el relleno de arena cumplirán los requisitos establecidos en la subsección 813-5.

401.5.03. Equipo.- La capa de piedra partida o canto rodado será colocada a mano, pero se requiere de equipo de compactación que puede estar formado por rodillos lisos de 8 a 12 toneladas o rodillos vibrantes de fuerza de compactación equivalente.

401-5.04. Ensayos y Tolerancias.- La comprobación del tamaño de las piedras se hará por cribado o en forma visual, a criterio del Fiscalizador.

Se comprobará la granulometría de las capas de asiento o material de relleno de acuerdo al ensayo INEN 696.

Las cotas y perfiles longitudinales o transversales no podrán variar en más de 2.5 cm., comprobados con el nivel o con una regla de 3.0 m de largo, colocada en sentido paralelo y transversal al eje del camino.

Los lugares donde se encuentren fallas inaceptables deberán ser removidos y corregidos a costa del Contratista.

401-5.05. Procedimiento de trabajo.- La subrasante sobre la que se colocará el empedrado deberá hallarse debidamente conformada y compactada, de acuerdo a las condiciones estipuladas en el contrato y en estas especificaciones. Luego, se tenderá sobre la subrasante una capa de arena uniforme, de unos 4 cm. de espesor, sobre la cual se irá acomodando a mano la piedra o canto rodado, cuidando que la cara más uniforme y lisa forme la superficie de rodadura.

Se deben colocar maestras o hileras con la piedra de mayor tamaño en los bordes, eje o límite de carriles, así como también en filas transversales cada 3 ó 3.5 m, formando así un encajonamiento que evite desprendimientos.

En el resto de la calzada se colocarán las piedras o cantos rodados con una adecuada pendiente transversal, para permitir el drenaje superficial hacia las cunetas.

No se usará de ninguna manera piedras pequeñas o gravas para llenar los intersticios en el empedrado; estos espacios se rellenarán con una mezcla aprobada de arena y material ligante o arcilla.

Se requiere de un pisón pequeño para hacer penetrar la piedra partida o canto rodado aproximadamente 2 cm. en la capa de asiento.

Inmediatamente después se esparcirá material de relleno en los espacios entre las piedras, para aumentar la adhesión entre éstas y disminuir la filtración de aguas lluvias.

Se conseguirá una penetración completa y uniforme de este material, por medio de escobas y riego de agua.

El emporado deberá cubrir completamente las piedras para facilitar el rodillado.

La compactación y fijación se llevará a cabo de inmediato, utilizando rodillos lisos o rodillos vibratorios, iniciando el trabajo en los costados y desplazándose hacia el centro, mientras se mantiene húmeda la superficie. Después del rodillado se eliminará de la calzada el material de relleno que se encuentre en exceso.

401-5.06. Medición.- Las cantidades a pagarse por la construcción de empedrados serán los metros cuadrados debidamente ejecutados y aceptados, medidos en obra como la proyección del empedrado en un plano horizontal.

No se medirán los pozos, cajas de revisión, sumideros u otros elementos que se hallen incluidos en la calzada.

No será medido para el pago el material utilizado para la capa de asiento y para el relleno de las piedras o cantos rodados, el cual se considerará dentro del precio del empedrado.

401-5.07. Pago.- Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior se pagarán a los precios contractuales para los rubros abajo designados y que consten en el contrato.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por el suministro, transporte, clasificación, colocación sobre una capa de asiento y relleno del empedrado, suministro y colocación de la arena para asiento y relleno; así como toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta sección, incluyendo la remoción y reemplazo de los tramos no aceptados por el Fiscalizador.

| Nº del Rubro de Pago y Designación | Unidad de Medición |
|---|---|
| 401-5 (1) | Empedrado con piedra partida.....Metro cuadrado (m ²) |
| 401-5 (1) | Empedrado con canto rodado.....Metro cuadrado (m ²) |

SECCION 402. MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE

402-1. Descripción

402-1.01.Generalidades.- Cuando así se establezca en el proyecto, o lo determine el Fiscalizador, la capa superior del camino, es decir, hasta nivel de subrasante, ya sea en corte o terraplén, se formará con suelo seleccionado, estabilización con cal; estabilización con material pétreo, membranas sintéticas, empalizada, o mezcla de materiales previamente seleccionados y aprobados por el Fiscalizador, en las medidas indicadas en los planos, o en las que ordene el Fiscalizador.

402-2. Mejoramiento con suelo seleccionado.- El suelo seleccionado se obtendrá de la excavación para la plataforma del camino, de excavación de préstamo, o de cualquier otra excavación debidamente autorizada y aprobada por el Fiscalizador.

Deberá ser suelo granular, material rocoso o combinaciones de ambos, libre de material orgánico y escombros, y salvo que se especifique de otra manera, tendrá una granulometría tal que todas las partículas pasarán por un tamiz de cuatro pulgadas (100 mm.) con abertura cuadrada y no más de 20 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 nueve (9) y límite líquido hasta 35% siempre que el valor del CBR sea mayor al 20%, tal como se determina en el ensayo AASHO-T-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.

De no requerir ningún procesamiento para cumplir las especificaciones pertinentes, el suelo seleccionado será transportado desde el sitio de excavación e incorporado directamente a la obra.

La distribución, conformación y compactación del suelo seleccionado se efectuará de acuerdo a los requisitos de los numerales 403-1.05.3 y 403-1.05.4 de las Especificaciones Generales; sin embargo, la densidad de la capa compactada deberá ser el 95% en vez del 100% de la densidad máxima, según AASHO-T-180, método D.

En casos especiales, siempre que las características del suelo y humedad y más condiciones climáticas de la región del proyecto lo exijan, se podrá considerar otros límites en cuanto al tamaño, forma de compactar y el porcentaje de

compactación exigible. Sin embargo, en estos casos, la capa de 20 cm., inmediatamente anterior al nivel de subrasante, deberá necesariamente cumplir con las especificaciones antes indicadas.

402-2.01. Equipo.- El Contratista deberá dedicar a estos trabajos todo el equipo adecuado necesario para la debida u oportuna ejecución de los mismos. El equipo deberá ser mantenido en óptimas condiciones de funcionamiento.

Como mínimo este equipo deberá constar de equipo de transporte, esparcimiento, mezclado, humedecimiento, conformación, compactación y, de ser necesario, planta de cribado.

402-2.02. Tolerancias.- Previa a la colocación de las capas de subbase, base y superficie de rodadura, se deberá conformar y compactar el material a nivel de subrasante, de acuerdo a los requisitos de las subsecciones 305-1 y 305-2. Al final de estas operaciones, la subrasante no deberá variar en ningún lugar de la cota y secciones transversales establecidas en los planos o por el Fiscalizador, en más de 2 cm.

402-2.03. Medición.- La cantidad a pagarse por la construcción de mejoramiento de subrasante con suelo seleccionado, será el número de metros cúbicos efectivamente ejecutados y aceptados, medidos en su lugar, después de la compactación.

Con fines del cómputo de la cantidad de pago, deberá utilizarse las dimensiones de ancho indicadas en los planos o las dimensiones que pudieran ser establecidas por escrito por el Fiscalizador.

La longitud utilizada será la distancia horizontal real, medida a lo largo del eje del camino, del tramo que se está midiendo. El espesor utilizado en el cómputo será el espesor indicado en los planos u ordenados por el Fiscalizador.

402-2.04. Pago.- La cantidad determinada en el numeral anterior se pagará al precio contractual para el rubro abajo designado y que consta en el contrato.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por las operaciones de obtención, procesamiento, transporte y suministro de los materiales, distribución, mezclado, conformación y compactación del material de mejoramiento, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales, operaciones conexas, necesarias para la ejecución de los trabajos descritos en esta Sección.

Nº del Rubro de Pago y Designación

Unidad de Medición

| | |
|-----------|--|
| 402-2 (1) | Mejoramiento de la subrasante con suelo seleccionado.....Metro cúbico (m ³) |
|-----------|--|

402-3. Subrasante Estabilizada con cal.

402-3.01. Descripción.- Este trabajo consistirá en la incorporación de una proporción determinada de cal hidratada al suelo de la subrasante previamente escarificado y pulverizado a fin de mejorar su capacidad de soporte y disminuir la plasticidad y sensibilidad a la presencia de agua.

402-3.02. Materiales.- Para este trabajo se deberá utilizar el suelo de la subrasante construida, directamente de la excavación o suelos provenientes de préstamos, exentos en todo caso de cantidades perjudiciales de materia orgánica, y cal hidratada que cumpla los requisitos establecidos en las Normas INEN 247 y 248.

Los suelos que se utilicen para esta estabilización con cal, no deberán contener partículas de tamaño superior a 80 mm.

La cal deberá hallarse lo suficientemente seca al momento de su incorporación al suelo, a fin de que fluya libremente, y, por tanto, deberá mantenerse protegida del efecto de la humedad hasta el momento de su utilización.

El agua que se utilice durante las operaciones de mezclado, así como para el curado de la mezcla preparada deberá cumplir con los requisitos establecidos en la Sección 804.

El material bituminoso que se utilice para el curado, si es del caso, deberá ser asfalto diluido de curado rápido o medio, cuyo tipo y cantidad serán fijados por el Fiscalizador o establecido en el contrato.

402-3.03. Equipo.- El Contratista deberá disponer en el trabajo, de todo el equipo necesario y adecuado para la construcción de la capa de subrasante estabilizada con cal, equipo que deberá ser aprobado por el Fiscalizador.

El equipo mínimo deberá constar de una motoniveladora con escarificador, una pulverizadora-mezcladora de paletas rotativas o un arado de discos, rodillos pata de cabra, rodillos lisos y neumáticos, equipo de transporte para la cal, esparcidores mecánicos (opcional), tanqueros para riego de la lechada o tanqueros para hidratación.

402-3.04. Ensayos y Tolerancias.- Para controlar el contenido de cal en la mezcla y su homogeneidad, se deberá llevar a cabo ensayos para determinar el PH, mediante el siguiente procedimiento:

- a) Se tomará una muestra de 20 gr. de la mezcla preparada en la obra, que pase por el tamiz N° 40, secada al aire y pesada con una aproximación de 0,1 gr. y se la introducirá en un recipiente plástico de 150 ml.;

- b) Se añadirá 100 ml. de agua destilada, se tapará la botella y se mezclará todo agitándola durante 30 segundos cada 10 minutos, en el lapso de una hora;
- c) Al cabo de la hora se medirá el PH utilizando equipo apropiado y debidamente calibrado. El valor mínimo del PH será de 11,0.

Adicionalmente para controlar la calidad de la construcción, se deberán realizar ensayos de granulometría durante la etapa de compactación final, a fin de comprobar que el 100% de la mezcla pase el tamiz de 1" (25,4 mm.) y no menos del 60% pase el tamiz N° 4 (4,75 mm.).

Se deberán realizar los ensayos correspondientes de Densidad Máxima y Humedad Optima de acuerdo con AASHTO T-180 método D. La densidad de campo deberá ser comprobada por medio del ensayo AASHTO T-147 y no deberá ser menor que el 95% de la densidad máxima obtenida en laboratorio.

Deberá comprobarse la resistencia a la compresión simple en muestras in disturbadas tomadas en la vía, cuyo valor mínimo será el señalado en el diseño o en la fórmula de trabajo.

El espesor de la capa de subrasante estabilizada será comprobado mediante nivelaciones, y en ningún punto podrá variar en más de dos centímetros del espesor estipulado en el contrato.

402-3.05. Procedimientos de trabajo.-

402-3.05.1.Preparación de la subrasante.- Una vez conformada la subrasante de acuerdo a lo establecido en los documentos contractuales y en estas Especificaciones, dentro de las tolerancias permitidas, se procederá a la escarificación con la motoniveladora o roturación con el arado en el ancho y hasta la profundidad especificados para la estabilización; luego de lo cual se efectuará una pulverización minuciosa con el empleo de la pulverizadora-mezcladora rotativa, hasta conseguir un suelo uniformemente suelto y pulverizado, libre de cualquier material inadecuado como raíces, piedras y terrones de tamaño mayor a cinco centímetros de diámetro.

402-3.05.2.Distribución de cal.- El porcentaje de cal hidratada que deba añadirse al suelo deberá estar establecido en las Disposiciones Especiales en base a los ensayos pertinentes de laboratorio.

Sin embargo, será condición indispensable para iniciar la ejecución de la mezcla, que le Contratista prepare y obtenga la autorización del Fiscalizador, de la correspondiente Fórmula de Trabajo, en la cual deberá señalar el contenido de cal, el contenido de agua para la mezcla y la compactación, la densidad máxima, el valor del PH y el valor mínimo de la resistencia a la compresión simple.

A partir de la distribución de la cal, el tránsito vehicular extraño al trabajo estará

totalmente prohibido hasta el curado final. El Contratista podrá utilizar cualquiera de los métodos indicados a continuación:

- a) **Método seco.-** Una vez pulverizado el suelo en la longitud, ancho y profundidad necesarios, y determinada el área para que el tratamiento pueda ser terminado en una sola jornada, se colocarán los sacos de cal a las distancias calculadas para cumplir con el porcentaje especificado. Los sacos serán abiertos de inmediato y se regará la cal manualmente, en montones transversalmente alargados, que deberán ser regularizados usando rastrillos rectos. No se permitirá el empleo de motoniveladoras para esparcir los montones de cal.

En caso de emplearse cal transportada a granel, ésta deberá mantenerse cubierta con una lona durante el transporte y la espera para su empleo; luego podrá ser distribuida desde los camiones mediante esparcidores mecánicos, que permitan una repartición uniforme y controlada sobre el área de la calzada preparada para el tratamiento. No se permitirá la distribución de cal a granel por métodos manuales o sin emplear un esparcidor mecánico aprobado por el Fiscalizador.

Una vez distribuida la cal en una de las formas indicadas, se deberá impedir su arrastre por el viento, sea cubriéndola o efectuando riegos livianos de agua para evitar la formación de polvo. En todo caso, no se permitirá efectuar la distribución de cal cuando soplen vientos que impidan la ejecución de los trabajos, ni cuando la humedad del suelo a estabilizar sea mayor al 2% de su peso seco.

- b) **Método húmedo.-** Para este caso, la cal podrá ser distribuida mediante el empleo de tanqueros distribuidores, en forma de lechada preparada con agua, en una proporción que determine el diseño efectuado por el Contratista y aprobado por el Fiscalizador, pero que puede estar alrededor de 1.000 Kg de cal en 2.000 litros de agua.

La lechada podrá ser preparada directamente en los tanqueros distribuidores que deben estar provistos de un equipo de agitación y circulación apropiado, o puede ser preparado en la planta central, en un tanque mezclador provisto del equipo de agitación y recirculación adecuado, para ser enviada de inmediato a su distribución en la obra.

La aplicación de la lechada deberá ser efectuada en el número de riegos necesarios para lograr la proporción especificada y no inundar el suelo.

402-3.05.3.Mezclado y Pulverización.- Una vez concluida la distribución de la cal en el suelo, se procederá a un mezclado inicial utilizando pulverizadoras-mezcladoras de paletas rotatorias a fin de distribuir uniformemente la cal en el área y profundidad especificadas. El proceso de mezclado y pulverización de la mezcla se incrementará hasta conseguir que el

100% del material pase por el tamiz de 2.54 cm. (1") y no menos del 60% pase el tamiz N° 4 (4.75 mm.).

Durante el mezclado y pulverización se regará el agua necesaria hasta obtener la humedad óptima de la mezcla. Una vez conseguida una mezcla homogénea, con el contenido de cal especificado y la humedad óptima, el material deberá ser conformado con motoniveladoras a las pendientes, alineaciones y secciones transversales especificadas antes de proceder a su compactación.

402-3.05.4.Compactación.- La compactación de la capa de suelo mezclado con cal deberá realizarse durante las 24 horas posteriores al mezclado. Para permitir un curado más eficiente, el espesor de cada capa compactada no deberá ser mayor que 15 centímetros. Si el espesor total compactado especificado es mayor de 15 centímetros, el mezclado y compactación se efectuará en capas de espesores aproximadamente iguales y menores al máximo indicado.

La compactación se iniciará a los costados de la vía e irá progresando hacia el centro hasta lograr un 95% de la densidad máxima obtenida en el laboratorio para la mezcla. Se deberá usar rodillos pata de cabra y luego rodillos lisos de tres ruedas de acero o rodillos neumáticos, y otros tipos de compactadores autorizados por el Fiscalizador.

Al final de cada jornada deberá terminarse el trabajo formando una junta de construcción vertical del espesor completo, perpendicular al eje del camino y en todo el ancho. Esta junta deberá ser inspeccionada y aprobada por el Fiscalizador antes de reiniciar la estabilización en adelante. En caso de que la estabilización de la capa no alcance el ancho de la vía en cada vez, se deberá formar una junta de construcción longitudinal con cara vertical de espesor completo, unos 5 a 10 centímetros adentro del borde del material tratado. El material sobrante podrá formar parte del ancho restante que se estabilice al lado.

402-3.05.5.Curado.- La capa mezclada y compactada deberá ser curada por un lapso de 3 a 7 días, antes de proceder a la colocación de nuevas capas.

Hasta completar el período de curado que establezca el Fiscalizador debe mantenerse cerrado el tránsito de vehículos, a excepción de los tanqueros para la hidratación o distribuidores para el sellado, cuya velocidad no excederá los 20 Km/h.

El curado de todas las capas estabilizadas podrá efectuarse mediante riegos ligeros de agua, que mantengan la superficie húmeda mientras se rodilla con compactadoras neumáticas hasta su curado completo.

Para la capa superior de estabilización puede emplearse un sellado bituminoso en vez de la hidratación permanente. Esta aplicación de material asfáltico deberá efectuarse inmediatamente después de terminada la compactación, usando el tipo de asfalto y la cantidad de riego indicados por el Fiscalizador, y de acuerdo con lo establecido en la subsección 406-6 para sello bituminoso solo.

Al iniciarse los trabajos el Contratista deberá construir un tramo de prueba de aproximadamente 500 metros de longitud que será ensayado para determinar la granulometría, la densidad máxima, resistencia a la compresión simple, espesor de la capa, contenido de cal en la mezcla y más requerimientos exigidos por el Fiscalizador, luego de lo cual éste deberá autorizar la prosecución de los trabajos, requisito sin el cual el Contratista no podrá continuar este trabajo.

402-3.06. Medición.- Las cantidades a pagarse por el trabajo de mejoramiento de la subrasante con cal hidratada serán el volumen compactado de la subrasante tratada y el peso de la cal incorporada a la obra, de acuerdo con las estipulaciones contractuales y las instrucciones del Fiscalizador.

La unidad de medida de la subrasante efectivamente tratada será el metro cúbico, y el volumen será computado en base a la proyección del área de la superficie en plano horizontal y al espesor especificado y aceptado por el Fiscalizador.

La unidad de medida para la cal hidratada efectivamente utilizada para la estabilización, será la tonelada aceptada en la obra por el Fiscalizador.

No será motivo de pago ni el agua empleada para la mezcla y compactación ni para el curado; pero el asfalto que pueda emplearse para el curado de la capa superior será pagado en litros, en base al volumen efectivamente colocado y reducido al volumen de 15.6 °C, de acuerdo con los datos constantes en la subsección 810-5.

402-3.07. Pago.- Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior se pagarán a los precios señalados en el contrato para los rubros designados a continuación.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por el suministro, transporte y distribución de la cal hidratada que se emplee en la obra, y por la escarificación, pulverizado, conformación, compactación y curado de la subrasante estabilizada así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la ejecución completa de los trabajos descritos en esta subsección.

| Nº del Rubro de Pago y Designación | Unidad de Medición |
|---|--------------------------------|
| 402-3 (1) Estabilización de la subrasante con cal hidratada..... | Metro cúbico (m ³) |
| 402-3 (2) Suministro y distribución de cal hidratada..... | Tonelada (Ton) |
| 402-6 Material bituminoso tipo..... grado..... para capa bituminosa de sellado..... | Litro (l) |
| 402-4. Estabilización con material pétreo | |

402-4.01. Descripción.- En la zona oriental y en lugares que por sus condiciones climáticas y excesiva humedad y con el objeto de dar un reforzamiento a la obra básica a construirse, se colocará para su estabilización, en el cimientado de los terraplenes, en los espesores y anchos que se indiquen en los planos, material pétreo que provendrá de la excavación de cortes de roca, o de lugares de préstamo que se destinarán en cada oportunidad.

402-4.02. Materiales.- Los materiales que se empleen deberán estar constituidos por piedras o pedazos de roca, de un tamaño de 10 a 30 cm., exento de materiales arcillosos, con un contenido no mayor de 20% de partículas que pasen el tamiz de 2 pulgadas y de 5% que pasen por el tamiz N° 4.

402-4.03. Procedimiento de trabajo.- Los materiales se transportarán desde su origen hasta su lugar de colocación en volquetas que los depositarán en montones, y luego serán distribuidos sobre el suelo natural previamente desbrozado y despejado mediante el empleo de tractor bulldozer, en capas uniformes, en las medidas que ordene el Fiscalizador. La compactación se hará con estos mismos tractores hasta obtener la suficiente consolidación, que se verificará por la ausencia de hundimientos y desplazamientos de los materiales al paso de los tractores. Una vez conseguido este objetivo, se continuará con la construcción de los terraplenes en la forma especificada en las subsecciones 305-1 y 305-2 de estas Especificaciones, con los materiales previstos para dicho trabajo, provenientes de excavaciones de cortes o de préstamos, según el caso.

402-4.04. Medición.- La cantidad a pagarse por la construcción de este cimientado de terraplén, será el número de metros cúbicos de materiales efectivamente colocados en la obra y aceptados por el Fiscalizador, medidos en las volquetas, al llegar al lugar de su colocación. El transporte de estos materiales se pagará por el rubro correspondiente del numeral 309-1.03.

402-4.05. Pago.- Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior se pagarán al precio contractual para el rubro designado a continuación y que conste en el contrato.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por la obtención, suministro, distribución y compactación del material para el reforzamiento de la obra básica, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, etc._ y todas las operaciones conexas para la ejecución de los trabajos descritos anteriormente, a excepción del transporte de los materiales, que se pagará por el rubro contractual correspondiente al numeral 309-1.03.

N° del Rubro de Pago y Designación

Unidad de Medición

402-4 (1) Estabilización con material pétreo.....Metro cúbico (m³)

402-5. Empalizada.-

402-5.01. Descripción.- En las zonas pantanosas del país, cuya obra básica

tenga excesiva humedad, se podrá emplear la empalizada, sobre la cual se colocarán las capas de afirmado, previstas en el contrato o autorizadas por el Fiscalizador.

También se empleará cuando se requiera construir un paso provisional en un terreno pantanoso, en cualquier zona del país que no pueda soportar el peso del equipo caminero, trabajo que constituirá obra provisional.

402-5.02. Materiales.- La madera se obtendrá de las zonas adyacentes al camino, las mismas que serán fuertes, de una longitud de cuatro a cinco metros de largo y un diámetro de 15 a 20 cm.

402-5.03. Procedimiento de trabajo.- La madera será colocada una a continuación de otra, de manera de no dejar espacios de separación de más de 10 cm., y en el caso de ser necesario, el Fiscalizador autorizará colocar una o más empalizadas, cada una de ellas sobrepuestas a 90 grados.

402-5.04. Medición.- La cantidad de empalizada se medirá por metro cuadrado, de cada una de las capas a utilizarse.

402-5.05. Pago.- La cantidades determinadas en la forma indicada se pagarán al precio contractual para el rubro designado a continuación y que consten en el contrato.

Este precio y pago constituirá la compensación total por el corte, traslado, elaboración y colocación en la obra así como por toda mano de obra, equipo, herramientas, etc._ y todas las operaciones conexas para la ejecución de los trabajos descritos anteriormente.

N° del Rubro de Pago y Designación

Unidad de Medición

402-5 (1) Empalizada de madera.....Metro cuadrado (m²)

402-6. Geotextil para Estabilización de Subrasante .-

402.6.01. Descripción Este trabajo consistirá en la colocación de geotextil de fibras sintéticas sobre la subrasante de una vía, a fin de mejorar su capacidad portante, de acuerdo con los requerimientos del diseño.

La colocación de esta geotextil deberá completarse además con la colocación de una capa de material granular adecuado, que proteja al geotextil y permita la circulación vehicular sobre la misma.

402.6.02. Materiales Los geotextiles deberán satisfacer los requerimientos especificados en las disposiciones del contrato.

Estos geotextiles deberán ser tejidos por procedimientos mecánicos.

Los geotextiles serán fabricados con materiales inertes que no se descompongan por la acción de las bacterias u hongos. No les debe afectar los ácidos, los álcalis y los aceites, deben ser resistentes al desgaste rasgaduras y perforaciones.

402.6.03. Ensayos y tolerancias La calidad de los geotextiles deberán ser comprobados mediante los ensayos indicados en la Tabla 402.6.1.

402.6.04. Procedimiento de trabajo La colocación se llevará acabo manualmente sobre una subrasante que se halle terminada, de acuerdo con las alineaciones y niveles determinados en los planos. La superficie deberá hallarse limpia y el terminado no deberá presentar depresiones o elevaciones mayores de 5 centímetros.

Las uniones longitudinales y transversales del geotextil deberán tener un traslapo entre 40 y 100 centímetros, de acuerdo a la capacidad portante del suelo y las recomendaciones del fabricante. Este traslapo deberá también mantenerse en el caso que sea necesario efectuar reparaciones con parches o remiendos.

Una vez extendido el geotextil en forma uniforme y regular, se procederá de inmediato a distribuir sobre el geotextil, el material granular para protección o relleno, de acuerdo con los requerimientos del diseño, sin dejar expuesto el geotextil a la acción directa del sol para evitar su deterioro. En ningún caso, el espesor de este material será inferior a 30 centímetros. El material será esparcido uniformemente, y su clase y valor de compactación estarán especificados en el diseño. El fiscalizador deberá comprobar que se cumplan los requerimientos establecidos.

Ninguna clase de equipo deberá circular directamente sobre el geotextil antes de que se haya colocado el material de protección.

402.6.05. Medición Las cantidades a pagarse por la colocación de los geotextiles, de acuerdo a los documentos contractuales y a las indicaciones del Fiscalizador, serán las de la superficie colocada del geotextil, medida en metros cuadrados.

TABLA 402.6.1
CARACTERISTICAS Y ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL
GEOTEXTIL TEJIDO UTILIZADO PARA REFUERZO

Se pagará además el volumen de material granular o de relleno efectivamente empleado, de acuerdo con las dimensiones especificadas en los planos y

| PROPIEDADES | NORMA | UNIDAD | VALOR |
|------------------------------------|--------------|-----------------|----------------------|
| MECANICAS | | | |
| Método Grab | ASTM D- | | |
| Resistencia a la Tensión | 4632 | N(lb) | 1490(335) |
| Elongación | | % | 18 |
| Método Tira Ancha | ASTM D- | | |
| Sentido Longitudinal | 4595 | kN/m | 35 |
| Elongación | | % | 21 |
| Sentido Transversal | ASTM D- | kN/m | 40 |
| Elongación | 4595 | % | 15 |
| Resistencia al Punzonamiento | ASTM D- | N (lb) | 810 (182) |
| | 4833 | | |
| Resistencia al Rasgado Trapezoidal | ASTM D - | N(lb) | 480 (108) |
| | 4533 | | |
| Método Mullen Burst | ASTM D- | | |
| Resistencia al Estallido | 3786 | kPa(psi) | 4820(700) |
| HIDRÁULICAS | | | |
| Tamaño de Abertura | ASTM D- | mm(No.Ta | 0.30 (50) |
| Aparente | 4751 | miz) | |
| Permeabilidad | ASTM D- | cm/s | 1.2×10^{-2} |
| | 4491 | | |
| Permitividad | ASTM D- | s ⁻¹ | 0.70 |
| | 4491 | | |
| PRESENTACIÓN | | | |
| Espesor | ASTM D- | mm | 0.80 |
| | 5199 | | |
| Tipo de Polímero | Fabricante | | Polipropileno |
| Ancho del Rollo | Medido | m | 3.85 |
| Largo del Rollo | Medido | m | 100 |
| Área del Rollo | Calculado | m ² | 385 |

medido en metros cúbicos compactados, en los rubros correspondientes del contrato.

402.6.06. Pago Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios establecidos en el contrato para los rubros consignados a continuación;

Estos precios y pagos constituirán el valor total por el suministro, transporte y colocación de los geotextiles; el suministro, transporte, colocación y compactación del material granular o relleno; así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta subsección.

| No. Del Rubro de Pago y Designación | Unidad de medición |
|--|---------------------------|
| 402-6 (1) Geotextil tejido..... | Metro cuadrado (m2) |

402.7. Geomalla biaxial para estabilización de subrasantes .-

402.7.01. Descripción Este trabajo consistirá en la colocación de una Geomalla Biaxial de fibra sintética sobre la subrasante de una vía, a fin de mejorar la capacidad portante y estructural del suelo, de acuerdo con los requerimientos del diseño.

La colocación de la geomalla biaxial, deberá complementarse además con la colocación de un geotextil, que sirve como separador del suelo y de una capa de material granular adecuado, que proteja a la geomalla y permita la circulación vehicular sobre la misma.

402.7.02. Materiales La geomalla biaxial deberá satisfacer los requerimientos especificados en el contrato. Las geomallas son elementos elaborados con resinas selectas de polipropileno, las cuales son química y biológicamente inertes y muy resistentes a procesos degenerativos de los suelos, deben ser resistentes al desgaste, rasgaduras y punzonamiento, a fin de resistir cargas dinámicas aplicadas en cualquier dirección en el plano de la geomalla.

El geotextil que sirve de separador entre el suelo de la subrasante y el material granular, podrá ser tejido o no tejido, dependiendo de la influencia del contenido de humedad del suelo. Se usará el geotextil tejido para suelo de bajo contenido de humedad y geotextil de tipo no tejido, para suelos con alto contenido de humedad. Los geotextiles son productos elaborados a base de polímeros, química y biológicamente inertes que no se descompongan por la acción de las bacterias u hongos. No los debe afectar los ácidos, los álcalis y los aceites. Deben ser resistentes al desgaste, rasgadura y perforaciones.

402.7.03. Ensayos y tolerancias La calidad de los materiales sintéticos; geomalla biaxial y geotextil (separador), deberán cumplir las características y especificaciones técnicas mínimas indicadas en las tablas 402.7.1. y 402.7.2.(Geotextil Tejido) o la tabla 822.2.1 (Geotextil no tejido)

TABLA 402.7.1

**CARACTERISTICAS Y ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LA
GEOMALLA BIAxIAL PARA REFUERZO ESTRUCTURAL**

| PROPIEDAD | METODO DE ENSAYO | UNIDAD | VALOR | |
|--|--------------------------------------|----------------|--------------------------------|--------------------------------|
| | | | TIPO 1 | TIPO 2 |
| TAMAÑO DE ABERTURA: MD (Sentido Máquina) XD (Sentido Contrario Máquina) | ASTM D 4751 | Pulg. Pulg. | 1.0 nom. 1.3 nom. | 1.0 nom. 1.3 nom. |
| ESPESOR: COSTILLA JUNTA | ASTM D 1777-(64) ASTM D 1777-(64) | Pulg. Pulg. | 0.03 nom 0.11 nom. | 0.05 nom. 0.16 nom. |
| MODULO INICIAL REAL EN USO: MD XD | GR1-GG1-87 GR1-GG1-87 | kN/m(Ib/ft) | 226.4(15,170) 360.1(24,685) | 481.2(32,980) 652.5(44,725) |
| CAPACIDAD A LA TENSION AL 2% DE ELONGACION MD XD | GR1-GG1-87 GR1-GG1-87 | kN/m(Ib/ft) | 4.09(280) 6.57(450) | 5.98(410) 9.78(670) |
| CAPACIDAD A LA TENSION AL 5% DE ELONGACION MD XD | GR1-GG1-87 GR1-GG1-87 | kN/m(Ib/ft) | 8.46(580) 13.42(920) | 11.82(810) 19.55(1,340) |
| CAPACIDAD DE LAS JUNTAS MD XD | GR1-GG1-87 GR1-GG1-87 | kN/m(Ib/ft) | 11.2(765) 17.1(1,170) | 17.2(1,180) 25.9(1,778) |
| RIGIDEZ FLEXURAL | ASTM D 1388-96 OPCION A | Mg/cm | 250,000 | 750,000 |
| RIGIDEZ TORSIONAL | US COE PRELIMINAR | kg-cm/deg | 3.2 | 6.5 |
| RESISTENCIA A LA DEGRADACION A LARGO PLAZO | EPA 900 INMERSIÓN | % | 100 | 100 |

MD Sentido del Rollo Longitudinal

XD Sentido del Rollo Transversal

TABLA 402.7.2

**CARACTERISTICAS Y ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL
GEOTEXTIL TEJIDO UTILIZADO PARA SEPARACIÓN EN
SUELOS CON BAJO CONTENIDO DE HUMEDAD**

| PROPIEDAD | NORMA | UNIDAD | VALOR |
|---|-------------|-------------------|----------------------|
| MECANICAS | | | |
| Método Grab Resistencia a la Tensión Elongación | ASTM D-4632 | N (lb) % | 920 (207) 16 |
| Método Tira Ancha Sentido Longitudinal Elongación | ASTM D-4595 | kN/m % | 24 17 |
| Sentido Transversal Elongación | ASTM D-4595 | kN/m % | 24 12 |
| Resistencia al Punzonamiento | ASTM D-4833 | N (lb) | 530 (119) |
| Resistencia al Rasgado Trapezoidal | ASTM D-4533 | N(lb) | 235 (53) |
| Método Mullen Burst Resistencia al Estallido | ASTM D-3786 | kPa(psi) | 3034(440) |
| HIDRÁULICAS | | | |
| Tamaño de Abertura Aparente | ASTM D-4751 | mm(No. Ta miz) | 0.21 (70) |
| Permeabilidad | ASTM D-4491 | cm/s | 1.2×10^{-2} |
| Permitividad | ASTM D-4491 | s ⁻¹ | 0.20 |
| PRESENTACIÓN | | | |
| Espesor | ASTM D-5199 | mm | 0.60 |
| Tipo de Polímero | Fabricante | | Polipropileno |
| Ancho del Rollo | Medido | m | 3.85 |
| Largo del Rollo | Medido | m | 160 |
| Área del Rollo | Calculado | m ² | 616 |

402.7.04. Procedimiento de trabajo La colocación se llevará a cabo manualmente sobre el suelo natural o sobre una subrasante que está terminada, primero se colocará el geotextil separador y sobre este la geomalla biaxial.

Las uniones longitudinales y transversales de la geomalla y geotextil deberán tener un traslape entre 40 cm. y 100 cm., de acuerdo a la capacidad portante del suelo de la subrasante y a las recomendaciones del fabricante, etc. Este traslape deberá también mantenerse en el caso de que sea necesario efectuar reparaciones con parches o remiendos.

Una vez extendido el geotextil separador y la geomalla biaxial en forma uniforme y regular, se procederá de inmediato a distribuir sobre la geomalla el material granular para protección o relleno, de acuerdo con los requerimientos del diseño, sin dejar expuestos los materiales sintéticos a la acción directa del sol, para evitar su deterioro. En ningún caso el espesor del material granular será inferior a 30 centímetros. El material será esparcido uniformemente y su clase y valor de compactación estarán especificados en el diseño. El fiscalizador deberá comprobar que se cumplan los requerimientos establecidos. Ninguna clase de equipo deberá circular sobre los geosintéticos antes que se haya colocado el material de protección.

402.7.05. Mediciones La cantidad a pagarse por la colocación del geotextil separador y la geomalla biaxial, de acuerdo a los documentos contractuales y las indicaciones del Fiscalizador, serán los de la superficie colocada de los materiales geosintéticos, medidos en metros cuadrados.

Se pagará además el volumen de material granular o de relleno efectivamente empleado, de acuerdo con las dimensiones especificadas en los planos y medido en metros cúbicos compactados, en los rubros correspondientes del contrato.

402.7.06. Pago Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios establecidos en el contrato para los rubros consignados a continuación.

Estos precios y pagos constituirán el valor total por el suministro, transporte, colocación y de los materiales geosintéticos (geomalla y geotextil); el suministro, transporte, colocación y compactación del material granular o relleno, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta subsección.

| No. De Rubro de Pago y Designación | Unidad de medición |
|---|----------------------------------|
| 402-7. (1) Geomalla Biaxial | Metro cuadrado (m ²) |
| 402-7. (2) Geotextil (separador) | Metro cuadrado (m ²) |

402.8 Membranas sintéticas, para estabilización e impermeabilización (encapsulado) de la subrasante.-

402.8.01 Descripción Este trabajo consistirá en la colocación de una geomembrana de fibra sintética que puede ser de polietileno o PVC con un espesor mínimo de 0.75 mm., sobre la subrasante de una vía, con el objeto de mejorar la inestabilidad de los suelos, especialmente suelos expansivos.

Las geomembranas son materiales esencialmente impermeables, usadas en fundaciones, suelos, roca, tierra o cualquier otro material relacionado con la Ingeniería Geotécnica como la parte integral de un proyecto, estructura o sistema. Son utilizadas en obras tales como : carreteras, reservorios, lagunas

de oxidación, piscinas de recolección de lodos, embalses, canales y/o rellenos sanitarios, construcción de túneles, gracias a su baja permeabilidad.

402.8.02 Materiales Las geomembranas deberán satisfacer los requerimientos especificados en el contrato. Las geomembranas son elementos elaborados con resinas vírgenes y selectas de polímeros (PVC o polietileno), las cuales son química y biológicamente inertes muy resistentes a procesos degenerativos de los suelos.

Para la ejecución de la impermeabilización, es decir el encapsulado de suelo, es necesario la utilización de una geomembrana y un geotextil de tipo no tejido. Estos materiales geosintéticos se utilizan en suelos afectados por el fenómeno de expansividad, debido a la presencia de arcillas expansivas y consiste en la colocación de una geomembrana en la subrasante, la cual impide la entrada o salida del agua en el suelo natural, manteniendo de esta forma una humedad constante y permanente, para así eliminar este fenómeno.

El geotextil actúa como medio filtrante para la evacuación de aguas provenientes de los costados de la vía, cumpliendo específicamente con la función de subdrenaje.

402.8.03 Ensayos y tolerancias La calidad de los materiales sintéticos; geomembranas y geotextiles, deberán cumplir las características y especificaciones técnicas mínimas, indicadas en la Tabla 402.8.1 y Tabla 208.1.1.

TABLA 402.8.1

**CARACTERISTICAS Y ESPECIFICACIONES DE LAS GEOMEMBRANAS PARA IMPERMEABILIZACION Y
REVESTIMIENTO DE SUELOS**

| PROPIEDAD | NORMA | VALORES MINIMOS | | | | |
|--|-----------------------|-----------------|----------|----------|-----------|-----------|
| Espesor, mils (mm) | ASTM D751/159/5199 | 30(0,75) | 40 (1,0) | 60 (1,5) | 80 (2,0) | 100 (2,5) |
| Densidad, g/cm ³ | ASTM D 792/1505 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 |
| Resistencia a la tracción (cada dirección) | ASTM D 638, Type IV | | | | | |
| Resistencia a la rotura, lb/in-ancho (N/mm) | Dumbell, 2 ipm | 122 (21) | 162 (28) | 243 (43) | 324 (57) | 405 (71) |
| Resistencia al límite elástico, lb/in-ancho (N/mm) | | 65 (11) | 86 (15) | 130 (23) | 173 (30) | 216 (38) |
| Alargamiento a rotura % | G.L.= 64mm (2,5 in.) | 560 | 560 | 560 | 560 | 560 |
| Alargamiento al límite elástico, % | G.L.= 33mm (1,3 in.) | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 |
| Resistencia al desgarro, lb (N) | ASTM D 1004 | 22 (98) | 30 (133) | 45 (200) | 60 (267) | 75 (334) |
| Resistencia a la perforación, lb (N) | FTMS 101, Método 2065 | 39 (174) | 52 (231) | 80 (356) | 105 (467) | 130 (579) |
| Contenido de negro de humo, % | ASTM D 1603 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 |
| Stress cracking, hrs | ASTM D1693, Cond. B | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 |

402.8.04 Procedimiento de trabajo La colocación de la geomembrana se llevará a cabo manualmente sobre el suelo natural o sobre una subrasante que esté determinada. Primero se colocará la geomembrana, luego el suelo a encapsular debidamente compactado y posteriormente en los costados de la vía el geotextil que cumpla la función de subdrenaje.

Las uniones longitudinales y transversales de la geomembrana, deberán ser pegadas y/o termoselladas con un traslapo entre 3 y 7 cm., de acuerdo a la naturaleza del polímero con que esté fabricado la geomembrana (PVC o polietileno) y a las recomendaciones del fabricante. Este traslapo deberá también mantenerse en el caso de que sea necesario efectuar reparaciones con parches o remiendos.

A continuación se procederá a colocar el material granular para protección o relleno, de acuerdo con los requerimientos de l diseño, sin dejar expuestos los materiales sintéticos a la acción directa del sol, para evitar su deterioro. En ningún caso el espesor del material granular será inferior a 30 centímetros. El material será esparcido uniformemente y su clase y valor de compactación estarán especificados en el diseño. El fiscalizador deberá comprobar que se cumplan los requerimientos establecidos. Ninguna clase de equipo deberá circular sobre los geosintéticos antes que se haya colocado el material de protección.

402.8.05. Mediciones La cantidad a pagarse por la colocación de la geomembrana y geotextil, de acuerdo a los documentos contractuales y las indicaciones del Fiscalizador, serán los de la superficie colocada de los materiales geosintéticos, medidos en metros cuadrados.

Se pagará además el volumen de material granular o de relleno efectivamente empleado, de acuerdo con las dimensiones especificadas en los planos y medido en metros cúbicos compactados, en los rubros correspondientes del contrato.

402.8.06. Pago Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios establecidos en el contrato para los rubros consignados a continuación.

Estos precios y pagos constituirán el valor total por el suministro, transporte y colocación de los materiales geosintéticos (geomembrana y geotextil); el suministro, transporte, colocación y compactación del material granular o relleno, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta subsección.

| No. De Rubro de Pago y Designación | Unidad de medición |
|---|---------------------------|
| 402-8 (1) Geomembrana..... | Metro cuadrado (m2) |
| 402-8 (2) Geotextil..... | Metro cuadrado (m2) |

402 – 9 Estabilización de Subrasante con Enzimas Orgánicas

402 – 9.01 Descripción- En términos de construcción, las bases para las diferentes vías de comunicación son el elemento más importante en la estructura de un camino. El uso del aditivo estabilizador de suelos en bases incrementa el valor estructural de suelos con características plásticas, aumentando su impermeabilidad en contra de la acción del agua mejorando valores soporte, acelera la acción cohesiva como ligante de partículas de suelo creando un firme y permanente estrato. Se obtienen además altas densidades en suelos debido a la acción cohesiva superior durante su compactación y curado.

402-9.02 Materiales.- El aditivo estabilizador de suelos es un producto orgánico enzimático líquido o en polvo, no contaminante, libre de sustancias nocivas al entorno ambiental, altamente concentrado en su forma de presentación, de olor agradable y fácil manejo. El ingrediente más importante en la formación del estabilizador de suelos son enzimas. Las enzimas son compuestos orgánicos naturales similares a las proteínas que actúan como catalizadores de partículas de suelos.

402-9.03 Equipos.- Se utilizará maquinaria convencional para construcción de caminos y solamente en casos excepcionales se recomienda el uso de equipos opcionales:

- a) Motoniveladora convencional equipada con puntas escarificadoras.
- b) Camión tanque equipado con aditamento irrigador posterior cuyo flujo sea por presión o por gravedad.
- c) Máquina compactadora de rodillo metálico sencillo de 12 ton.
- d) Equipo medidor de humedad en campo (tipo Speedy)

Equipo opcional:

- 1.- Máquina compactadora de rodillo metálico
- 2.- Máquina compactadora pata de cabra para suelos con alto contenido arcilloso
- 3.- Máquina compactadora de neumáticos

402-9.04 Procedimientos de Trabajo.- Los caminos deberán de ser contruidos basados en un buen diseño de ingeniería. El material de base donde se usará el estabilizador de suelos deberá de poseer una curva granulométrica aceptable con buen distribución de tamaño en sus tamices, que contengan aproximadamente de 20-25 % de finos no granulares y cohesivos por naturaleza. Previo a la aplicación del estabilizador de suelos se deberá de efectuar pruebas de laboratorio de los materiales disponibles en campo para determinar sus características.

Se deberá de mantener una apropiado contenido de humedad durante su mezclado, homogeneización y compactación. El estabilizador de suelos trabaja con mejor rendimiento de 2-3% por debajo del contenido óptimo de humedad. Nunca se deberá de compactar cuando la humedad del suelo se encuentre por encima del nivel óptimo de humedad. Antes de aplicar el estabilizador en el material de base o suelo se puede adicionar agua para llevar el contenido de humedad lo más cercano a la cantidad necesaria para su apropiada compactación.

Se deberá de mantener el suficiente esfuerzo de compactación durante su construcción para obtener la densidad máxima, pero se usará menos esfuerzo de compactación cuando se use el estabilizador de suelos.

El camino deberá de curar antes de abrirse el tráfico verificando su estado lo más continuo posible y ejecutar una inspección final. EL camino se podrá usar antes solo en forma ocasional. El secado del material de base creará menos plasticidad y reducirá su impermeabilidad aumentando su resistencia.

Paso 1. - Utilizando la hoja de la motoniveladora, se abrirá la base hasta una profundidad de 15 cm. Se deberán de construir camellones con el material removido. Se deberá de retirar material granular (rocas) cuya granulometría exceda 4 pulg. en tamaño, si es necesario agregar el material se deberá de usar suelos naturales disponibles y con alto contenido de finos para reducir sus costos.

Paso 2.- Por cada 125 m³ de material de base se adicionará un galón del aditivo concentrado estabilizador de suelos a la cantidad de agua necesaria para obtener el contenido óptimo de humedad. Se rociará el estabilizador ya diluido sobre los camellones y se procederá a extender el material con la hoja de la motoniveladora para esparcir el estabilizador y homogeneizar la mezcla. Se deberá de utilizar continuamente el equipo medidor de humedad (speedy) todo el tiempo que sea necesario. Si el material se encuentra muy húmedo se seca con la hoja de la máquina extendiéndolo, si por el contrario se encuentra muy seco se adicionará más estabilizador diluido hasta alcanzar el contenido óptimo de humedad. Si es necesario el material puede ser dejado en camellones toda la noche para permitir una completa absorción de la humedad. Después de mezclar (homogeneizar) todo el material se aplicará sobre el camino en 2 capas de 7.5 cm cada una.

Paso 3.- Se entenderá con la hoja de la motoniveladora todo el material con su respectiva corona (bombeo) sobre la superficie del camino. Si el material se seca en un día caliente se deberá rociar nuevamente con estabilizador diluido en agua con una proporción de 1: 1000 sobre su superficie para obtener una mejor aglomeración. El uso del compactador para de cabra y el rodillo neumático está recomendado para compactaciones donde el suelo contiene un excesivo porcentaje de arcillas. El uso del compactador de rodillo con vibrador se recomienda solamente en el primero y segundo pases posteriores a esto se deberá de usar el modo estático para evitar

agrietamientos.

Curado de la base estabilizada.- Deberá de permitirse su curado antes de abrirse al tráfico, se recomienda un tiempo de curado de 2 a 3 días bajo condiciones de clima óptimas.

Pruebas de laboratorio recomendadas.-

Ensayo proctor modificado.- ASTM D – 1557-91

Ensayo de CBR.- ASTM D – 1883

Ensayos de permeabilidad.- ASTM D – 5084

Cálculo de estimaciones en campo para capas de 8 cm de espesor

| | | |
|---|--|------------------------------------|
| Volumen | 8 cm x 8 m x 1.000 m | 640 m ³ |
| Peso del material | 640 m ³ x 1600 kg./m ³ | 1,021.000 Kg |
| Agua adicional para alcanzar el contenido óptimo de humedad | 8% cont. ópti, x 1,024.000 Kg | 81,900 lt |
| Factor de seguridad (para evitar exceso de agua) | 70% x 81,920 lt | 57,344 lt |
| Estabilizador de suelo concentrado requerido | 1 lt para tratar 33 m ³ de suelo | 19 lt |
| Determinación de la cantidad de agua y estabilizador de suelos necesarios | 640 m ³ de material / 33 m ³ (sin humedad) | 300 lts agua 1 lt estabilizador |

402-9.05 Pago.- Las cantidades determinadas en la forma indicada, se pagarán a los precios contractuales. Estos precios y pagos constituirán la compensación total por suministro de materiales, mezclado, transporte, así como por mano de obra, equipo, herramientas y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta especificación:

| | | |
|--|---------------|--------------------|
| No. del Rubro de Pago y Designación | Unidad | de Medición |
|--|---------------|--------------------|

| | |
|--|-------------------|
| 402-9 Estabilización con enzimas orgánicas incluido aditivo..... | Metro cúbico (m3) |
|--|-------------------|

402-10 Estabilización de sub-rasante con otros químicos

402–10.01 Descripción- Este trabajo consistirá en la estabilización del suelo de subrasante con el uso de químico más aditivo estabilizador que incrementa el valor soporte de los suelos con características plásticas, aumentando su impermeabilidad en contra de la acción del agua, acelera la acción cohesiva como ligante de partículas de suelo, creando una capa con características mejoradas. Se obtienen además altas densidades en suelos debido a la acción cohesiva durante la compactación y curado.

402-10.02 Materiales.- El químico más el aditivo estabilizador de suelos

será un producto no contaminante, libre de sustancias nocivas al entorno ambiental, altamente concentrado en su forma de presentación y debidamente comprobado.

402-10.03 Equipos.- Se utilizará maquinaria convencional para construcción de caminos:

- a) Recuperadora de calzada.
- b) Motoniveladora convencional equipada con puntas escarificadoras.
- c) Camión tanque equipado con aditamento irrigador posterior cuyo flujo sea por presión o por gravedad.
- d) Máquina compactadora de rodillo metálico sencillo de 12 ton.
- e) Equipo medidor de humedad en campo (tipo Speedy)

402-10.04 Procedimientos de Trabajo.- El material de sub-rasante donde se usará el producto químico más aditivo deberá ser recuperado y luego mezclado homogéneamente. Luego de lo cual se tenderá en una capa uniforme, en el espesor indicado en los diseños a de acuerdo con las instrucciones del fiscalizador, para proceder al rodillado, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

Para verificar las propiedades del producto, en lo referente a valor soporte de suelo (CBR), límites de atterberg etc., se deberá realizar un tramo de prueba de 200 a 500 m de longitud dentro del proyecto. De acuerdo a los resultados la fiscalización podrá rechazar el producto si no se cumple con las especificaciones de diseño.

402-10.05 Pago.- Las cantidades determinadas en la obra, se pagarán a los precios contractuales. Estos precios y pagos constituirán la compensación total por suministro de todos los materiales, mezclado, transporte, así como por mano de obra, equipo, herramientas y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta especificación:

| No. del Rubro de Pago y Designación | Unidad de Medición |
|---------------------------------------|--------------------|
| 402-10.(1) Capa de suelo estabilizado | |
| Químicamente | Metro |
| cúbico(m3) | |
| 402-10.(2) Químico + aditivo | Litros (lt) |

SECCION 403 SUB - BASES

403-1. Sub-base de Agregados

403-1.01. Descripción.- Este trabajo consistirá en la construcción de capas de sub-base compuestas por agregados obtenidos por proceso de trituración o de cribado, y deberá cumplir los requerimientos especificados en la Sección 816. La capa de sub-base se colocará sobre la subrasante previamente preparada y aprobada, de conformidad con las alineaciones, pendientes y sección transversal señaladas en los planos.

403-1.02. Materiales.- Las sub-bases de agregados se clasifican como se indica a continuación, de acuerdo con los materiales a emplearse. La clase de sub-base que deba utilizarse en la obra estará especificada en los documentos contractuales. De todos modos, los agregados que se empleen deberán tener un coeficiente de desgaste máximo de 50%, de acuerdo con el ensayo de abrasión 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 30%.

- Clase 1: Son sub-bases construidas con agregados obtenidos por trituración de roca o gravas, de acuerdo con los requerimientos establecidos en la Sección 816, y graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría Clase 1, en la Tabla 403-1.1. Por lo menos el 30 % del agregado preparado deberá obtenerse por proceso de trituración.
- Clase 2: Son sub-bases construidas con agregados obtenidos mediante trituración o cribado en yacimientos de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas, de acuerdo con los requerimientos establecidos en la Sección 816, y graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría Clase 2, en la Tabla 403-1.1.
- Clase 3: Son sub-bases construidas con agregados naturales y procesados que cumplan los requisitos establecidos en la Sección 816, y que se hallen graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría Clase 3, en la Tabla 403-1.1.

Cuando en los documentos contractuales se estipulen sub-bases Clases 1 o 2 al menos el 30% de los agregados preparados deberán ser triturados.

Tabla 403-1.1

| TAMIZ | Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada | | |
|--------------------|--|----------------|----------------|
| | CLASE 1 | CLASE 2 | CLASE 3 |
| 3" (76.2 mm.) | -- | -- | 100 |
| 2" (50.4 mm.) | -- | 100 | -- |
| 1 1/2" (38.1 mm.) | 100 | 70 - 100 | -- |
| Nº 4 (4.75 mm.) | 30 - 70 | 30 - 70 | 30 - 70 |
| Nº 40 (0.425 mm.) | 10 - 35 | 15 - 40 | -- |
| Nº 200 (0.075 mm.) | 0 - 15 | 0 - 20 | 0 - 20 |

403-1.03. Equipo.- El Contratista deberá disponer en la obra de todo el equipo necesario, autorizado por el Fiscalizador, y en perfectas condiciones de trabajo. Según el caso, el equipo mínimo necesario constará de planta de trituración o de cribado, equipo de transporte, maquinaria para esparcimiento, mezclado y conformación, tanqueros para hidratación y rodillos lisos de tres ruedas o rodillos vibratorios.

403-1.04. Ensayos y Tolerancias.- La granulometría del material de sub-base será comprobada mediante los ensayos determinados en la subsección 816-2 los mismos que se llevarán a cabo al finalizar la mezcla en planta o inmediatamente después del mezclado final en la vía. Sin embargo, de haber sido comprobada la granulometría en planta, el Contratista continuará con la obligación de mantenerla en la obra inmediatamente antes del tendido del material.

Deberán cumplirse y comprobarse todos los demás requerimientos sobre la calidad de los agregados, de acuerdo con lo establecido en la subsección 816-2 o en las Disposiciones Especiales.

Para comprobar la calidad de la construcción, se deberá realizar en todas las capas de sub-base los ensayos de densidad de campo, usando equipo nuclear debidamente calibrado o mediante el ensayo AASHTO T - 147. En todo caso, la densidad mínima de la sub-base no será menor que el 100% de la densidad máxima obtenida en laboratorio, mediante los ensayos previos de Humedad Óptima y Densidad Máxima, realizados con las regulaciones AASHTO T-180, método D.

En ningún punto de la capa de sub-base terminada, el espesor deberá variar en más de dos centímetros con el espesor indicado en los planos; sin embargo, el promedio de los espesores comprobados no podrá ser inferior al especificado. Estos espesores serán medidos luego de la compactación final de la capa, cada 100 metros de longitud en puntos alternados al eje y a los costados del camino.

Cuando una medición señale una variación mayor que la tolerancia marcada, se efectuarán las mediciones adicionales que sean necesarias a intervalos más cortos, para determinar el área de la zona deficiente. Para corregir el espesor inaceptable, el Contratista deberá escarificar, a su costa, esa zona y retirar o agregar el material necesario, para proceder luego a conformar y compactar con los niveles y espesores del proyecto. Para el caso de zonas defectuosas en la compactación, se deberá seguir un procedimiento análogo.

En caso de que las mediciones del espesor se hayan realizado mediante perforaciones, el Contratista deberá rellenar los orificios y compactar el material cuidadosamente, a satisfacción del Fiscalizador, sin que se efectúe ningún pago por estos trabajos.

La superficie de la sub-base terminada deberá ser comprobada mediante nivelaciones minuciosas, y en ningún punto las cotas podrán variar en más de dos centímetros con las del proyecto.

403-1.05. Procedimientos de trabajo.

403-1.05.1.Preparación de la Subrasante.- Antes de proceder a la colocación de los agregados para la sub-base, el Contratista habrá terminado la construcción de la subrasante, debidamente compactada y con sus alineaciones, pendientes y superficie acordes con las estipulaciones contractuales. La superficie de la subrasante terminada, en cumplimiento de lo establecido en la Sección 308 deberá además encontrarse libre de cualquier material extraño.

En caso de ser necesaria la construcción de subdrenajes, estos deberán hallarse completamente terminados antes de iniciar el transporte y colocación de la sub-base.

403-1.05.2.Selección y Mezclado.- Los agregados preparados para la sub-base deberán cumplir la granulometría especificada para la clase de sub-base establecida en el contrato. Durante el proceso de explotación, trituración o cribado, el Contratista efectuará la selección de los agregados y su mezcla en planta, a fin de lograr la granulometría apropiada en el material que será transportado a la obra.

En caso de que se tenga que conseguir la granulometría y límites de consistencia, mediante la mezcla de varias fracciones individuales, estas fracciones de agregados gruesos, finos y material ligante, serán combinadas de acuerdo con la fórmula de trabajo preparada por el Contratista y autorizada por el Fiscalizador, y mezcladas uniformemente en una planta aprobada por el Fiscalizador, que disponga de una mezcladora de tambor o de paletas. La operación será conducida de manera consistente, para que la producción del material de la sub-base sea uniforme. El mezclado de las fracciones podrá realizarse también en la vía; en este caso, se colocará y esparcirá en primer lugar el material grueso sobre la subrasante, con un espesor y ancho uniformes, y luego se distribuirán los agregados finos proporcionalmente sobre esta primera capa. Pueden formarse

tantas capas como fracciones del material sean necesarias para obtener la granulometría y lograr el espesor estipulado con el total del material. Cuando todos los materiales se hallen colocados, se deberá proceder a mezclarlos uniformemente mediante el empleo de motoniveladoras, mezcladoras de discos u otras máquinas aprobadas por el Fiscalizador, que sean capaces de ejecutar esta operación. Al iniciar y durante el proceso de mezclado, deberá regarse el agua necesaria a fin de conseguir la humedad requerida para la compactación especificada.

Cuando se haya logrado una mezcla uniforme, el material será esparcido a todo lo ancho de la vía en un espesor uniforme, para proceder a la conformación y a la compactación requerida, de acuerdo con las pendientes, alineaciones y sección transversal determinadas en los planos.

No se permitirá la distribución directa de agregados colocados en montones formados por los volquetes de transporte, sin el proceso de mezclado previo indicado anteriormente.

403-1.05.3.Tendido, Conformación y Compactación.- Cuando el material de la sub-base haya sido mezclado en planta central, deberá ser cargado directamente en volquetes, evitándose la segregación, y transportando al sitio para ser esparcido por medio de distribuidoras apropiadas, en franjas de espesor uniforme que cubran el ancho determinado en la sección transversal especificada. De inmediato se procederá a la hidratación necesaria, tendido o emparejamiento, conformación y compactación, de tal manera que la sub-base terminada avance a una distancia conveniente de la distribución.

El Fiscalizador podrá autorizar también la colocación del material preparado y transportado de la planta, en montones formados por volquetes, pero en este caso el material deberá ser esparcido en una franja a un costado de la vía, desde la cual se procederá a su regado a todo lo ancho y en un espesor uniforme, mientras se realiza la hidratación. El material no deberá ser movilizado repetidas veces por las motoniveladoras, de uno a otro costado, para evitar la segregación; se procurará más bien que el regado y conformación sean completados con el menor movimiento posible del agregado, hasta obtener una superficie lisa y uniforme de acuerdo a las alineaciones, pendientes y secciones transversales establecidas en los planos.

Cuando se haya autorizado el mezclado de los agregados en la vía, estos deberán tenderse a todo el ancho, una vez terminada la mezcla, completando al mismo tiempo su hidratación, a fin de obtener una capa de espesor uniforme, con una superficie lisa y conformada de acuerdo a las alineaciones, pendientes y sección transversal especificadas.

En todos los casos de construcción de las capas de sub-base, y a partir de la distribución o regado de los agregados, hasta la terminación de la compactación, el tránsito vehicular extraño a la obra estará terminantemente prohibido, y la circulación de los equipos de construcción será dirigida uniformemente sobre las

capas tendidas y regulada a una velocidad máxima de 30 Km/h, a fin de evitar la segregación y daños en la conformación del material.

Cuando se efectúe la mezcla y tendido del material en la vía utilizando motoniveladoras, se deberá cuidar que no se corte el material de la subrasante ni se arrastre material de las cunetas para no contaminar los agregados con suelos o materiales no aceptables.

Cuando sea necesario construir la sub-base completa en más de una capa, el espesor de cada capa será aproximadamente igual, y se emplearán para cada una de ellas los procedimientos aquí descritos hasta su compactación final.

403-1.05.4.Compactación.- Inmediatamente después de completarse el tendido y conformación de cada capa de sub-base, el material deberá compactarse por medio de rodillos lisos de 8 a 12 toneladas, rodillos vibratorios de fuerza de compactación equivalente o mayor, u otro tipo de compactadores aprobados.

El proceso de compactación será uniforme para el ancho total de la sub-base, iniciándose en los costados de la vía y avanzando hacia el eje central, traslapando en cada pasada de los rodillos la mitad del ancho de la pasada inmediata anterior. Durante este rodillado, se continuará humedeciendo y emparejando el material en todo lo que sea necesario, hasta lograr la compactación total especificada en toda la profundidad de la capa y la conformación de la superficie a todos sus requerimientos contractuales. Al completar la compactación, el Contratista notificará al Fiscalizador para la comprobación de todas las exigencias contractuales. El Fiscalizador procederá a efectuar los ensayos de densidad apropiados y comprobará las pendientes, alineaciones y sección transversal, antes de manifestar su aprobación o reparos. Si se hubieren obtenido valores inferiores a la densidad mínima especificada o la superficie no se hallare debidamente conformada, se deberá proceder a comprobar la compactación estadísticamente para que el promedio de las lecturas estén dentro del rango especificado, el Contratista deberá efectuar las correcciones necesarias de acuerdo con lo indicado en el numeral 403-1.04, hasta obtener el cumplimiento de los requisitos señalados en el contrato y la aprobación del Fiscalizador.

En caso de existir sitios no accesibles a los rodillos indicados para la compactación, como accesos a puentes, bordillos direccionales u otros, se deberá emplear apisonadores mecánicos de impacto o planchas vibrantes, para obtener la densidad especificada en todos los sitios de la sub-base.

403-1.06. Medición.- La cantidad a pagarse por la construcción de una sub-base de agregados, será el número de metros cúbicos efectivamente ejecutados y aceptados por el Fiscalizador medidos en sitio después de la compactación.

Para el cálculo de la cantidad se considerará la longitud de la capa de sub-base terminada, medida como distancia horizontal real a lo largo del eje del camino, y el área de la sección transversal especificada en los planos. En ningún caso se

deberá considerar para el pago cualquier exceso de área o espesor que no hayan sido autorizados previamente por el Fiscalizador.

403-1.07. Pago.- Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios establecidos en el contrato para cualquiera de los rubros designados a continuación.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por la preparación y suministro y transporte de los agregados, mezcla, distribución, tendido, hidratación, conformación y compactación del material empleado para la capa de sub-base, incluyendo la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y más operaciones conexas que se hayan empleado para la realización completa de los trabajos descritos en esta sección.

| Nº del Rubro de Pago y Designación | Unidad de Medición |
|---|---------------------------|
|---|---------------------------|

| | |
|-------|---|
| 403-1 | Sub-base Clase.....Metro cúbico (m ³) |
|-------|---|

403-2. Sub-base Modificada con Arena o Limo.

403-2.01. Descripción.- Este trabajo consistirá en la construcción de capas de sub-bases compuestas por agregados obtenidos por proceso de trituración o de cribado, para cumplir los requisitos establecidos en la subsección 816-2, excepto que el límite líquido y el índice plástico sean mayores que los máximos especificados, para reducir los cuales se deberá mezclar los agregados con limo o arena en la proporción establecida por el diseño, añadiendo estos suelos finos no plásticos o eliminando previamente parte o la totalidad de los agregados finos del material, para incorporar limo o arena cuando las condiciones así lo requieran. Las capas de sub-base se colocarán sobre la subrasante previamente preparada y aprobada, y de conformidad con las alineaciones, pendientes y sección transversal señaladas en los planos contractuales.

403-2.02. Materiales.- Son susceptibles de modificación cualesquiera de las sub-bases cuya clasificación y condiciones están indicadas en el numeral 403-1.02. La clase de sub-base por utilizarse en la obra estará especificada en los documentos contractuales.

En cualquier caso, el material a incorporar estará constituido por arenas finas o limos inorgánicos no plásticos, aprobados por el Fiscalizador y en las proporciones que sean necesarias para que la mezcla cumpla con los requisitos establecidos en la subsección 816-2 y en las Disposiciones Especiales, caso de haberlas.

403-2.03. Equipo.- El Contratista deberá disponer en el trabajo, de todo el equipo necesario, autorizado por el Fiscalizador, y en perfectas condiciones de operación. De acuerdo con la clase de sub-base especificada, el equipo mínimo necesario deberá constar de planta de trituración o de cribado; equipo de transporte; maquinaria para esparcimiento, mezclado y conformación; tanqueros

para hidratación; rodillos lisos de tres ruedas o rodillos vibratorios y rodillos neumáticos para compactación.

403-2.04. Ensayos y Tolerancias.- Para esta sub-base modificada con limo o arena regirán las estipulaciones constantes en el numeral 403-1.04.

403-2.05. Procedimientos de trabajo.- Los procedimientos de trabajo que deberán emplearse, tanto para la preparación de la subrasante como para la selección y mezclado de los agregados en planta o en la vía, y para el regado, conformación y compactación, serán los establecidos en el numeral 403-1.05.

403-2.06. Medición.- Las cantidades a pagarse por la construcción de una sub-base modificada con limo o arena, serán el número de metros cúbicos efectivamente ejecutados y aceptados por el Fiscalizador, medidos en el sitio después de la compactación.

Para el cálculo de las cantidades se considerará la longitud de la capa de sub-base terminada, medida como distancia horizontal real a lo largo del eje del camino, y el área de la sección transversal determinada en los planos. No se medirán, para el pago en forma adicional, el volumen o peso de los suelos no plásticos incorporados a la sub-base, considerándose que están compensados en el precio del metro cúbico de la capa de sub-base. No se deberán considerar para el pago cualquier exceso de área o espesor que no hayan sido autorizados previamente por el Fiscalizador.

403-2.07. Pago.- Las cantidades de sub-base determinadas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios establecidos en el contrato para cualquiera de los rubros designados a continuación.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por la preparación y suministro y transporte de agregados, provisión del suelo no plástico, mezclado, distribución, regado, hidratación, conformación y compactación de todo el material empleado para la capa de sub-base, incluyendo mano de obra, equipo, herramientas, materiales y más operaciones conexas en la realización completa de los trabajos descritos para la construcción de la sub-base modificada con limo o arena.

| Nº del Rubro de Pago y Designación | Unidad de Medición |
|--|--------------------------------|
| 403-2 Sub-base Clase....., modificada con suelo no plástico..... | Metro cúbico (m ³) |

403-3. Sub-base Modificada con Cal.

403-3.01. Descripción.- Este trabajo consistirá en la construcción de capas de sub-base compuestas por agregados obtenidos por proceso de trituración o de cribado, y que cumplan los requisitos establecidos en la subsección 816-2, excepto el límite líquido y el índice plástico, por lo que deberán ser mejoradas

con la adición de cal hidratada en la proporción establecida en el diseño y de acuerdo a la fórmula de trabajo preparada por el Contratista y aprobada por el Fiscalizador. Las capas de sub-base se colocarán sobre la subrasante, previamente preparada y aprobada, que se halle dentro de las alineaciones, pendientes y sección transversal señaladas en los planos contractuales.

403-3.02. Materiales.- Son susceptibles de modificación cualesquiera de las sub-bases cuya clasificación y condiciones están indicadas en el numeral 403-1.02. La clase de sub-base a utilizarse en la obra estará especificada en los documentos del contrato.

El material a incorporar a cualquiera de las sub-bases para controlar el límite líquido y el índice plástico a las especificaciones, será cal hidratada, la cual deberá cumplir con los requisitos establecidos en la subsección 815-3.

403-3.03. Equipo.- El Contratista deberá disponer, en el trabajo, de todo el equipo necesario, autorizado por el Fiscalizador, y en perfectas condiciones de operación. De acuerdo con la clase de sub-base especificada, el equipo mínimo necesario constará de planta de trituración o de cribado, equipo de transporte, motoniveladora, pulverizadora-mezcladora de paletas rotatorias, tanqueros o volquetas para cal según el tipo de mezclado, esparcidores mecánicos para cal (opcional), tanqueros para hidratación, rodillos lisos de tres ruedas o vibratorios y rodillos neumáticos para compactación.

403-3.04. Ensayos y Tolerancias.- Los ensayos para controlar el contenido de cal en la sub-base estarán de acuerdo con lo establecido en el numeral 402-3.04.

La comprobación de la calidad y cumplimiento de las especificaciones de los agregados será realizada de acuerdo con las estipulaciones del numeral 403-1.04.

La comprobación de los espesores de la sub-base terminada y sus tolerancias serán las mismas anotadas en el numeral 403-1.04.

403-3.05. Procedimientos de trabajo.

403-3.05.1.Preparación de la Subrasante.- Regirán las estipulaciones del numeral 403-1.05.1.

403-3.05.2.Distribución y Mezclado.- La selección y mezclado de los agregados, a los cuales se deberá incorporar la cal en la proporción establecida, podrá efectuarse en planta o en la vía. En todo caso, no se permitirá la iniciación del mezclado hasta que el Contratista no haya estudiado y sometido a la aprobación del Fiscalizador la fórmula de trabajo, en la cual se deberá establecer el contenido de cal, la cantidad de agua para la mezcla y la compactación, la mínima densidad que se obtendrá, y el valor PH.

En caso de utilizarse el procedimiento de mezcla en planta, esta deberá estar

equipada con una dosificadora, preferentemente al peso, para la cal hidratada, y se emplearán los procedimientos indicados para este método en el numeral 403-1.05.2.

Cuando se escoja el método de mezclado en la vía, se procederá con lo establecido para este sistema de mezcla en el numeral 403-1.05.2, con la única variación de que sobre la capa de agregados preparados y tendidos a todo lo ancho de la vía se distribuirá la cal hidratada en la proporción necesaria, de acuerdo con lo indicado para la Distribución de la cal - Método seco - en el numeral 402-3.05.2. Luego se procederá al mezclado mediante pulverizadoras-mezcladoras de paletas rotatorias, a fin de conseguir una mezcla uniforme en todo el ancho y profundidad de cada capa de sub-base, cuyo espesor no será mayor a 15 centímetros, hasta completar el espesor total de diseño. Durante el mezclado se deberá hidratar la mezcla, y luego de conseguida una condición uniforme en todo el material, se procederá a la conformación mediante motoniveladoras, hasta conseguir una superficie lisa, con las alineaciones, pendientes y sección transversal constantes en los planos del contrato.

Puede también emplearse el método húmedo para la distribución de la cal y mezclado, en cuyo caso se emplearán las estipulaciones del numeral 402-1.05.2, del método respectivo, después de los cual se efectuará la conformación, como se indica en el párrafo anterior.

403-3.05.3.Compactación.- Para este trabajo se emplearán las especificaciones constantes en el numeral 402-3.05.4.

Al iniciarse los trabajos el Contratista deberá construir un tramo de prueba de aproximadamente 1 Kilómetro. de longitud que será ensayado para determinar la densidad, espesor de la capa, proporción de cal en la sub-base y más requerimientos exigidos por el Fiscalizador, luego de lo cual éste deberá autorizar la prosecución de los trabajos, requisito sin el cual el Contratista no podrá continuar éste trabajo.

403-3.05.4.Curado.- El curado de las capas de sub-base modificada con cal hidratada se registrará por las estipulaciones del numeral 402-3.05.5.

403-3.06. Medición.- Las cantidades a pagarse por la sub-base modificada con cal hidratada, serán el volumen de la capa de sub-base y la cantidad de cal incorporada a la obra, de acuerdo con las estipulaciones contractuales.

La unidad de medida de la sub-base efectivamente construida bajo estas especificaciones, será el metro cúbico, y el volumen será medido compactado en base a la longitud construida medida horizontalmente a lo largo del eje del camino, y a la sección transversal especificada en los planos y aceptada por el Fiscalizador.

La unidad de medida para la cal hidratada efectivamente utilizada para la modificación de la sub-base, será la tonelada aceptada en la obra por el

Fiscalizador.

No serán objeto de pago ni el agua empleada para la mezcla y compactación ni para el curado, ni tampoco el asfalto que pueda emplearse para el curado de la capa superior; por tanto, estos materiales no serán medidos para el pago.

403-3.07. Pago.- Las cantidades calculadas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios señalados en el contrato para los rubros designados a continuación.

Los precios contractuales y su pago constituirán la compensación total por la preparación y suministro y transporte de agregados, mezclado, tendido, suministro y distribución de cal hidratada, mezclado, hidratación, conformación y compactación de los materiales empleados para la capa de sub-base, incluyendo la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y más operaciones conexas en la realización completa de los trabajos descritos en esta sección.

| N°del Rubro de Pago y Designación | Unidad de Medición |
|--|--------------------|
| 403-3 (1) Sub-base Clase...., modificada con cal hidratada (incluyendo riego de curado).....Metro cúbico (m ³) | |
| 403-3 (2) Suministro y distribución de cal Hidratada.....Tonelada | |

SECCION 404. BASES.

404-1. Base de Agregados.

404-1.01. Descripción.- Este trabajo consistirá en la construcción de capas de base compuestas por agregados triturados total o parcialmente o cribados, estabilizados con agregado fino procedente de la trituración, o suelos finos seleccionados, o ambos. La capa de base se colocará sobre una sub-base terminada y aprobada, o en casos especiales sobre una subrasante previamente preparada y aprobada, y de acuerdo con los alineamientos, pendientes y sección transversal establecida en los planos o en las disposiciones especiales.

404-1.02. Materiales.- Las bases de agregados podrán ser de las clases indicadas a continuación, de acuerdo con el tipo de materiales por emplearse.

La clase y tipo de base que deba utilizarse en la obra estará especificada en los documentos contractuales. En todo caso, el límite líquido de la fracción que pase el tamiz N° 40 deberá ser menor de 25 y el índice de plasticidad menor de 6. El porcentaje de desgaste por abrasión de los agregados será menor del 40% y el valor de soporte de CBR deberá ser igual o mayor al 80%.

Los agregados serán elementos limpios, sólidos y resistentes, exentos de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas.

- Clase 1: Son bases constituidas por agregados gruesos y finos, triturados en un 100% de acuerdo con lo establecido en la subsección 814-2 y graduados uniformemente dentro de los límites granulométricos indicados para los Tipos A y B en la Tabla 404-1.1.

El proceso de trituración que emplee el Contratista será tal que se obtengan los tamaños especificados directamente de la planta de trituración. Sin embargo, si hiciere falta relleno mineral para cumplir las exigencias de graduación se podrá completar con material procedente de una trituración adicional, o con arena fina, que serán mezclados necesariamente en planta.

- Clase 2: Son bases constituidas por fragmentos de roca o grava trituradas, cuya fracción de agregado grueso será triturada al menos el 50% en peso, y que cumplirán los requisitos establecidos en la subsección 814-4.

Estas bases deberán hallarse graduadas uniformemente dentro de los límites granulométricos indicados en la Tabla 404-1.2.

El proceso de trituración que emplee el Contratista será tal que se obtengan los tamaños especificados directamente de la planta de trituración. Sin embargo, si hace falta relleno mineral para cumplir

las exigencias de graduación podrá completarse con material procedente de una trituración adicional, o con arena fina, que serán mezclados preferentemente en planta.

- Clase 3: Son bases constituidas por fragmentos de roca o grava trituradas, cuya fracción de agregado grueso será triturada al menos el 25% en peso, y que cumplirán los requisitos establecidos en la subsección 814-4.

Estas bases deberán hallarse graduadas uniformemente dentro de los límites granulométricos indicados en la Tabla 404-1.3.

Si hace falta relleno mineral para cumplir las exigencias de graduación, se podrá completar con material procedente de trituración adicional, o con arena fina, que podrán ser mezclados en planta o en el camino.

- Clase 4: Son bases constituidas por agregados obtenidos por trituración o cribado de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas, de conformidad con lo establecido en la subsección 814-3 y graduadas uniformemente dentro de los límites granulométricos indicados en la Tabla 404-1.4.

Tabla 404-1.1.

| TAMIZ | Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada | |
|--------------------|--|---------------|
| | Tipo A | Tipo B |
| 2" (50.8 mm.) | 100 | -- |
| 1 1/2" (38,1mm.) | 70 - 100 | 100 |
| 1" (25.4 mm.) | 55 - 85 | 70 - 100 |
| 3/4"(19.0 mm.) | 50 - 80 | 60 - 90 |
| 3/8"(9.5 mm.) | 35 - 60 | 45 - 75 |
| Nº 4 (4.76 mm.) | 25 - 50 | 30 - 60 |
| Nº 10 (2.00 mm.) | 20 - 40 | 20 - 50 |
| Nº 40 (0.425 mm.) | 10 - 25 | 10 - 25 |
| Nº 200 (0.075 mm.) | 2 - 12 | 2 - 12 |

Tabla 404-1.2.

| TAMIZ | Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada |
|--------------------|--|
| 1" (25.4 mm.) | 100 |
| 3/4"(19.0 mm.) | 70 - 100 |
| 3/8"(9.5 mm.) | 50 - 80 |
| Nº 4 (4.76 mm.) | 35 - 65 |
| Nº 10 (2.00 mm.) | 25 - 50 |
| Nº 40 (0.425 mm.) | 15 - 30 |
| Nº 200 (0.075 mm.) | 3 - 15 |

Tabla 404-1.3

| TAMIZ | Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada |
|--------------------|--|
| 3/4"(19.0 mm.) | 100 |
| Nº 4 (4.76 mm.) | 45 - 80 |
| Nº 10 (2.00 mm.) | 30 - 60 |
| Nº 40 (0.425 mm.) | 20 - 35 |
| Nº 200 (0.075 mm.) | 3 - 15 |

Tabla 404-1.4.

| TAMIZ | Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada |
|--------------------|--|
| 2" (50.8 mm.) | 100 |
| 1" (25.4 mm.) | 60 - 90 |
| Nº 4 (4.76 mm.) | 20 - 50 |
| Nº 200 (0.075 mm.) | 0 - 15 |

De ser necesario para cumplir las exigencias de graduación, se podrá añadir a la grava arena o material proveniente de trituración, que podrán mezclarse en planta o en el camino.

404-1.03. Equipo.- El Contratista deberá disponer en la obra de todo el equipo necesario, autorizado por el Fiscalizador, y en perfectas condiciones de trabajo. Según el caso, el equipo mínimo necesario constará de planta de trituración y cribado, planta para mezclado, equipo de transporte, maquinaria para distribución, para mezclado, esparcimiento, y conformación, tanqueros para hidratación y rodillos lisos o rodillos vibratorios.

404-1.04. Ensayos y Tolerancias.- La granulometría del material de base será comprobada mediante el ensayo INEN 696 y 697 (AASHTO T-11 y T 27), el mismo que se llevará a cabo al finalizar la mezcla en planta o inmediatamente después del mezclado final en el camino. Sin embargo de haber sido comprobada la granulometría en planta, el Contratista continuará con la obligación de mantenerla en la obra.

Deberán cumplirse y comprobarse todas las demás exigencias sobre la calidad de los agregados, de acuerdo con lo establecido en la Sección 814, o en las Disposiciones Especiales.

Para comprobar la calidad de la construcción, se deberá realizar en todas las capas de base los ensayos de densidad de campo, usando equipo nuclear debidamente calibrado o mediante el ensayo AASHTO T-147.o T-191. En todo caso, la densidad mínima de la base no será menor que el 100% de la densidad máxima establecida por el Fiscalizador, mediante los ensayos de Densidad Máxima y Humedad Óptima realizados con las regulaciones AASHTO T-180, método D.

En ningún punto de la capa de base terminada, el espesor deberá variar en más de un centímetro con el espesor indicado en los planos; sin embargo, el promedio de los espesores comprobados no podrá ser inferior al especificado.

Estos espesores y la densidad de la base, serán medidos luego de la compactación final de la base, cada 100 metros de longitud, en puntos alternados al eje y a los costados del camino. Cuando una medición señale una variación mayor que la tolerancia indicada, se efectuarán las mediciones adicionales que sean necesarias a intervalos más cortos, para determinar el área de la zona deficiente. Para corregir el espesor inaceptable, el Contratista deberá escarificar, a su costo, esa zona y retirar o agregar el material necesario, para proceder de inmediato a la conformación y compactación con los niveles y espesores del proyecto. Sin embargo, antes de corregir los espesores deberán tomarse en consideración las siguientes tolerancias adicionales: si el espesor sobrepasa lo estipulado en los documentos contractuales y la cota de la superficie se halla dentro de un exceso de 1.5 centímetros sobre la cota del proyecto, no será necesario efectuar correcciones; así mismo, si el espesor es menor que el estipulado y la cota de la superficie se halla dentro de un faltante de 1.5 centímetros de la cota del proyecto, podrá no corregirse el espesor de la base siempre y cuando el espesor de la base terminada sea mayor a 10 centímetros, y la capa de rodadura sea de hormigón asfáltico y el espesor faltante sea compensado con el espesor de la capa de rodadura hasta llegar a la rasante.

En caso de que las mediciones de espesor y los ensayos de densidad sean efectuados por medio de perforaciones, el Contratista deberá rellenar los orificios y compactar el material cuidadosamente, a satisfacción del Fiscalizador, sin que se efectúe ningún pago por estos trabajos.

Como está indicado, las cotas de la superficie terminada no podrán variar en más de 1.5 centímetros de los niveles del proyecto, para comprobar lo cual deberán realizarse nivelaciones minuciosas a lo largo del eje y en forma transversal.

En caso de encontrarse deficiencias en la compactación de la base, el Contratista deberá efectuar la corrección a su costo, escarificando el material en el área defectuosa y volviendo a conformarlo con el contenido de humedad óptima y compactarlo debidamente hasta alcanzar la densidad especificada.

404-1.05. Procedimiento de trabajo.

404-1.05.1.Preparación de la Sub-base.- La superficie de la sub-base deberá hallarse terminada, conforme a los requerimientos estipulados para la Sección 404. Deberá, así mismo, hallarse libre de cualquier material extraño, antes de iniciar el transporte del material de base a la vía.

404-1.05.2.Selección y Mezclado.- Los agregados preparados para la base, deberán cumplir la granulometría y más condiciones de la clase de base especificada en el contrato. Durante el proceso de explotación, trituración o cribado, el Contratista efectuará la selección y mezcla de los agregados en planta, a fin de lograr la granulometría apropiada en el material que será transportado a la obra.

En el caso de que se tenga que conseguir la granulometría y límites de consistencia para el material de base, mediante la mezcla de varias fracciones individuales, estas fracciones de agregados gruesos, finos y relleno mineral, serán combinadas y mezcladas uniformemente en una planta aprobada por el Fiscalizador la cual disponga de una mezcladora de tambor o de paletas. La operación será conducida de una manera consistente en orden a que la producción de agregado para la base sea uniforme.

El mezclado de las fracciones de agregados podrá realizarse también en la vía; en este caso, se colocará y esparcirá en primer lugar una capa de espesor y ancho uniformes del agregado grueso, y luego se distribuirán proporcionalmente los agregados finos sobre la primera capa. Pueden formarse tantas capas como fracciones del material sean necesarias para obtener la granulometría y lograr el espesor necesario con el total del material, de acuerdo con el diseño. Cuando todos los agregados se hallen colocados en sitio, se procederá a mezclarlos uniformemente mediante motoniveladoras, mezcladoras de discos u otras máquinas mezcladoras aprobadas por el Fiscalizador. Desde el inicio y durante el proceso de mezclado, deberá regarse el agua necesaria a fin de conseguir la humedad requerida para la compactación especificada.

Cuando se haya logrado una mezcla uniforme, se controlará la granulometría y se esparcirá el material a todo lo ancho de la vía, en un espesor uniforme, para proceder a la conformación y a la compactación requerida, de acuerdo con las pendientes, alineaciones y sección transversal determinadas en los planos.

En ningún caso se permitirá el tendido y conformación directa de agregados colocados en montones formados por los volquetes de transporte, sin el proceso de mezclado previo y alternado indicado en los párrafos anteriores.

404-1.05.3.Tendido y Conformación.- Cuando el material de la base haya sido mezclado e hidratado en planta central, deberá cargarse directamente en volquetes, evitándose la segregación, y transportado al sitio para ser esparcido por medio de distribuidoras apropiadas, en franjas de espesor uniforme que cubran el ancho determinado en la sección transversal especificada. De inmediato se procederá a la conformación y compactación, de tal manera que la base terminada avance a una distancia conveniente de la distribución.

El Fiscalizador podrá autorizar también la colocación del material preparado y transportado de la planta, en montones formados por volquetes; pero, en este caso, el material deberá ser esparcido en una franja a un costado de la vía, desde la cual se procederá a su regado a todo lo ancho y en un espesor uniforme, mientras se realiza la hidratación. El material no deberá ser movilizado repetidas veces por las motoniveladoras, de uno a otro costado, para evitar la segregación; se procurará más bien que el regado y conformación se completen con el menor movimiento posible del agregado, hasta obtener una superficie lisa y uniforme, de acuerdo a las alineaciones, pendientes y secciones transversales establecidas en los planos.

Cuando se haya autorizado el mezclado de los agregados en la vía, estos deberán ser regados a todo el ancho, una vez terminada la mezcla, completando al mismo tiempo su hidratación, a fin de obtener una capa de espesor uniforme, con una superficie lisa y conformada de acuerdo a las alineaciones, pendientes y sección transversal especificadas.

En todos los casos de construcción de las capas de base, y a partir de la distribución o regado de los agregados, hasta la terminación de la compactación, el tránsito vehicular extraño a la obra estará terminantemente prohibido, y la circulación de los equipos de construcción será dirigida uniformemente sobre las capas tendidas, a fin de evitar la segregación y daños en la conformación del material.

Cuando sea necesario construir la base completa en más de una capa, el espesor de cada capa será aproximadamente igual, y se emplearán para cada una de ellas los procedimientos arriba descritos, hasta su compactación final. En ningún caso el espesor de una capa compactada podrá ser menor a 10 centímetros.

Cuando se tenga que construir capas de base en zonas limitadas de forma

irregular, como intersecciones, islas centrales y divisorias, rampas, etc. podrán emplearse otros métodos de distribución mecánicos o manuales que produzcan los mismos resultados y que sean aceptables para el Fiscalizador.

404-1.05.4.Compactación.- Inmediatamente después de completarse el tendido y conformación de la capa de la base, el material deberá compactarse por medio de rodillos lisos de mínimo 8 Toneladas, rodillos vibratorios de energía de compactación equivalente o mayor.

El proceso de compactación será uniforme para el ancho total de la base, iniciándose en los costados de la vía y avanzando hacia el eje central, traslapando en cada pasada de los rodillos la mitad del ancho de la pasada inmediata anterior. Durante este rodillado, se continuará humedeciendo y emparejando el material en todo lo que sea necesario, hasta lograr la compactación total especificada en toda la profundidad de la capa y la conformación de la superficie a todos sus requerimientos contractuales.

Al completar la compactación, el Contratista notificará al Fiscalizador para la comprobación de todas las exigencias contractuales. El Fiscalizador procederá a efectuar los ensayos de densidad apropiados y comprobará las pendientes, alineaciones y sección transversal, antes de manifestar su aprobación o reparos. Si se hubieren obtenido valores inferiores a la densidad mínima especificada o la superficie no se hallare debidamente conformada, se deberá proceder a comprobar la compactación estadísticamente para que el promedio de las lecturas estén dentro del rango especificado, el Contratista deberá efectuar las correcciones necesarias de acuerdo con lo indicado en el numeral 404-1.04, hasta obtener el cumplimiento de los requisitos señalados en el contrato y la aprobación del Fiscalizador, previamente a la imprimación de la base.

En caso de existir sitios no accesibles a los rodillos indicados para la compactación, como accesos a puentes, bordillos direccionales u otros, se deberá emplear apisonadores mecánicos de impacto o placas vibratorias, para obtener la densidad especificada en todos los sitios de la base.

404-1.06. Medición.- La cantidad a pagarse por la construcción de una base de agregados, será el número de metros cúbicos efectivamente ejecutados y aceptados por el Fiscalizador, medidos en sitio después de la compactación.

Para el cálculo de la cantidad, se considerará la longitud de la capa de base terminada, medida como distancia horizontal real a lo largo del eje del camino, y el área de la sección transversal especificada en los planos. En ningún caso se deberá considerar para el pago cualquier exceso de área o espesor que no hayan sido autorizados previamente por el Fiscalizador.

404-1.07. Pago.- Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios establecidos en el contrato para cualquiera de los rubros designados a continuación.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por la preparación y suministro y transporte de los agregados, mezcla, distribución, tendido, hidratación, conformación y compactación del material empleado para la capa de base, incluyendo mano de obra, equipo, herramientas, materiales y más operaciones conexas en la realización completa de los trabajos descritos en esta sección.

Nº del Rubro de Pago y Designación**Unidad de Medición**

404-1 Base, Clase.....Metro cúbico (m³)

404-2. Base de Agregados Estabilizada con Cemento Portland.

404-2.01. Descripción.- Este trabajo consistirá en la construcción de capas de base compuestas de agregados triturados o cribados, o de una combinación de ambos, cemento Portland y agua, mezclados en una planta central o sobre el camino. Se llevará a cabo para mejorar las características mecánicas de los agregados en caso de que no cumplan los requisitos especificados en el numeral 404-1.02, para la base de agregados. La capa de base se colocará sobre una sub-base terminada y aprobada que se halle dentro de las alineaciones, pendientes y sección transversal señaladas en los planos contractuales.

404-2.02. Materiales.- Los materiales que se emplearán en la construcción de las capas de base de agregados estabilizada con cemento Portland, serán agregados triturados o cribados o una mezcla de ambos. En todo caso los agregados deberán hallarse uniformemente graduados dentro de los límites granulométricos indicados en la Tabla 404-2.1. para el agregado grueso y el agregado fino, cuyo diseño y fórmula de trabajo será proporcionada por el Contratista y aprobada por el Fiscalizador.

Los materiales bien graduados contendrán entre un 55% y un 65% de agregado grueso retenido en el tamiz N° 4.

El aglutinante para la mezcla estará constituido por cemento Portland tipo I o tipo II, que cumpla con los requisitos de la Sección 802.

El agua para la hidratación de la mezcla deberá cumplir las exigencias de la Sección 804.

Los yacimientos que serán explotados para la obtención de los agregados de base, estarán señalados en los documentos contractuales.

Tabla 404-2.1

| TAMIZ | Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada IV-57 |
|-------|--|
|-------|--|

| Agregado grueso | | Agregado fino |
|--------------------|----------|---------------|
| 2" (50.8 mm.) | 100 | -- |
| 1 1/2" (38,1mm.) | 95 - 100 | -- |
| 3/4"(19.0 mm.) | 40 - 100 | -- |
| Nº 4 (4.76 mm.) | 0 - 5 | 80 - 100 |
| Nº 10 (2.00 mm.) | -- | 50 - 85 |
| Nº 40 (0.425 mm.) | -- | 15 - 45 |
| Nº 200 (0.075 mm.) | -- | 0 - 10 |

404-2.03. Equipo.- El Contratista deberá disponer, en el trabajo, de todo el equipo necesario, autorizado por el Fiscalizador, y en perfectas condiciones de trabajo. Por lo general, el equipo mínimo necesario según el procedimiento de construcción, contará con planta de trituración o de cribado; planta dosificadora-mezcladora para la incorporación del cemento, mezcladoras móviles o rastras de discos, motoniveladoras, equipo de transporte, distribuidoras de base, tanqueros para hidratación, rodillos lisos de tres ruedas, rodillos vibratorios y neumáticos.

404-2.04. Ensayos y Tolerancias.- La granulometría de la mezcla de agregados para la base será comprobada mediante el ensayo INEN 696 y 697 (AASHTO T-11 y T-27), una vez terminada la preparación de los agregados en planta o en el camino, y antes de proceder a la incorporación del cemento. Los demás requisitos que deben cumplir los agregados serán comprobados de acuerdo con lo establecido en la subsección 815-2. La comprobación de las exigencias de los agregados en planta, no eximirá al Contratista de la obligación de mantenerlas hasta que el material se incorpore a la obra.

Para comprobar la calidad de la construcción de las capas de base, se deberán efectuar los ensayos de Densidad máxima y Humedad óptima, mediante las normas AASHTO T-134; la comprobación de la Densidad de campo, que no será menor al 100% de la densidad máxima establecida, mediante el uso de equipo nuclear debidamente calibrado o mediante el ensayo AASHTO T-147.o T-191; el contenido de partículas finas plásticas, mediante el ensayo AASHTO T-176; el contenido de cemento en la mezcla, mediante el ensayo AASHTO T-211, y se deberán efectuar ensayos de compresión simple para comprobar que esta resistencia no sea inferior a 25 Kg/cm^2 .

En ningún punto de la capa de base terminada, el espesor deberá variar en más de un centímetro con el espesor indicado en los planos; sin embargo, el promedio de los espesores comprobados no podrá ser inferior al especificado.

Estos espesores y la densidad de la base serán medidos luego de la compactación final de la base, cada 100 metros de longitud, en puntos alternados al eje y a los costados del camino. Cuando una medición señale una variación mayor que la

tolerancia indicada, se efectuarán las mediciones adicionales que sean necesarias a intervalos más cortos, para determinar el área de la zona deficiente. Para corregir el espesor inaceptable, el Contratista deberá escarificar, a su costa, esa zona en todo el espesor de la capa construida y retirar o agregar el material necesario, para proceder de inmediato a la conformación y compactación con los niveles y espesores del proyecto. Sin embargo, antes de corregir los espesores deberá tomarse en consideración las siguientes tolerancias adicionales: si el espesor sobrepasa lo estipulado en los documentos contractuales y la cota de la superficie se halla dentro de un exceso de 1.5 centímetros sobre la cota del proyecto, no será necesario efectuar correcciones; así mismo, si el espesor es menor que el estipulado y la cota de la superficie se halla dentro de un faltante de 1.5 centímetros de la cota del proyecto, podrá no corregirse el espesor de la base, siempre y cuando el espesor de la base terminada sea mayor a 10 centímetros, y la capa de rodadura sea de hormigón asfáltico o hidráulico, y el espesor faltante sea compensado con el espesor de la capa de rodadura hasta llegar a la rasante.

En caso de que las mediciones de espesor y los ensayos de densidad sean efectuados por medio de perforaciones, el Contratista deberá rellenar los orificios, con idéntica mezcla a la empleada en la construcción, y compactar el material cuidadosamente, a satisfacción del Fiscalizador, sin que se efectúe ningún pago por estos trabajos.

Como está indicado, las cotas de la superficie terminada no podrán variar en más de 1.5 centímetros de los niveles del proyecto, para comprobar lo cual deberán realizarse nivelaciones minuciosas a lo largo del eje y en forma transversal.

En caso de encontrarse deficiencias en la compactación de la base, se efectuará la corrección necesaria utilizando un procedimiento análogo al descrito para corregir los espesores.

404-2.05. Procedimiento de trabajo.

404-2.05.1.Preparación de la Sub-base.- La superficie de la sub-base deberá hallarse terminada conforme a los requerimientos estipulados para la Sección 403.

Deberá hallarse libre de cualquier material extraño antes de iniciar el transporte del material de base a la vía, y antes del tendido de la mezcla de base deberá ser humedecida uniforme y convenientemente, evitando cualquier exceso que cause daños en la superficie.

Antes de proceder a la construcción completa de esta capa de base el Contratista deberá realizar un tramo de prueba de un kilómetro de longitud aproximadamente, utilizando los procedimientos descritos en esta sección. Este tramo de prueba será revisado y analizado cuidadosamente por el Contratista y por el Fiscalizador, durante por lo menos 30 días, después de lo cual, se tomará la decisión más conveniente para garantizar la calidad y eficiencia de la base que se construirá.

404-2.05.2.Mezclado y Tendido.- La mezcla de los agregados, cemento y agua, podrá ser realizada en planta o en el camino, de acuerdo con lo determinado en los documentos contractuales. En todo caso, el Fiscalizador no autorizará la iniciación del trabajo antes de que el Contratista haya estudiado y presentado a su aprobación el diseño y fórmula de trabajo en la que se indique la granulometría de los agregados y establezca el contenido de cemento, el contenido de agua para la mezcla y compactación, la densidad mínima y la resistencia mínima a la compresión simple.

- Mezcla en planta: En caso de utilizarse la mezcla en planta, deberá usarse una planta dosificadora-mezcladora provista de tolvas, sistema de dosificación de los agregados, el cemento y el agua, mezcladora de paletas o de tambor, que pueda trabajar por paradas o mezcla continua y con dosificaciones al peso.

La carga de los materiales deberá efectuarse de manera uniforme y el tiempo de la mezcla será de 45 segundos a un minuto, en tal forma que se asegure la distribución completa y uniforme del cemento en toda la mezcla. La cantidad de agua que se incorpore a la mezcla será la necesaria para obtener la humedad óptima para compactación.

La mezcla preparada en la planta será transportada al camino en camiones de volteo, en donde deberá ser distribuida de inmediato por máquinas distribuidoras de base, preferiblemente autopropulsadas, aprobadas por el Fiscalizador, y que sean capaces de colocar la mezcla en el espesor y ancho requeridos y de acuerdo a la sección transversal especificada para proceder a la compactación. Previamente a la distribución de la mezcla, se humedecerá la superficie de la sub-base.

- Mezcla en sitio: El mezclado de los agregados, cemento y agua puede ser realizado también sobre el camino, en cuyo caso se deberá transportar al sitio el agregado grueso que será tendido en una capa de ancho y espesor uniforme a lo largo de la vía, sobre la cual se distribuirá el agregado fino en otra capa uniforme en la proporción necesaria. Estas fracciones de agregados serán mezcladas por medio de máquinas mezcladoras, rastras de discos y motoniveladora, hasta conseguir una mezcla uniforme y de acuerdo con la granulometría especificada. La mezcla será entonces tendida a todo lo ancho de la vía, y sobre ella se distribuirá el cemento necesario, por medio de esparcidores mecánicos si se usa a granel o manualmente si se utiliza cemento en sacos.

El cemento deberá ser distribuido con precisión y uniformidad en la proporción determinada en la fórmula de trabajo preparada por el Contratista y aprobada por el Fiscalizador, con una variación máxima de 5%. Se deberá cuidar que al momento de la distribución del cemento no soplen vientos que impidan la ejecución del trabajo.

Una vez distribuido el cemento, se procederá al mezclado mediante máquinas

mezcladoras o rastras de discos, agregándose simultáneamente el agua necesaria hasta conseguir la humedad óptima; luego se conformará para proceder a la compactación de la capa completa.

La colocación del material de base en zonas limitadas de forma irregular, como intersecciones, islas centrales y divisorias, rampas, etc., podrá ser efectuada con otros métodos de distribución mecánicos o manuales que produzcan los mismos resultados y sean aceptables al Fiscalizador.

Desde el inicio de la colocación de la mezcla de base en la vía, con cualquiera de los métodos empleados, hasta la terminación de la compactación, deberá suspenderse toda circulación de vehículos y equipo que no sea el directamente requerido en cada fase de la obra.

404-2.05.3.Compactación.- Una vez completado el tendido y la conformación de la capa de base, deberá procederse a la compactación, la cual será terminada dentro de un lapso máximo de dos horas a partir del mezclado e hidratación final. Al efecto, se utilizarán rodillos lisos de 8 a 12 toneladas, rodillos vibratorios de fuerza de compactación equivalente o mayor, rodillos neumáticos u otro tipo de compactadores aprobados. Si, por alguna razón, la mezcla permanece por más de las dos horas indicadas sin que haya sido compactada, deberá ser removida y desalojada, a costa del Contratista.

Para lograr un curado completo de la capa de base, no se construirá con espesores mayores a 15 centímetros. Si el espesor de la base terminada fuere mayor, la construcción deberá dividirse en capas de espesor aproximadamente igual.

El proceso de compactación será uniforme para el ancho total de la base, iniciándose a los costados de la vía y avanzando hacia el eje central, trasladando en cada pasada de los rodillos la mitad del ancho de la pasada inmediata anterior. Durante este rodillado se continuará humedeciendo levemente el material en todo lo que sea necesario, hasta lograr la compactación total especificada en toda la profundidad de la capa. De obtenerse valores menores a los especificados, el Contratista deberá continuar con el riego de agua y compactación hasta conseguir la densidad necesaria.

Las áreas no accesibles a los rodillos podrán ser compactadas con apisonadores mecánicos o placas vibratorias, en la forma que permita lograr una densidad uniforme igual a la requerida.

Al final de cada jornada, deberá terminarse el trabajo formando una junta de construcción vertical de espesor completo, perpendicular al eje del camino y en todo el ancho. De igual manera se procederá cuando la construcción tenga que ser paralizada por más de dos horas. Esta junta deberá ser inspeccionada y aprobada por el Fiscalizador antes de continuar la colocación del material de base en adelante. En caso de que la construcción de la capa no alcance el ancho total de la vía en cada vez, se deberá formar una junta de construcción longitudinal

con cara vertical, de espesor completo, unos 5 a 10 centímetros adentro del borde de la capa del material colocado. Para continuar con la construcción del ancho faltante y en las demás juntas de construcción, se deberá previamente humedecer el material compactado antes de colocar el resto de material para la base.

404-2.05.4. Curado.- Una vez que la base haya sido compactada y se halle terminada, de acuerdo con todos los requerimientos contractuales, deberá protegerse contra el secamiento prematuro mediante la aplicación de un riego de asfalto diluido de curado rápido o de asfalto emulsionado. La cantidad exacta de riego asfáltico será determinada por el Fiscalizador, pero en general será de 0.50 a 0.80 litros por metro cuadrado. Al momento de distribuirse el asfalto, la superficie terminada deberá hallarse húmeda y libre de cualquier material extraño. La circulación vehicular deberá ser prohibida totalmente durante 48 horas por lo menos, después de lo cual, caso de ser imprescindible reabrir el tránsito, el Contratista cubrirá la base con una capa de arena que se la dejará en sitio hasta completar 7 días, para proteger el riego asfáltico, y se permitirá una circulación vehicular restringida y controlada.

Si la base se construye en más de una capa, el curado indicado será empleado en la capa superior. En las capas inferiores se utilizará un curado con agua cubriendo la base con una capa de arena, que se la mantendrá húmeda al menos por 72 horas y se la dejará en sitio hasta completar 7 días, después de lo cual se retirará y barrerá a satisfacción del Fiscalizador, antes de iniciar la colocación de la capa siguiente.

404-2.06. Medición.- Las cantidades a pagarse por la base de agregados estabilizados con cemento Portland, serán el volumen ejecutado de la capa de base, la cantidad de cemento empleada en la obra de acuerdo al diseño, y el asfalto empleado para el curado, todo de acuerdo a las estipulaciones contractuales y a las instrucciones del Fiscalizador.

La unidad de medida de la base efectivamente construida bajo estas especificaciones, será el metro cúbico, y el volumen será medido después de la compactación, en base a la longitud construida, medida horizontalmente a lo largo del eje de la vía, y a la sección transversal especificada en los planos y aceptada por el Fiscalizador.

La unidad de medida para el cemento Portland efectivamente utilizado para la estabilización de la base, será la tonelada aceptada en la obra por el Fiscalizador.

La unidad de medida para el asfalto diluido realmente empleado en el riego de curado será el litro, en base a la cantidad indicada por el Fiscalizador y comprobada en sitio.

No se efectuará ningún pago adicional por el agua empleada para la mezcla, compactación y curado, ni por la arena que sea necesario colocar para el curado o para la protección del riego asfáltico.

404-2.07. Pago.- Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior se pagarán a los precios señalados en el contrato para los rubros designados a continuación.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por la preparación y suministro de los agregados, mezcla, transporte, distribución, incorporación y mezclado del cemento, tendido, hidratación, conformación, compactación y curado de la capa de base; así como por mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la realización completa de los trabajos descritos en esta sección.

| N° del Rubro de Pago y Designación | Unidad de Medición |
|---|--------------------------------|
| 404-2 (1) Base de agregados estabilizados con cemento Pórtland..... | Metro cúbico (m ³) |
| 404-2 (2) Suministro y distribución de cemento Pórtland..... | Tonelada (t) |
| 404-2 (3) Suministro y distribución de asfalto para curado..... | Litro (l) |

404-3. Base de Agregados Estabilizados con Cal.

404-3.01. Descripción.- Este trabajo consistirá en la construcción de capas de base de agregados, estabilizadas con cal hidratada y agua, colocadas sobre una sub-base previamente preparada y aprobada, y de conformidad con los alineamientos y sección transversal especificada en los planos contractuales. Se llevará a cabo para mejorar las características mecánicas de los agregados en caso de que no cumplan con los requisitos especificados en el numeral 404-1.02, para la Base de agregados.

404-3.02. Materiales.- Los agregados por emplear serán los especificados para bases clase 3 o clase 4, y deberán cumplir los requisitos de granulometría correspondientes a ellos, según lo indicado en el numeral 404-1.02.

La cal hidratada deberá cumplir con las exigencias anotadas en la subsección 815-3 y el agua debe satisfacer los requisitos de la Sección 804.

404-3.03. Equipo.- El Contratista deberá disponer de todo el equipo necesario para la construcción de la base estabilizada con cal, que será como mínimo el establecido en el numeral 404-2.03.

El equipo deberá ser aprobado por el Fiscalizador antes de su utilización en la obra.

404-3.04. Ensayos y Tolerancias.- Los ensayos que deberán efectuarse para el control de los materiales y de la construcción serán los establecidos en el numeral, 404-2.04, con excepción del contenido de cemento en la mezcla, que

será reemplazado por los ensayos especificados para determinar el contenido de la cal en el numeral 402-3.04.

Asimismo, las tolerancias admitidas para la construcción serán las mismas establecidas en el numeral 404-2.04, para la base estabilizada con cemento Portland.

404-3.05. Procedimiento de trabajo.- Los procedimientos de trabajo a emplearse serán los especificados para la base de agregados, estabilizada con cemento Portland, en el numeral 404-2.05.1, y además podrá emplearse el método húmedo de distribución de la cal indicado en el numeral 402-3.05.2, para luego continuar con el mezclado, tendido, compactación y curado ya especificados.

En forma previa a la construcción total de la base, se deberá realizar un tramo de prueba, de conformidad con lo indicado en el numeral 404-2.05.

404-3.06. Medición.- Las cantidades a pagarse por la construcción de la base de agregados estabilizada con cal, serán el volumen de la capa de base y el peso de la cal realmente utilizada en la obra, de acuerdo con las estipulaciones del contrato y las instrucciones del Fiscalizador.

La unidad de medida de la base efectivamente construida bajo estas especificaciones, será el metro cúbico, y el volumen será medido después de la compactación, en base a la longitud construida, medida horizontalmente a lo largo del eje de la vía y a la sección transversal especificada en los planos y aceptada por el Fiscalizador.

La unidad de medida para la cal efectivamente utilizada para la estabilización de la base, será la tonelada aceptada en la obra por el Fiscalizador.

No se efectuará ninguna medida adicional ni se efectuará ningún pago por el agua empleada para la mezcla, compactación y curado, ni por el asfalto y arena que eventualmente pudieran utilizarse para este tipo de curado.

404-3.07. Pago.- Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior se pagarán a los precios señalados en el contrato para los rubros designados a continuación.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por la preparación y suministro de los agregados, mezcla, transporte, distribución; incorporación y mezclado de la cal, tendido, hidratación, conformación, compactación y curado de la capa de base; así como por mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la realización completa de los trabajos descritos en esta sección.

Nº del Rubro de Pago y Designación

Unidad de Medición

| | | |
|-----------|---|--------------------------------|
| 404-3 (1) | Base de agregados estabilizada con cal..... | Metro cúbico (m ³) |
| 404-3 (2) | Suministro y distribución de cal hidratada..... | Tonelada (t) |

404-4. Base de Hormigón Asfáltico Mezclado en Sitio.

404-4.01. Descripción.- Este trabajo consistirá en la construcción de capas de base de hormigón asfáltico mezclado en el camino, colocadas sobre una sub-base previamente preparada y aceptada y de conformidad con los alineamientos, pendientes y sección transversal establecidas en los planos contractuales.

404-4.02. Materiales .- El tipo de material bituminoso que se utilizará generalmente para este trabajo será asfalto diluido o emulsiones asfálticas, a menos que en el contrato se especifique un tipo diferente. El asfalto diluido y la emulsión asfáltica deberán cumplir los requisitos establecidos en el numeral 810.3 y 810.4 respectivamente, según el tipo y grado de material bituminoso que se utilice.

Los agregados serán obtenidos por medio de trituración o cribado de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas. Los agregados a utilizar serán limpios, sólidos y resistentes, libres de materiales orgánicos, arcillas u otras materias extrañas. Cuando la mezcla se realice con asfalto diluido los agregados deberán estar completamente secos.

El porcentaje de desgaste por abrasión de los agregados será menos del 40% según la Norma INEN 860.

El equivalente de arena se realizará en los agregados pasantes por el tamiz INEN 4.75 mm. Tendrá un valor mínimo de 35% según Norma ASTM D2419.

La porción de agregados que pasa el tamiz INEN 0.425 mm (No 40), deberá tener un índice de plasticidad menor a 4, según lo establecido en las normas INEN 691 y 692.

El máximo porcentaje en peso de partículas alargadas y achatadas retenidas en el tamiz INEN 4.75mm cuya relación entre las dimensiones máximas y mínimas mayor que 5, no deberá ser mayor de un 10% según la Norma ASTM D4791.

Los agregados gruesos retenidos en el tamiz INEN 4.75 mm deben tener cierta angularidad, debiendo contener al menos el 75% en peso de elementos triturados que contengan dos o más caras fracturadas según la Norma ASTM D5821.

La granulometría se hallará entre los límites de cualquiera de los tipos A, B, y C indicados en la tabla 404-4.1.

Tabla 404-4.1

| TAMIZ | Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada | | |
|--------------------|--|----------|----------|
| | A | B | C |
| 2" (50.8 mm.) | 100 | -- | -- |
| 1 1/2" (38.1 mm.) | 70 – 100 | 100 | -- |
| 1" (25.4 mm.) | 55 – 85 | 70 – 100 | 100 |
| 3/4" (19.0 mm.) | 50 – 80 | 60 - 90 | 70 - 100 |
| 3/8" (9.5 mm.) | 40 – 70 | 45 - 75 | 50 - 80 |
| Nº 4 (4.75 mm.) | 30 – 60 | 30 - 60 | 35 - 65 |
| Nº 10 (2.00 mm.) | 20 – 50 | 20 - 50 | 25 - 50 |
| Nº 40 (0.425 mm.) | 5 - 30 | 5 - 30 | 10 - 30 |
| Nº 200 (0.075 mm.) | 0 - 5 | 0 - 5 | 0 - 5 |

404-4.03. Equipo.- El equipo que utilice el Contratista para la construcción de la base de hormigón asfáltico mezclado en sitio será el establecido en el numeral 405-4.03.

404-4.04. Ensayos y Tolerancias.- La calidad del material asfáltico y los agregados deberán cumplir con los requisitos indicados en el numeral 404-4.02. La mezcla asfáltica debe satisfacer los requisitos recogidos en la tabla 404-4.2 a 25°C.

TABLA 404-4.2

| ESTABILIDAD | FLUJO |
|---------------|----------|
| MARSHALL | (1/100") |
| 750 lbs. min. | 5-18 |

Las tolerancias para la utilización de la fórmula maestra en obra, serán los establecidos en el numeral 405.5.04.

Las tolerancias para el acabado de superficie serán los establecidos en el numeral 405.5.04.

404-4.05. Procedimientos de trabajo.- Los procedimientos que se utilicen para la fórmula maestra de obra, el mezclado y esparcimiento y la compactación, serán idénticos a los especificados para esta clase de trabajos en el numeral 405-4.05.

404-4.06. Medición.- Las cantidades a pagarse por la construcción de la base de hormigón asfáltico mezclado en sitio serán el número de metros cúbicos de la mezcla, efectivamente puesta en obra y aceptada, medida en su lugar después de la compactación, más el número de litros o toneladas de material bituminoso realmente incorporados a la mezcla de acuerdo con los requerimientos contractuales.

El cómputo del volumen se efectuará en base a la longitud de la capa de base terminada, medida horizontalmente a lo largo del eje de la vía, y a la sección transversal establecida en los planos o especificada por el Fiscalizador.

El cómputo de la cantidad del material bituminoso empleado se efectuará reduciendo el volumen empleado a la correspondiente temperatura de aplicación, al volumen a 15.6 °C, de acuerdo con los datos constantes en la subsección 810-5 y con el tipo y grado de asfalto correspondiente.

404-4.07. Pago.- Las cantidades determinadas en la forma indicada 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 y transporte del material bituminoso, la preparación y suministro de los agregados, la mezcla en sitio del hormigón asfáltico para la base, la distribución, conformación y compactación de la mezcla, la limpieza de la superficie que recibirá el hormigón asfáltico; así como por mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas, necesarias para el completamiento de los trabajos descritos en esta sección.

| N° del Rubro de Pago y Designación | Unidad de Medición |
|---|--------------------------------|
| 404-4 (1) Capa de base de hormigón asfáltico mezclado en sitio..... | Metro cúbico (m ³) |
| 404-4 (2) Asfalto tipo....., grado....., para base asfáltica..... | Litro (l) |

404-5. Bases de Hormigón Asfáltico Mezclado en Planta.

404-5.01. Descripción.- Este trabajo consistirá en la construcción de capas de base de hormigón asfáltico mezclado en planta central, colocadas sobre una sub-base previamente preparada y aceptada, y de conformidad con los alineamientos, pendientes y sección transversal establecidas en los planos contractuales.

404-5.02. Materiales .- Serán los especificados en la subsección 405-5.02, además se permitirá que la granulometría de los áridos se conforme de acuerdo a lo especificado en la tabla 404-5.1, Cuando se la haga en frío se utilizará asfalto diluido o emulsiones asfálticas conforme a lo requerido en el proyecto y

siguiendo la metodología de diseño de los manuales MS-19 y MS-21 del Instituto del Asfalto.

404-5.03. Equipo.- El equipo que utilice el Contratista para la construcción de la base de hormigón asfáltico mezclado en planta en caliente será el establecido en el numeral 405-5.03. Cuando la mezcla se haga en frío, el equipo a utilizarse será el establecido en la subsección 405-5(E).

404-5.04. Ensayos y Tolerancias.- Los ensayos que se deberán llevar a cabo para la comprobación de la calidad y condiciones de los materiales y del trabajo serán los indicados en el numeral 405-5.04.

Las tolerancias para la utilización de la fórmula maestra de obra, serán también las establecidas en el numeral antes indicado.

Las tolerancias para el acabado de la superficie y para los espesores serán las establecidas en el numeral 405-5.04.

404-5.05. Procedimientos de trabajo.- Los procedimientos a utilizar para la fórmula maestra de obra, la dosificación y mezclado, la distribución y la compactación, serán idénticos a los especificados en el numeral 405-5.05.

Tabla 404-5.1.

| TAMIZ | Porcentaje en peso que pasa a través los tamices de malla cuadrada | | |
|--------------------|--|-------------|---------|
| | A | B | C |
| 2" (50.8 mm.) | 100 | -- | -- |
| 1 1/2" (38.1 mm.) | 90 - 100 | 100 | -- |
| 1" (25.4 mm.) | -- | 90 - 100 | 100 |
| 3/4" (19.0 mm.) | 56 - 80 | -- 90 - 100 | |
| 1/2" (12.5 mm.) | -- | 56 - 80 | -- |
| 3/8" (9.5 mm.) | -- | -- 56 - 80 | |
| Nº 4 (4.75 mm.) | 23 - 53 | 29 - 59 | 35 - 65 |
| Nº 8 (2.36 mm.) | 15 - 41 | 19 - 45 | 23 - 49 |
| Nº 50 (0.30 mm.) | 4 - 16 | 5 - 17 | 5 - 19 |
| Nº 200 (0.075 mm.) | 0 - 6 | 1 - 7 | 2 - 8 |

404-5.06. Medición.- Las cantidades a pagarse por la construcción de las bases de hormigón asfáltico mezclado en planta, serán los metros cuadrados de mezcla efectivamente puestos en obra y aceptados, medidos en su lugar después de la compactación. La medición se efectuará en base a la longitud de la capa de base terminada, medida horizontalmente a lo largo del eje de la vía, y a la sección

transversal establecida en los planos.

La medición para el pago podrá también ser efectuada en toneladas de mezcla efectivamente usada para la construcción de la base asfáltica 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, metros cúbicos o metros cuadrados de base compactada.

404-5.07. 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 de los agregados y mezcla, la distribución, terminado y compactación de la mezcla, la limpieza de la superficie que recibirá el hormigón asfáltico; así como por mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas, necesarias para el completamiento de los trabajos descritos en esta sección.

| Nº del Rubro de Pago y Designación | Unidad de Medición |
|--|----------------------------------|
| 404-5 Capa de base de hormigón asfáltico mezclado en planta..... | Metro cuadrado (m ²) |
| 404-5 Capa de base de hormigón asfáltico mezclado en planta..... | Tonelada (t) |

404-6. Base de Suelo - Cemento.

404-6.01. Descripción.- Este trabajo consistirá en la construcción de capas de base compuestas de una mezcla de suelo, cemento Portland y agua, que pueden ser preparadas en sitio con el suelo de la subrasante, o en una planta central, para ser colocadas sobre la subrasante o una sub-base previamente construida. En todo caso, la capa de base de suelo - cemento será construida de conformidad con los alineamientos, pendientes y sección transversal establecida en los planos contractuales.

404-6.02. Materiales.- Para este trabajo se utilizará el suelo de la subrasante construida directamente de la excavación o con suelos provenientes de préstamos, o suelos provenientes de fuentes aprobadas, según el caso, combinados con cemento Portland y agua, de acuerdo con los requerimientos del diseño.

Los suelos que se utilicen podrán ser limo-arcillosos puros o mezclados con arenas o gravas, que cumplan los requisitos de calidad especificados en la

subsección 815-2 y cuya granulometría se hallará dentro de los límites indicados en la Tabla 404-6.1.

El cemento que se utilice para la mezcla será Portland tipo I o tipo II, que cumpla con los requisitos de la Sección 802.

El agua que se utilice, tanto para la hidratación de la mezcla, como para mantener la humedad del curado, deberá cumplir con los requisitos señalados en la Sección 804.

404-6.03. Equipo.- El contratista deberá disponer, en la obra, de todo el equipo necesario autorizado por el Fiscalizador, y en perfectas condiciones de trabajo. Por lo general, el equipo mínimo necesario, según el procedimiento de construcción, constará de motoniveladoras con escarificador, mezcladoras móviles o planta mezcladora central, distribuidores mecánicos para la mezcla preparada en planta o para el cemento, tanqueros para agua, volquetas, rodillos pata de cabra, lisos y neumáticos. También pueden utilizarse plantas mezcladoras portátiles cuyo trabajo es similar a la planta central.

Tabla 404-6.1.

| TAMIZ | Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada | |
|--------------------|---|------------------|
| | Mezcla en Sitio | Mezcla en planta |
| 3/4" (19.0 mm.) | 100 | 100 |
| Nº. 4 (4.75 mm.) | --- | 40 - 75 |
| Nº 10 (2.00 mm.) | 30 - 70 | 30 - 50 |
| Nº 40 (0.425 mm.) | -- | 15 - 35 |
| Nº 200 (0.075 mm.) | 5 - 25 | 5 - 15 |

404-6.04. Ensayos y Tolerancias.- La aceptabilidad de los suelos a emplearse en bases de suelo-cemento se comprobará por medio de la clasificación especificada en AASHTO M-145 y los siguientes ensayos:

| | |
|---------------------------|-------------|
| Análisis mecánico | INEN 696 |
| Límite líquido | INEN 691 |
| Límite e índice plásticos | INEN 692 |
| Factores de contracción | AASHTO T-92 |

La calidad de la construcción deberá ser controlada por medio de los siguientes

ensayos:

Densidad máxima y humedad óptima: Ensayo AASHTO T-134.

Densidad de campo: Ensayo AASHTO T-147, AASHTO T-191, AASHTO T-205 o usando equipo nuclear debidamente calibrado.

Contenido de cemento en la mezcla: Ensayo AASHTO T-144.

Ensayo de compresión en cilindros, para determinar un mínimo valor de resistencia a la compresión simple de 18 Kg/cm^2 .

El promedio de espesor de la base terminada deberá ser igual o mayor que el espesor indicado en los planos, y en ningún punto el espesor deberá variar en más de un centímetro de lo especificado.

Las cotas de la superficie terminada no podrán variar en más de 1.5 centímetros de las cotas establecidas. Además se comprobarán los perfiles longitudinales y transversales con una regla de 3.0 metros de largo colocándola respectivamente en un ángulo recto y paralelamente al eje del camino. La separación entre la regla y la superficie no deberá exceder de 1 centímetro.

Luego de la compactación final de la base, el Fiscalizador comprobará el espesor y la densidad de la misma a intervalos de aproximadamente 100 metros lineales, a cada lado del eje del camino. Los puntos para los ensayos serán seleccionados por el Fiscalizador, al azar, de manera tal que se evite una distribución regular de los mismos. Cuando una medición señale una variación del espesor indicado en los planos, mayor que la admitida por la tolerancia ya mencionada, o cuando el ensayo de densidad indique un valor más del dos por ciento por debajo del valor especificado, se efectuarán las mediciones adicionales que el Fiscalizador considere necesarias para definir la extensión de la zona deficiente, y que deberá ser corregida.

Si el espesor sobrepasa lo estipulado, mientras la cota de la superficie esté dentro del límite superior de la tolerancia arriba mencionada, no será necesario corregir el espesor; tampoco será necesario corregirlo cuando el espesor sea menor de lo estipulado y la cota de la superficie esté por debajo del límite inferior de la tolerancia especificada arriba, siempre y cuando la capa de base tenga un espesor de 10 centímetros o más y la capa de rodadura sea de hormigón asfáltico u hormigón de cemento Portland, debiendo compensarse el espesor faltante con esta capa de rodadura hasta la rasante prevista.

Cualquier área de espesor inaceptable deberá corregirse a costo del Contratista y de acuerdo con las instrucciones del Fiscalizador; luego, se deberá conformar y compactar la zona corregida conforme a estas especificaciones y a los documentos contractuales. Igual procedimiento deberá seguirse en el caso de áreas en que la densidad registrada sea menor del 95% de la densidad máxima establecida por el Fiscalizador.

En caso de que las mediciones de espesor y los ensayos de densidad sean efectuados por medio de perforación de agujeros en la capa base, el Contratista deberá rellenar los orificios con el mismo material de suelo-cemento debidamente compactado, en forma satisfactoria al Fiscalizador. No se efectuará ningún pago directo por estos trabajos, si fuere necesario realizarlos.

404-6.05. Procedimientos de trabajo.- Antes de iniciar la construcción de la base de suelo - cemento, la subrasante o la sub-base, según el caso, deberá estar terminada de acuerdo a las estipulaciones contractuales correspondientes. Esta superficie deberá ser humedecida uniformemente, a satisfacción del Fiscalizador, inmediatamente antes de la colocación de los materiales para la capa de base, excepto en el caso de mezcla en sitio utilizando el mismo suelo de la subrasante, que es preferible prepararla con baja humedad.

El Fiscalizador no autorizará la iniciación de ningún trabajo de base, antes de que el Contratista estudie y someta a su consideración la fórmula maestra de obra en la cual determinará el contenido de cemento en la mezcla, el contenido de agua, la densidad máxima que se obtendrá y el valor de la resistencia a la compresión simple. Cuando todos los datos de construcción se hallen aprobados, se deberá construir un tramo de prueba de más de dos kilómetros de longitud conveniente, el cual deberá ser observado y revisado cuidadosamente antes de que el Fiscalizador autorice la ejecución definitiva de la base.

404-6.05.1.Mezcla en sitio.- Cuando se trata de la construcción de una capa base de suelo-cemento aprovechando del suelo de subrasante en sitio, deberá escarificarse y pulverizarse el suelo por medio de una pulverizadora rotatoria de paletas (pulvi-mixer) u otro equipo aprobado por el Fiscalizador, hasta que el 50% en peso seco del suelo, excepto cualquier grava o piedra, pase por el tamiz N° 4 (4.75 mm.). El Contratista deberá desechar cualquier grava o piedra de tamaño en exceso, además de los materiales que el Fiscalizador considere inadecuados.

El suelo pulverizado deberá ser manipulado hasta que esté uniformemente suelto y pulverizado y hasta que el porcentaje de humedad del suelo se halle dentro del 2% del porcentaje de humedad especificada para la mezcla suelo-cemento.

Se aplicará luego la cantidad de cemento Portland establecida en la fórmula de trabajo preparada por el Contratista y autorizada por el Fiscalizador. Por lo general, el porcentaje de cemento a agregarse estará entre el 5 y el 12 por ciento del peso del suelo seco, según la naturaleza del suelo. El cemento se distribuirá uniformemente sobre el suelo pulverizado en una sola operación, en forma manual o mediante esparcidores mecánicos.

La cantidad de cemento que se distribuya por metro lineal no deberá variar en más del cinco por ciento de la cantidad especificada, de acuerdo a la determinación del Fiscalizador.

En la operación manual se distribuirán los sacos de cemento con el espaciamiento transversal y longitudinal necesario para obtener el porcentaje especificado. Cada saco será vaciado en montón en su posición fijada, y luego los montones serán aplanados manualmente con rastrillos planos o con una rastra plana tirada por un tractor liviano. No se permitirá el empleo de motoniveladora para esparcir el cemento.

También podrá distribuirse el cemento seco desde tanqueros o volquetes equipados con esparcidores mecánicos que permitan una distribución uniforme sobre el ancho de la capa o camellón de material preparado para recibir el cemento. No se permitirá la descarga desde volquetes que no cuenten con un tipo de esparcidor aprobado.

Los volquetes que transporten cemento a granel deberán ser cubiertos con una lona, la que se mantendrá inclusive durante la operación de distribución para evitar en lo posible el exceso de polvo. Se deberá hacer un riego ligero de agua o tomar otras medidas apropiadas para evitar que el viento se lleve el cemento. En todo caso no se permitirá la distribución del cemento seco mientras soplen vientos que impidan la ejecución de los trabajos.

Después de haberse terminado la distribución del cemento, ningún equipo que no sea el aprobado para la construcción del suelo-cemento deberá atravesar el material tratado.

Una vez que se haya terminado la distribución del cemento, se procederá al mezclado, humedecimiento, esparcido, conformación y compactación de los materiales, hasta que se logre una mezcla uniforme que tenga el perfil y la densidad especificados, además del espesor y ancho de capa requeridos. La mezcla del suelo, el cemento y el agua deberá hacerse con mezcladoras rotatorias o una máquina mezcladora que requiera una sola pasada para mezclar el material en franja o en camellón. La pulverización del suelo deberá ser tal que cumpla con los requisitos indicados en la tabla 404-6.1.

404-6.05.2.Mezcla en planta.- El suelo, el cemento y el agua serán combinados y mezclados uniformemente en una planta central tipo mezcla por paradas o tipo mezcla continua, de acuerdo a la fórmula maestra de obra que deberá estudiar el Contratista y aprobar el Fiscalizador. Dicha planta deberá estar equipada con tolvas de almacenaje, un sistema exacto para dosificación de materiales a base de peso o de volumen, tanque y bomba de agua, y mezcladora ya sea del tipo de tambor o de paletas. Se añadirá durante el mezclado la cantidad de agua requerida para obtener el porcentaje de humedad óptimo en la mezcla esparcida para su compactación.

Inmediatamente antes de la colocación de la mezcla se humedecerá la superficie de la subrasante o sub-base previamente terminada, y luego, la mezcla será transportada en volquetes al camino, y se colocará de manera uniforme mediante distribuidoras mecánicas aprobadas por el Fiscalizador, en tal forma que la capa terminada tenga ancho, alineamientos y espesor especificados.

La colocación de material de base en zonas pequeñas e irregulares como intersecciones, islas centrales y divisorias, rampas y en cualquier lugar inaccesible al equipo de distribución, podrá llevarse a cabo manualmente en una o más capas y cuidando de obtener los resultados especificados.

404-6.05.3.Compactación.- Cuando se haya logrado una mezcla uniforme con el contenido de cemento especificado y la humedad óptima, el material deberá ser conformado y compactado hasta que se obtenga la densidad estipulada y una superficie uniforme de conformidad con las alineaciones, pendientes y sección transversal típica especificadas. En ningún caso deberá prolongarse la compactación final más de dos horas después de comenzado el mezclado, y en el caso de que por alguna razón la mezcla no haya sido compactada dentro del lapso indicado, será removida y retirada, a costa del Contratista.

Para seguir un óptimo curado, la distribución y compactación deberán efectuarse con un espesor máximo de 15 centímetros. Si el espesor de la capa especificada es mayor de 15 centímetros, el mezclado y compactación deberá efectuarse en capas de espesor aproximadamente iguales y que no pasen de 15 centímetros.

La compactación inicial deberá hacerse con compactadoras tipo pata de cabra, excepto cuando se trata de suelos granulares no plásticos, seguidas por compactadoras de ruedas neumáticas, rodillos lisos u otro equipo que cumpla los requisitos especificados. Para lograr la compactación requerida, puede presentarse la necesidad de aflojar la mezcla con una rastra de dientes o equipo similar, durante el proceso de compactación inicial con pata de cabra.

La compactación deberá continuarse hasta obtener por lo menos el 95% de la máxima densidad obtenida según el ensayo AASHTO T-134, de la mezcla suelo-cemento. Las áreas no accesibles a los rodillos deberán ser compactadas a la densidad estipulada por otros medios aceptables al Fiscalizador.

La superficie terminada deberá ser lisa, densa y húmeda, libre de corrugaciones o grietas. Para lograr tal objeto y para asegurar que no existan capas aisladas donde la capa no sea homogénea, la conformación final con motoniveladora deberá ser acompañada de una escarificación superficial con una rastra de dientes u otro equipo similar. Después se dará el acabado final a la capa, perfilando la superficie con motoniveladora y compactándola con un rodillo neumático. Generalmente será necesario efectuar un riego ligero con agua durante el proceso de conformación y compactación finales.

Al final de cada jornada, se deberá hacer una junta de construcción vertical en todo el espesor de la capa compactada, perpendicular al eje del camino. El Fiscalizador deberá indicar su aprobación de la junta construida antes de continuar con la colocación de la base en adelante. Si es necesario construir la base en franjas menores al ancho total de la calzada, se deberá construir una junta longitudinal vertical en todo el espesor de la capa estabilizada, aproximadamente 5-10 centímetros adentro del material tratado. El material tratado que se remueva

para hacer esta junta podrá incorporarse en el tramo que se establezca al lado. Por ningún motivo se dejarán mezclas en el camino que deban ser tendidas y compactadas en la siguiente jornada de trabajo.

Deberá ponerse especial atención para que la base en la proximidad de una junta cumpla plenamente con todos los requisitos correspondientes.

404-6.05.4. Curado.- Una vez que la base haya sido terminada de acuerdo a lo previsto en los documentos contractuales, será protegida contra el secamiento prematuro por uno de los métodos que a continuación se indica, con la salvedad de que el curado con material asfáltico se empleará solamente para la capa superior si la estabilización se realiza en más de una capa. Durante el tiempo de curado indicado quedará totalmente prohibida la circulación de vehículos o equipos, a excepción de los tanqueros o distribuidores necesarios para la hidratación o sellado de la superficie.

- a) Curado con tierra: La base será cubierta con una capa de tierra de 5 centímetros de espesor mínimo, que se deberá mantener humedecida en forma continua por un tiempo de 72 horas y que permanecerá en el sitio al menos durante 7 días, después de los cuales el material será retirado y la superficie de la base barrida a satisfacción del Fiscalizador.
- b) Curado con material asfáltico: La superficie de la base será cubierta con uno o más riegos de asfalto diluido o de asfalto emulsionado, a razón de 0.50-0.80 litros por metro cuadrado en total; el tipo de asfalto a emplearse y la cantidad exacta deberán ser determinados en el contrato o establecidos por el Fiscalizador.

Al momento de distribuirse el asfalto, la superficie deberá estar húmeda y libre de cualquier material suelto o extraño. El Contratista evitará la circulación de vehículos sobre la capa de suelo - cemento hasta que se haya curado por lo menos 7 días.

404-6.06. Medición.- Las cantidades a pagarse por la construcción de capas de base de suelo - cemento serán el volumen de la capa estabilizada en sitio o de la capa mezclada en planta y colocada sobre la subrasante o la sub-base, más la cantidad del cemento incorporado en la mezcla de la base, de acuerdo con las estipulaciones contractuales y las instrucciones del Fiscalizador. En caso de utilizarse material bituminoso para el curado de la capa superior, se medirá también su volumen para el pago.

La unidad de medida de la base efectivamente construida será el metro cúbico y el volumen será computado después de la compactación, en base a la longitud construida, medida horizontalmente a lo largo del eje del camino, y a la sección transversal especificada en los planos y aceptada por el Fiscalizador.

La unidad de medida para el cemento efectivamente utilizado para la construcción de la base suelo - cemento, será la tonelada aceptada en la obra por

el Fiscalizador.

La unidad de medida para el asfalto efectivamente utilizado para la curación de la capa superior, será el litro.

No serán motivo de pago ni el agua empleada para la mezcla y compactación ni para el curado, ni tampoco la arena que pueda emplearse para el secado del material bituminoso; tampoco serán motivo de pago ni los trabajos ni los materiales empleados para el curado con tierra; por lo tanto, todos estos materiales no se medirán para el pago.

404-6.07. Pago.- Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior se pagarán a los precios señalados en el contrato para los rubros designados a continuación.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por la escarificación, pulverización, mezclado, hidratación, regado, conformación, compactación y curado de la base de suelo - cemento; preparación y suministro del suelo, suministro, transporte y distribución del cemento; así como por mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la ejecución completa de los trabajos descritos en esta sección .

| N° del Rubro de Pago y Designación | Unidad de Medición |
|------------------------------------|---|
| 404-6 (1) | Base de Suelo – Cemento.....Metro cúbico (m ³) |
| 404-6 (2) | Suministro y distribución de cemento Pórtland.....Tonelada (t) |
| 404-6 (3) | Suministro y distribución de asfalto para curado.....Litro (l) |

SECCION 405. CAPAS DE RODADURA.

405-1. Riego de Imprimación.

405-1.01. 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.

405-1.02. 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.

405-1.03. 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.

405-1.04. 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.

405-1.04.1.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.

405-1.04.3. 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.

405-1.05. 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.

405-1.06. 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 (m ³) |
| 405-1 (3) Asfalto Emulsificado SS-1, SS - 1h CSS-1 o CSS-1h..... | Litro(l) |

405-2. Riego Bituminoso de Adherencia.

405-2.01. Descripción.- Este trabajo consistirá en el suministro y distribución de material bituminoso sobre la superficie de un pavimento, a fin de conseguir adherencia entre este pavimento y una nueva capa asfáltica que se deberá colocar sobre él, de acuerdo con los requerimientos establecidos en los documentos contractuales. En la aplicación del riego de adherencia estará comprendida la limpieza de la superficie, que deberá realizarse inmediatamente antes del riego bituminoso.

405-2.02. Materiales.- El material bituminoso estará constituido por asfalto diluido o por emulsión asfáltica, cuyo tipo estará fijado en las disposiciones especiales del contrato. En caso de utilizarse asfalto diluido, éste deberá cumplir los requisitos determinados en la subsección 810-3 de estas especificaciones, y en caso de usarse una emulsión, estará de acuerdo a lo establecido en la subsección 810-4.

Durante la aplicación puede presentarse la necesidad de cambiar el grado del asfalto establecido en las disposiciones generales, en cuyo 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, el Fiscalizador no deberá permitir el uso de mezclas heterogéneas en los asfaltos diluidos.

405-2.03. 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 será igual al señalado en el numeral 405-1.03, para la capa de imprimación.

405-2.04. Procedimientos de trabajo.- Antes de procederse a la aplicación del riego bituminoso, se comprobará que la superficie se halle totalmente seca, y deberá ser barrida y limpiada cuidadosamente para eliminar todo material extraño y trazas de polvo. Si en el contrato no se hubiera previsto el reacondicionamiento completo del pavimento, el Fiscalizador podrá disponer, en caso necesario, que

se efectúe un bacheo previo a la limpieza, en cuyo caso se deberá pagar al Contratista el bacheo efectuado en base a los precios unitarios y cantidades de los rubros que se hubieren utilizado para dicho trabajo.

El material asfáltico será distribuido uniformemente sobre la superficie lista. La cantidad de aplicación será bastante reducida y dependerá del estado de la superficie a tratar. Dicha cantidad será indicada por el Fiscalizador y estará entre límites de 0.15 a 0.45 litros por metro cuadrado. La distribución no deberá efectuarse cuando el tiempo esté lluvioso o con amenaza de lluvia inminente. La temperatura de aplicación estará en concordancia con el tipo y grado del material bituminoso, según lo especificado en las subsecciones 810-3 y 810-4, para asfaltos diluidos y emulsiones, respectivamente.

Si se tratase de efectuar el riego de adherencia en zonas de superficie reducida o irregulares, la aplicación del material bituminoso podrá realizarse empleando el rociador manual a presión del distribuidor.

El asfalto regado para adherencia se dejará secar por unas horas, solamente hasta que adquiera su máxima adhesividad, y durante este período, que en ningún caso podrá ser superior a 24 horas, el Contratista deberá mantener protegido el riego y sin tránsito de ninguna naturaleza.

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.

405-2.05. Medición.- Las cantidades a pagarse por el riego de adherencia serán los litros del material asfáltico realmente distribuidos y aceptados por el Fiscalizador.

La medición del asfalto se efectuará reduciendo el volumen empleado a la temperatura de aplicación, al volumen a 15.6 °C, de acuerdo con los datos constantes en la subsección 810-5, para los asfaltos diluidos y emulsiones.

Si se hubiere efectuado un bacheo previo del pavimento existente, los materiales empleados serán medidos de acuerdo con las estipulaciones correspondientes a cada material y serán pagados en base a los precios unitarios contractuales para los rubros respectivos.

405-2.06. 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 siguientes.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por la limpieza de la superficie por tratarse, el suministro, transporte, calentamiento y distribución del material asfáltico; así como por 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 |
|---|---------------------------|
| 405-2 (1) Asfalto diluido tipo....., grado....., para riego de adherencia..... | Litro (l) |
| 405-2 (1) Asfalto emulsionado tipo....., para riego de adherencia..... | Litro (l) |

405-3. Tratamientos Bituminosos Superficiales.

405-3.01. Descripción.- Este trabajo consistirá en la construcción de una o más capas de agregados embebidos en material bituminoso, sobre una base previamente imprimada o sobre una capa de rodadura existente.

Los documentos contractuales establecerán el tipo de tratamiento, de acuerdo a las designaciones constantes en las tablas del numeral 405-3.02. Las cantidades de distribución del material bituminoso y de los agregados, así como la secuencia de las capas estarán en concordancia con lo anotado en las mismas tablas, aun cuando el Fiscalizador podrá efectuar los ajustes necesarios en base a las condiciones de los agregados.

405-3.02. Materiales.- El material bituminoso a utilizar podrá ser cemento asfáltico, asfaltos diluidos o emulsiones asfálticas. En todo caso, el tipo y grado del material asfáltico serán señalados en los documentos contractuales; sin embargo, en caso de necesidad, el grado del asfalto podrá ser cambiado por el Fiscalizador hasta uno de los grados inmediatamente más próximos, sin que haya modificación en el precio unitario señalado en el contrato.

En caso de utilizarse cemento asfáltico, éste deberá cumplir con los requisitos anotados en la subsección 810-2, y su temperatura de aplicación será la señalada en esa misma sección. En idéntica forma deberá procederse en el caso de utilizarse asfaltos diluidos cuyos requisitos de calidad y temperaturas de aplicación se hallan anotados en la subsección 810-3 y en el caso de utilizarse emulsiones asfálticas cuyos requisitos de calidad y temperaturas de aplicación constan en la subsección 810-4.

Los agregados consistirán de fragmentos de grava o piedra triturada, completamente secos, limpios, sólidos y resistentes, exentos de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas. Su coeficiente de desgaste a la abrasión deberá ser menor al 40% y su adhesividad será mayor al 95%; deberán satisfacer los requerimientos indicados en la subsección 812-2. La granulometría de los agregados estará dentro de los límites indicados en la Tabla 405-3.1., para diversas graduaciones. Las graduaciones a emplear deberán hallarse especificadas en el contrato. Para los depósitos de los agregados el Fiscalizador podrá exigir la construcción de galpones de protección para prevenir la contaminación de los materiales.

La adherencia entre los agregados a el asfalto que se utilice se comprobará

mediante ensayos de peladura en agua hirviendo o mediante el ensayo francés VIALIT.

El momento de la distribución, los agregados deberán hallarse completamente secos, cuando se utilicen asfaltos diluidos o cementos asfálticos, y podrá aceptarse una humedad de hasta un 4% cuando se usen emulsiones asfálticas.

Las aplicaciones de material bituminoso y la consiguiente distribución de los agregados, serán efectuadas de acuerdo con las cantidades indicadas a continuación, en las Tablas 405-3.2. y 405-3.3., para los diferentes tipos de tratamiento.

Las cantidades señaladas en las Tablas 405-3.2 y 405-3.3., corresponden a agregados cuya densidad de sólidos sea de 2.65, determinado según lo establecido en AASHTO T-84 y T-85. Cuando el agregado que se empleará en la obra tenga densidad de sólidos menor que 2.55 o mayor que 2.75, será imprescindible ajustar los pesos efectuando las correcciones proporcionales en las cantidades señaladas.

405-3.03. Equipo.- El Contratista deberá disponer del equipo necesario para la oportuna y eficiente ejecución de estos trabajos, equipo que deberá ser aprobado por el Fiscalizador.

El equipo mínimo indispensable constará de distribuidor de asfalto autopropulsado del tipo indicado en el numeral 405-1.03. , una barredora mecánica, distribuidor de agregados autopropulsado, rodillos (lisos de 6 a 8 toneladas o rodillos neumáticos), equipo de transporte compatible con el distribuidor de agregados.

El distribuidor de agregados estará montado sobre neumáticos, será provisto de tolva receptora posterior para recibir la descarga de los volquetes, sistema de traslado del agregado de la tolva al sistema de descarga delantero, tolva delantera de descarga con aberturas y ancho graduables y tornillo sinfín para distribuir la cantidad exacta por metro cuadrado y en el ancho regulado, de manera uniforme.

TABLA 405.3.1

| TAMIZ | Porcentaje que pasa en peso a través de los tamices de malla cuadrada | | | | | |
|-------|---|---|---|---|---|---|
| | A | B | C | D | E | F |

| 400 – Estructura del Pavimento | | | | | | |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 38.1 mm | 100 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 25.4 mm | 90-100 | 100 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 19.0 mm | 20-55 | 90-100 | 100 | ---- | ---- | ---- |
| 12.7 mm | 0-15 | 20-55 | 90-100 | 100 | 100 | ---- |
| 9.5 mm | 0-5 | 0-15 | 40-75 | 90-100 | 90-100 | 100 |
| 4.75 mm | ---- | 0-5 | 0-15 | 0-20 | 10-30 | 75-100 |
| 2.38 mm | ---- | ---- | 0-5 | 0-10 | 0-10 | 20-55 |
| 1.19 mm | ---- | ---- | ---- | 0-5 | 0-5 | 0-10 |
| 0.60 mm | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0-5 |
| 0.075 mm | 0-2 | 0-2 | 0-2 | 0-2 | 0-2 | 0-2 |

405.3.02. Materiales.- 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

Tabla 405-3.2.

1) Tipo de tratamiento y cantidades aproximadas de materiales por metro cuadrado, utilizando cemento asfáltico o asfalto diluido.

| TIPO | Asfalto | |
|------|---------|--|
| | IV-84 | |

| DE TRATAMIENTO | Agregados - Kilogramos | | | | | Litros |
|-------------------|------------------------|-------|-------|-------|------|---------|
| | A | B | C | D | E | F |
| TSB-1 | | | | | | |
| Capa Única | | | | 14-16 | | 1.4-2.0 |
| TSB-2A | | | | | | |
| Primera capa | | | | 11-14 | | 0.9-1.6 |
| Segunda capa | | | | | 8-11 | 0.7-1.1 |
| TSB-2B | | | | | | |
| Primera capa | | | 14-16 | | | 1.4-2.0 |
| Segunda capa | | | | | 8-11 | 0.7-1.1 |
| TSB-2C | | | | | | |
| Primera capa | | 22-27 | | | | 1.8-2.3 |
| Segunda capa | | | 11-14 | | | 0.9-1.6 |
| TSB-3 | | | | | | |
| Primera capa | 15-18 | | | | | 0.9-1.4 |
| Segunda capa | | 7-9 | | | | 1.6-2.3 |
| Tercera capa | | | 5-6 | | | 1.1-1.6 |

Tabla 405-3.3.

- 2) Tipo de tratamiento y cantidades aproximadas de materiales por metro cuadrado, utilizando emulsiones asfálticas.

| | | |
|--|-------|--|
| | IV-85 | |
|--|-------|--|

| TIPO DE TRATAMIENTO | Emulsión Agregados - Kilogramos | | | | | Litros |
|-------------------------------|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|---------|
| | A | B | C | D | E | F |
| TSB-1 Capa Unica | | | | | 14-16 | 1.4-2.0 |
| TSB-2A Primera capa | | | | 11-14 | | 0.9-1.6 |
| Segunda capa | | | | | 8-11 | 0.7-1.1 |
| TSB-2B Primera capa | | | 14-16 | | | 1.4-2.0 |
| Segunda capa | | | | | 8-11 | 0.7-1.1 |
| TSB-2C Primera capa | | 22-27 | | | | 1.8-2.3 |
| Segunda capa | | | | 11-14 | | 0.9-1.6 |
| TSB-3 Primera capa | 15-18 | | | | | 0.9-1.4 |
| Segunda capa | | 7-9 | | | | 1.6-2.3 |
| Tercera capa | | | 5-6 | | | 1.1-1.6 |

405-3.04. Procedimientos de trabajo.- El tratamiento bituminoso superficial se llevará a cabo únicamente cuando la superficie a recibir se encuentre seca, y el tiempo no sea lluvioso, neblinoso ni existan posibilidades inminentes de lluvia, preferentemente se efectuará este trabajo cuando la temperatura atmosférica a la sombra sea mayor a 15 °C.

En el caso de utilizar emulsiones asfálticas se podrá utilizar agregados con un contenido de humedad máximo del 4%.

405-3.04.1.Distribución del material bituminoso.- Previamente a la aplicación del asfalto, la superficie deberá barrerse y limpiarse cuidadosamente, a satisfacción del Fiscalizador. De inmediato se regará el asfalto uniformemente mediante el distribuidor autopropulsado, en las cantidades y temperaturas especificadas para el tipo de tratamiento y asfalto a emplear. La distribución se efectuará en una longitud determinada y dividiendo el ancho en dos o más fajas, a fin de mantener el tránsito, de ser necesario, en la parte sin riego mientras se completa la capa en el resto.

Para evitar excesos de riego en los empalmes longitudinales, se colocará un papel grueso al comienzo y al final de cada aplicación asfáltica y las boquillas del distribuidor deberán cerrarse instantáneamente al terminar el riego sobre el papel. Los papeles utilizados deberán ser desechados y se corregirá cualquier falla de la aplicación mediante el rociador manual.

El Contratista deberá cuidar que no se manchen con la distribución asfáltica las

obras de arte, bordillos, aceras o árboles adyacentes, los cuales deberán ser protegidos en los casos necesarios, antes de proceder al riego.

El asfalto regado deberá ser cubierto de inmediato por los agregados correspondientes antes de que se enfríe.

En caso de emulsiones asfálticas el procedimiento de trabajo será igual al descrito para la utilización de cementos asfálticos o asfaltos diluidos, considerando las cantidades establecidas en la Tabla 405-3.3.

Cuando se efectúe el tratamiento con el empleo de emulsiones asfálticas, en el caso de capas múltiples se colocará en primer lugar la primera capa de agregados antes de distribuir la emulsión, para proseguir con la segunda capa de agregados y continuar luego alternadamente. En el caso de tratamiento simple, se procederá en la misma forma que con el cemento asfáltico o asfalto diluido.

405-3.04.2.Distribución de los agregados.- El distribuidor de agregados deberá esparcir la capa correspondiente a continuación inmediata del riego asfáltico, en el ancho de la faja determinada y en una sola aplicación uniforme y continua. El sistema de riego y la operación deberán ser tales que el esparcimiento de los agregados forme la capa con las partículas gruesas abajo y las finas encima, y la marcha de la máquina tendrá una velocidad que no disturbe los agregados recién distribuidos.

Se deberá prevenir, antes de iniciar el riego bituminoso, que exista cantidad suficiente de agregados en el sitio, para cubrir la totalidad del asfalto y no permitir que se enfríe el material bituminoso. Al momento de su utilización, los agregados deberán estar completamente secos, salvo el caso que se emplee emulsiones asfálticas.

En general, no se deberá efectuar ninguna corrección en la capa regada, aunque en casos eventuales será necesario retirar algún exceso de agregados, sin disturbar el material que se halla en contacto con el asfalto. En las superficies irregulares y de área restringida, se deberá completar la distribución de los agregados manualmente y se emparejará usando rastrillos planos.

405-3.04.3.Compactación y Acabado.- Inmediatamente después de regados los agregados sobre el asfalto, se procederá a la compactación con un rodillo liso tandem de 6 a 8 toneladas o con rodillo neumático. El rodillado se iniciará a los costados de la capa y se desplazará hacia el centro, traslapando media rueda en cada pasada. Al menos se completarán dos pasadas completas del rodillo tandem y se proseguirá hasta lograr una superficie compacta y uniforme pero sin que se trituren significativamente los agregados.

A continuación se proseguirá a la compactación en la misma forma, con rodillos neumáticos hasta conseguir que los agregados se hallen completamente incrustados y embebidos en el material bituminoso para obtener así una capa densa, pareja y uniforme.

Una vez terminada la compactación, deberá esperarse al menos doce horas antes de permitir la circulación de vehículos.

En los tratamientos múltiples, se procederá a la distribución del material bituminoso para la segunda capa, al menos doce horas después de haberse completado la primera capa, y luego de redistribuir el material suelto que hubiere quedado de la compactación de la primera. Así se procederá con las capas sucesivas que sean necesarias.

Una vez terminada la última capa de tratamiento, se deberá esperar al menos doce horas antes de permitir el tránsito público, y en un lapso de cuatro días se deberá barrer cuidadosamente la superficie para desplazar todo el material suelto, pero sin remover el agregado pegado con el material bituminoso. De ocurrir alguna exudación de asfalto a la superficie terminada, luego del barrido, se deberá cubrir el área afectada con agregados adicionales de granulometría igual a la última capa. El barrido y el curado de las zonas con exudación de asfalto, es necesario a fin de conseguir una superficie uniforme y sin corrugaciones, depresiones u otras irregularidades causadas por un exceso o una distribución no uniforme del asfalto o de los agregados.

405-3.05. Medición.- Las cantidades a pagarse por los tratamientos bituminosos superficiales construidos de acuerdo a lo señalado en los documentos contractuales, serán las cantidades medidas en la obra, de material bituminoso y agregados y realmente empleadas en el trabajo.

Los agregados serán pagados por metro cúbico, en base a las cantidades señaladas para el tipo de tratamiento correspondiente. No se efectuará ningún pago adicional por la cantidad de material que se emplee para el secado de la exudación asfáltica.

El material bituminoso se pagará por litro. La medición se efectuará reduciendo el volumen empleado a la correspondiente temperatura de aplicación, al volumen a 15.6 °C de acuerdo con los datos constantes en la subsección 810-5, para cementos asfálticos, asfaltos diluidos y también para emulsiones asfálticas.

Puede también realizarse la medición para el pago por metro cuadrado terminado del tratamiento correspondiente, de haberse señalado así en los documentos contractuales, en vez de efectuarse el pago por metro cúbico de agregados más litro de material bituminoso.

405-3.06. Pago .- Las cantidades de obra que hayan sido determinadas en una de las formas indicadas en el numeral anterior, se pagarán a los precios señalados en el contrato, considerando los rubros correspondientes indicados a continuación.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por la limpieza de la superficie a tratar; el suministro, transporte, calentamiento y distribución del

material asfáltico; la preparación, suministro, transporte y distribución de los agregados; el barrido y arreglo de la superficie terminada; así como 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 |
|---|--|----------------------------------|
| 405-3 (1) | Asfalto grado.....,para tratamiento bituminoso superficial tipo..... | Litro (l) |
| 405-3 (2) | Agregados para tratamiento bituminoso superficial tipo..... | Metro cúbico (m ³) |
| 405-3 | Tratamiento bituminoso superficial tipo..... | Metro cuadrado (m ²) |

405-4 Hormigón Asfáltico Mezclado en Sitio.

405-4 .01.Descripción.- Este trabajo consistirá en la construcción de capas de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en sitio y colocado sobre una base debidamente preparada o un pavimento existente, de acuerdo con los requerimientos de los documentos contractuales.

405-4.02. Materiales.- El tipo y grado de material asfáltico que deba emplearse en la mezcla en sitio, estará determinado en el contrato. Sin embargo, en caso necesario el Fiscalizador podrá cambiar el grado del asfalto durante la construcción, hasta los grados inmediatamente más próximos, sin que haya modificación en el precio señalado en el contrato.

En caso de utilizarse asfaltos diluidos, éstos deberán cumplir con los requisitos señalados en la subsección 810-3. Si se usa emulsiones asfálticas, éstas deberán cumplir con los requisitos establecidos en la subsección 810-4.

Los agregados que se emplearán en este trabajo estarán determinados en el contrato y deberán cumplir lo señalado en el numeral 405-5.02, inclusive las granulometrías, pudiendo utilizarse además una granulometría fina y abierta para un agregado 90% triturado, con los límites de la Tabla 405-4.1.

En todo caso, antes de añadir el asfalto a la mezcla en sitio, las varias fracciones de agregados deberán estar completamente mezclados y secos.

Tabla 405-4.1.

| TAMIZ | Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada | |
|--------------|--|--------------------|
| | 3/8" Máximo | 1/4" Máximo |
| | IV-89 | |

| | | |
|--------------------|----------|----------|
| 1/2" (12.7 mm.) | 100 | - |
| 3/8" (9.5 mm.) | 90 - 100 | 100 |
| 1/4" (6.3 mm.) | 55 - 75 | 85 - 100 |
| Nº 4 (4.75 mm.) | 30 - 50 | - |
| Nº 8 (2.38 mm.) | 15 - 32 | 15 - 32 |
| Nº 16 (1.18 mm.) | 0 - 15 | 0 - 15 |
| Nº 200 (0.075 mm.) | 0 - 3 | 0 - 3 |

405-4.03. Equipo.- El contratista deberá disponer de todo el equipo necesario para la debida ejecución de estos trabajos, que deberá contar con la aprobación del Fiscalizador.

Como mínimo, el equipo estará conformado por un distribuidor de asfalto autopropulsado que cumpla los requisitos anotados en el numeral 405-1.03; equipo calentador de asfalto portátil adicional si es necesario; barredora mecánica, esparcidor de agregados, motoniveladoras, una mezcladora móvil si es del caso, rodillos lisos tandem de 8 a 10 toneladas, rodillos neumáticos que trabajarán con la carga por rueda y presión de inflado apropiados para el espesor de la capa de rodadura, equipo para el transporte de agregados.

405-4.04. Ensayos y Tolerancias.- Los agregados deberán cumplir los requisitos de calidad, cuyas pruebas están indicadas en la subsección 811-3. La granulometría será comprobada mediante los ensayos INEN 696, que se efectuarán sobre muestras tomadas en sitio de los agregados debidamente mezclados antes de añadir el asfalto.

La calidad del material asfáltico será comprobada mediante las normas indicadas en la subsección 810-3, para los asfaltos diluidos, y subsección 810-4, para emulsiones asfálticas según el tipo y grado de material bituminoso que se use.

El hormigón asfáltico mezclado en sitio deberá cumplir con la fórmula maestra de obra indicada en el numeral 405-4.05.1, dentro de las siguientes tolerancias:

- a) Peso de los agregados secos que pasen el tamiz Nº 4 y tamices mayores: $\pm 5\%$.
- b) Peso de los agregados secos que pasen los tamices Nº 8 hasta el Nº 100: $\pm 4\%$.
- c) Peso de los agregados secos que pasen el tamiz Nº 200: $\pm 2\%$.
- d) Dosificación del material asfáltico: $\pm 0.5\%$.

El espesor de la capa de hormigón asfáltico terminada en sitio no deberá variar en más de 5 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 1.2 cm. de las cotas establecidas en los planos. La pendiente transversal de la superficie deberá

ser uniforme y sin rugosidades, y en ningún sitio tendrá una desviación mayor a 8 mm. con el perfil establecido.

Terminada la compactación de la capa de hormigón asfáltico mezclado en sitio, el Fiscalizador deberá comprobar los espesores, la densidad de la mezcla y su composición, a intervalos de 300 a 500 metros lineales, en sitios elegidos al azar, a los lados del eje del camino. 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 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.

405-4.05. Procedimientos de trabajo.

405-4.05.1.Fórmula Maestra de Obra.- Antes de iniciarse la mezcla del hormigón asfáltico en sitio, el contratista analizará los materiales que se propone utilizar, y diseñará la Fórmula Maestra de Obra, la cual deberá someter a la aprobación del Fiscalizador. Toda la mezcla del hormigón asfáltico deberá ser realizada de acuerdo con esta fórmula maestra, dentro de las tolerancias aceptadas en el numeral 405-4.04, 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, y
- 2) el porcentaje de material asfáltico para la dosificación, en relación con la cantidad de agregados.

405-4.05.2.Mezclado y Esparcimiento.- Los agregados escogidos deberán distribuirse en capas de las diversas fracciones de grueso a fino, en las cantidades necesarias para formar la carpeta del ancho y espesor especificados, y en las proporciones determinadas por la fórmula maestra. Antes de añadir el asfalto, las fracciones serán mezcladas cuidadosamente por medio de una mezcladora móvil o de motoniveladoras, hasta obtener una mezcla uniforme que cumpla con la granulometría estipulada. El mezclado con el asfalto no deberá retardarse más de un día después del mezclado en seco de los agregados.

Para proceder al mezclado con el material bituminoso utilizando motoniveladoras, se dividirá la cantidad de agregados en mitades, cada una de las

cuales se procesará separadamente. Se esparcirá la primera mitad y sobre ella se aplicará el asfalto en el número de riegos necesarios hasta obtener la proporción fijada en la fórmula maestra; se continuará así con la otra mitad hasta obtener una mezcla total uniforme, y se revolverán los materiales varias veces pasándolos de uno a otro costado. Cuando el agregado se halle cubierto en su totalidad por el asfalto, se formará un camellón con todo el material, a partir del cual se procederá al esparcido en todo el ancho y en el espesor debidos.

Si se efectúa el mezclado con máquina mezcladora móvil en vez de las motoniveladoras, se conformará la mezcla de agregados en camellones de forma y tamaño uniformes, y se irá añadiendo el material bituminoso mientras se continúa el trabajo con la mezcladora, hasta obtener una mezcla uniforme que cumpla con los requisitos de la fórmula maestra.

La mezcla de hormigón asfáltico obtenida con cualquiera de los dos procesos, se esparcirá y conformará con motoniveladoras para que luego de compactada, la capa de rodadura tenga el ancho, espesor, alineamiento y perfil transversal señalados en los planos. Si el hormigón presenta deficiencias en la distribución de los materiales, la mezcla deberá ser corregida con adición de agregados, asfalto o mezclado adicional según el caso, antes de iniciar la compactación.

Cuando el tiempo sea demasiado frío, lluvioso o existan amenazas de lluvias inminentes, no se deberá realizar la mezcla de hormigón asfáltico; asimismo, si el contenido de humedad de los agregados es mayor que el 1% del peso de los agregados secos, deberán previamente revolverse los agregados con motoniveladoras o rastras de discos hasta conseguir secarlos, antes de preparar el hormigón asfáltico. De no ser posible, se utilizarán aditivos para mejorar la adhesión del asfalto a los agregados, o se emplearán emulsiones asfálticas en vez de asfaltos diluidos.

La temperatura de aplicación del material bituminoso dependerá del tipo y grado, y estará de acuerdo con lo estipulado en la subsección 810-3 para el caso de usar asfaltos diluidos, y con la subsección 810-4 para el caso de usar emulsiones.

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 cm.

Al iniciarse los trabajos el Contratista deberá construir un tramo de prueba de aproximadamente un kilómetro de longitud que será ensayado para determinar la densidad, las proporciones del material bituminoso, espesor de la capa y más requerimientos exigidos por el Fiscalizador, luego de lo cual éste deberá autorizar la prosecución de los trabajos, requisito sin el cual el Contratista no podrá continuar éste trabajo.

405-4.05.3.Compactación.- Una vez efectuada la distribución de la capa de hormigón asfáltico, se procederá a su compactación por medio de rodillos lisos de ruedas de acero y neumáticos. La compactación inicial de la mezcla se

efectuará con rodillos lisos tandem, iniciando a los bordes de la capa y avanzando hacia el centro; superponiendo una parte del ancho de la rueda en cada pasada posterior, excepto en los peraltes en donde se iniciará la compactación en el borde inferior.

A continuación del rodillado inicial se proseguirá con la compactación, empleando rodillos neumáticos, hasta conseguir la densidad especificada. Se deberá tomar mucho cuidado con el uso de los rodillos, con las cargas y presión de inflado apropiadas, para lograr la compactación deseada, sin que se produzcan agrietamientos o desplazamientos de la mezcla.

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

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 la compactación no se haya terminado, no se permitirá ninguna circulación vehicular.

Para formar las juntas transversales de construcción, se deberá recortar verticalmente todo el ancho y espesor de la capa que vaya a continuarse.

Cuando deban completarse y conformarse los espaldones adyacentes a la carpeta de hormigón, se recortarán los bordes a la línea establecida en los planos.

405-4.05.4.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 y cuando el Fiscalizador lo autorice, que en ningún caso será antes de una semana de que la carpeta asfáltica haya sido abierta al tránsito público.

405-4.06. Medición.- Las cantidades a pagarse por la construcción de las carpetas de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en sitio, serán los metros cúbicos de mezcla efectivamente puesta en obra y aceptada, medida en su lugar después de la compactación, más el número de litros de material bituminoso realmente incorporados a la mezcla, de acuerdo con los requerimientos contractuales.

El cómputo del volumen se realizará en base a la longitud de la capa medida horizontalmente a lo largo del eje de la vía, y a la sección transversal establecida en los planos contractuales.

El cómputo de la cantidad de material bituminoso utilizado se efectuará reduciendo el volumen empleado a la correspondiente temperatura de aplicación, al volumen a 15.6 °C, de acuerdo con los datos constantes en la subsección 810-5, para asfaltos diluidos y emulsiones asfálticas.

La medición podrá también ser efectuada en metros cuadrados de superficie cubierta con un espesor de hormigón asfáltico compactado determinado. La medición se efectuará en base a la proyección en un plano horizontal del área pavimentada y aceptada por el Fiscalizador.

En todo caso, la forma de pago estará determinada en el contrato, sea en metros cúbicos de mezcla compactada más el material bituminoso, o sea en metros cuadrados de carpeta compactada al espesor requerido.

405-4.07. Pago.- Las cantidades determinadas en cualquiera de las formas indicadas en el numeral anterior, se pagarán a los precios señalados en el contrato para los rubros siguientes.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por el transporte y suministro de los agregados y el asfalto, la preparación y mezclado en sitio del hormigón asfáltico; la distribución, terminado y compactación de la mezcla; la limpieza de la superficie que recibirá el hormigón asfáltico; así como por 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 |
|---|----------------------------------|
| 405-4 Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en sitio de....cm. de espesor..... | Metro cuadrado (m ²) |
| 405-4 (1) Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en sitio..... | Metro cúbico (m ³) |
| 405-4 (2) Asfalto diluido grado....para hormigón asfáltico mezclado en sitio..... | Litro (l) |
| 405-4 (2) Emulsión asfáltica para hormigón asfáltico mezclado en sitio..... | Litro (l) |

405-5. Hormigón Asfáltico Mezclado en Planta.

405-5.01. 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.

405.5.02 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 a 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 | | | |
|--------------------|--|-------------|-------------|------------|
| | 3/4" | 1/2" | 3/8" | Nº4 |
| 1" (25.4 mm.) | 100 | -- | -- | -- |
| 3/4" (19.0 mm.) | 90 - 100 | 100 | -- | -- |
| 1/2" (12.7 mm.) | -- | 90 - 100 | 100 | -- |
| 3/8" (9.50 mm.) | 56 - 80 | | 90 - 100 | 100 |
| Nº 4 (4.75 mm.) | 35 - 65 | 44 - 74 | 55 - 85 | 80 - 100 |
| Nº 8 (2.36 mm.) | 23 - 49 | 28 - 58 | 32 - 67 | 65 - 100 |
| Nº 16 (1.18 mm.) | -- | -- | -- | 40 - 80 |
| Nº 30 (0.60 mm.) | -- | -- | -- | 25 - 65 |
| Nº 50 (0.30 mm.) | 5 - 19 | 5 - 21 | 7 - 23 | 7 - 40 |
| Nº 100 (0.15 mm.) | -- | -- | -- | 3 - 20 |
| Nº 200 (0.075 mm.) | 2 - 8 | 2 - 10 | 2 - 10 | 2 - 10 |

405-5.03. Equipo .-

405-5.03.1. 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:

- a) 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.
- b) 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.

- c) 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.

405-5.03.2.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.

405-5.03.3.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.

405-5.03.4. 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 tandem 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.

405-5.04. 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

Nº. 4 (4.75 mm.): $\pm 7\%$.

- c) Peso de los agregados secos que pasen los tamices Nº 8 (2.36 mm.) y Nº 16 (1.18 mm.): $\pm 6\%$.
- d) Peso de los agregados secos que pasen los tamices Nº 30 (0.60 mm.) y Nº 50 (0.30 mm.): $\pm 5\%$.
- e) Peso de los agregados secos que pasen el tamiz Nº 100 (0.15 mm.): $\pm 4\%$.
- f) Peso de los agregados secos que pasen el tamiz Nº 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 costa, y de acuerdo con las instrucciones del Fiscalizador.

405.5.04 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.

TABLA 405-5.3

| Altura Aproximada (mm) | Volumen del Espécimen (cc) | Factor de Ajuste |
|-----------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|
| 88.9 | 1608 a 1626 | 1.12 |
| 90.5 | 1637 a 1665 | 1.09 |
| 92.1 | 1666 a 1694 | 1.06 |
| 93.7 | 1695 a 1723 | 1.03 |
| 95.2 | 1724 a 1752 | 1.00 |
| 96.8 | 1753 a 1781 | 0.97 |
| 98.4 | 1782 a 1810 | 0.95 |
| 100.0 | 1811 a 1839 | 0.92 |
| 101.6 | 1840 a 1868 | 0.90 |

Se realizará una serie de 3 extracciones de núcleos como mínimo cada 10.000 m² o por cada 1.000 toneladas de mezcla para la carpeta de rodadura con vista a comprobar la densidad en el sitio. Se harán por lo menos 15 determinaciones de densidades por medio de un densímetro nuclear cada 10.000 m² o por cada 1.000 toneladas de carpeta de rodadura. Los puntos específicos donde se realizarán estas evaluaciones deberán determinarse previamente por métodos estadísticos empleando una tabla de números aleatorios.

TABLA 405.5.4

| TIPO DE TRAFICO | Muy Pesado | | Pesado | | Medio | | Liviano | |
|--|-------------------|-------------|---------------|-------------|--------------|-------------|----------------|-------------|
| CRITERIOS MARSHALL | Min. | Max. | Min. | Max. | Min. | Max. | Min. | Max. |
| No. De Golpes/Cara | 75 | | 75 | | 50 | | 50 | |
| Estabilidad (libras) | 2200 | ---- | 1800 | ---- | 1200 | ---- | 1000 | 2400 |
| Flujo (pulgada/100) | 8 | 14 | 8 | 14 | 8 | 16 | 8 | 16 |
| % de vacíos en mezcla | | | | | | | | |
| - Capa de Rodadura | 3 | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 |
| - Capa Intermedia | 3 | 8 | 3 | 8 | 3 | 8 | 3 | 8 |
| - Capa de Base | 3 | 9 | 3 | 9 | 3 | 9 | 3 | 9 |
| % Vacíos agregados | VER TABLA 405-5.5 | | | | | | | |
| Relación filler/betún | 0.8 | 1.2 | 0.8 | 1.2 | | | | |
| % Estabilidad retenida luego 7 días en agua temperatura ambiente | | | | | | | | |
| - Capa de Rodadura | 70 | ---- | 70 | ---- | | | | |
| - Intermedia o base | 60 | ---- | 60 | ---- | | | | |

Notas:

1.- Las mezclas asfálticas en caliente de base que no cumplan estos criterios, cuando se ensayan a 60 °C, se consideran satisfactorias si cumplen con los criterios cuando se ensayan a 38 °C, y se colocan 100mm por debajo de la superficie.

2.- **Clasificación del tráfico.** Es función de la intensidad media diaria de vehículos pesados (IMDP) esperada por el carril de diseño en el momento de poner en funcionamiento la vía, luego de su construcción o de su rehabilitación. Los vehículos pesados no comprenden autos, camionetas ni tractores sin remolque.

| TRAFICO | IMDP |
|----------------|-------------|
| Liviano | Menos de 50 |
| Medio | 50 a 200 |
| Pesado | 200 a 1000 |
| Muy pesado | Más de 1000 |

TABLA 405-5.5

| Tipo de Mezcla | VAM, Mínimo (%) |
|-----------------------|------------------------|
| A | 16 |
| B | 15 |
| C, D | 14 |
| E | 13 |

NOTA: Las mezclas abiertas se excluyen de esta comprobación.

405-5.05. Procedimientos de trabajo.

405-5.05.1.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.

405-5.05.2.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 .

405-5.05.3.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.

405.5.05.4 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 estabilidades 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 limite 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.

405-5.05.5.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.

405-5.06. 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.

405-5.07. 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)

405-5(E) Hormigón Asfáltico Mezclado en Planta y en frío

405-5.01. Descripción.- Este trabajo consistirá en la construcción de capas de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta y en frío, constituido por agregados en la granulometría especificada, relleno mineral, si es necesario, y asfalto emulsionado, mezclado en una planta central, y colocado sobre una base debidamente preparada o un pavimento existente, de acuerdo con lo establecido en los documentos contractuales.

405.5.02 Materiales. El tipo y grado de emulsión que deberá emplearse en la mezcla se determinará en la fórmula de trabajo.

Los agregados que se emplearán en la mezcla en planta, podrán estar constituidos por roca o grava triturada total o parcialmente, materiales fragmentados naturalmente, arenas y relleno mineral. Los agregados estarán compuestos por fragmentos limpios, sólidos y resistentes, de uniformidad razonable, exentos de polvo, arcilla u otras materias extrañas.

405-5.03. Equipo .-

405-5.03.1.Plantas mezcladoras.- Las plantas para la preparación de hormigón asfáltico en frío utilizadas por el Contratista, serán idénticas y de similares características que las que se usan en mezclas en caliente, eliminando el tambor secador de áridos, además de lo cual todas deberán satisfacer las exigencias siguientes:

- a) **Equipo para manejo de la emulsión:** Los tanques para almacenamiento de la emulsión deberán estar equipados con serpentines de circulación. 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. Deberá proveerse de dispositivos confiables para medición y muestreo de la emulsión de los tanques.
- b) **Cribas y tolvas de recepción:** La planta dispondrá de las cribas suficientes para tamizar el agregado 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 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.

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

- c) **Dispositivos para dosificación de la emulsión.**- Estarán provistos de balanzas de pesaje o de dispositivos de medición y calibración de la emulsión, para asegurar que la dosificación de la mezcla se halle dentro de las tolerancias especificadas en la fórmula maestra de obra.

La emulsión medida, ya sea por peso o por volumen, deberá ser descargada 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.

Los dispositivos para la dosificación estarán provistos de medios exactos de medición y control.

- h) **Laboratorio de campo:** Se deberá contar con el equipo necesario para poder realizar ensayos de la emulsión, con el objetivo de que antes de descargar la emulsión a los reservorios desde el tanquero-cisterna éste sea evaluado y certificado.
- i) **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 (emulsión), 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 de la emulsión a agregar a cada parada.

Las balanzas, tanto para los agregados como para la emulsión, 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 pesada la emulsión que se utilizará en una parada, se accionarán las válvulas manual o automáticamente, para descargarla dentro de la mezcladora en un lapso máximo de 15 segundos. Esta descarga deberá producirse en cuanto la mezcladora termine su período de mezclado de los agregados.

- 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 la emulsión, sea por volumen o por peso.

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 de la emulsión.

- 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 de la emulsión 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 de la emulsión 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.

405-5.03.2.Equipo de transporte.- Los camiones para el transporte del hormigón emulsionado serán de volteo y contarán con cajones metálicos cerrados y en buen estado. Una vez cargada, la mezcla deberá ser protegida con una cubierta de lona, para evitar la contaminación con polvo u otras impurezas del ambiente.

405-5.03.3.Equipo de distribución de la mezcla.- La distribución de la mezcla emulsionada en el camino, será efectuada mediante el empleo de una máquina terminadora autopropulsada, que sea capaz de distribuir esta mezcla 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.

405-5.03.4. 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 tandem 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.

405-5.04. Ensayos y Tolerancias.- Los agregados para capa de rodadura tendrán una granulometría cuyo tamaño nominal sea de ½”, es decir que el 100 % pase el tamiz ¾”, según la tabla VII-5 del Manual MS-19 y deberán cumplir los requisitos de calidad, cuyas pruebas están determinadas en el mismo Manual del Instituto del Asfalto. 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 y de la mezcla emulsionada preparada, para asegurar que se encuentre dentro de las tolerancias establecidas para la fórmula maestra de obra.

Las características de la emulsión y de la mezcla deberán cumplir con los requisitos señalados en el Manual MS-19.

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

El espesor de la capa terminada de hormigón emulsionado 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 en frío, 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 costa, y de acuerdo con las instrucciones del Fiscalizador.

405-5.05. Procedimientos de trabajo.

405-5.05.1.Fórmula Maestra de Obra.- Antes de iniciarse ninguna preparación de hormigón asfáltico emulsionado en frío 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 en frío. Toda la mezcla del hormigón emulsionado deberá ser realizada de acuerdo con esta fórmula maestra.

La fórmula maestra establecerá:

- 1) Las cantidades de las diversas fracciones definidas para los agregados;
- 2) El porcentaje de emulsión y su respectivo tipo para la dosificación en frío, en relación al peso total de todos los agregados, inclusive el relleno mineral si se lo utilizare, todo lo cual cumplirá con las exigencias y requisitos que se estipulan en el Manual MS-19.

405-5.05.2.Dosificación y Mezclado.- Los agregados para la preparación de las mezclas de hormigón emulsionado en frío 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.

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 por la emulsión asfáltica y se logre una mezcla uniforme; generalmente se emplea un tiempo de un minuto aproximadamente.

405-5.05.3.Distribución.- La distribución del hormigón asfáltico en frío deberá efectuarse sobre una base preparada, de acuerdo con los requerimientos contractuales, imprimada, limpia o sobre un pavimento existente, evitando ejecutar este trabajo en momentos de lluvia.

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.

Una vez transportada la mezcla asfáltica en frío al sitio, será vertida por los camiones en la máquina terminadora, la cual esparcirá la mezcla sobre la

superficie preparada.

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 traslape. 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.

405.5.05.4 Compactación: 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, hasta alcanzar el 97 % de compactación.

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 estabilidades el empleo de compactadores neumáticos deberá hacerse con presiones de neumáticos reducidas.

En capas de gran espesor 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; una vez rota la emulsión, se debe eliminar todo tipo de compactación.

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.

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 en frío, 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 en frío, 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.

405-5.05.5. Sellado.- Si los documentos contractuales estipulan la colocación de una capa de sello en frío sobre la carpeta terminada, ésta se colocará de acuerdo con los requerimientos correspondientes determinados en el Manual MS-19 del Instituto del Asfalto.

405-5.06. Medición.- Las cantidades a pagarse por la construcción de las carpetas de rodadura de hormigón asfáltico emulsionado mezclado en planta y en frío, 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 mezcla suelta o en metros cuadrados de carpeta compactada al espesor requerido.

405-5.07. 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 la emulsión, la preparación de la mezcla en frío en planta, el transporte, la distribución, terminado y compactación de la mezcla, la limpieza de la superficie que recibirá el hormigón asfáltico en frío; 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 (E) Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta y en frío, de....cm. de espesor..... | Metro cuadrado (m ²) |
| 405-5 (1E) Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta y en frío..... | Tonelada (t) |

405-6. Capa Bituminosa de Sellado.

405-6.01. Descripción.- Este trabajo consistirá en la aplicación de una capa de material bituminoso solo o con la distribución de agregados de recubrimiento, sobre una capa de rodadura asfáltica en servicio terminada, y de acuerdo con los requerimientos de los documentos contractuales.

La colocación de la capa de sellado se efectuará con el objeto de corregir pequeñas fisuras de la superficie, impermeabilizar la capa de rodadura o darle una rugosidad conveniente para evitar deslizamiento de los vehículos; por lo tanto, en el diseño se establecerá el tipo de sello y el tipo y granulometría de los agregados que deban utilizarse; sin embargo, el Fiscalizador deberá revisar meticulosamente el resultado obtenido para modificar la granulometría de los agregados y las cantidades del riego asfáltico, a fin de lograr una textura que preste seguridad a la circulación vehicular.

405-6.02. Materiales.- El material bituminoso por emplear puede ser cemento asfáltico, asfalto diluido o emulsión asfáltica, según el caso; de todos modos, el tipo y grado del material asfáltico a utilizarse estarán especificados en el contrato. Sin embargo, en caso necesario, el Fiscalizador podrá cambiar el grado del asfalto hasta uno de los más próximos, sin que haya variación en el precio del rubro.

La calidad del asfalto deberá cumplir con los requerimientos de la subsección 810-2, en el caso de cementos asfálticos: subsección 810-3, en el caso de asfaltos diluidos, y subsección 810-4, en el caso de emulsiones.

Los agregados para sellado deberán cumplir con las exigencias de la subsección 812-3, y su granulometría estará dentro de los límites fijados en la Tabla 405-6.1.

Las cantidades de material asfáltico y agregados que deban emplearse serán fijadas con exactitud por el Fiscalizador; en general, para capas de sellado comunes, se utilizarán las cantidades aproximadas indicadas en la Tabla 405-6.2.

405-6.03. Equipo.- El Contratista deberá disponer de todo el equipo necesario, aprobado por el Fiscalizador, para la ejecución de este trabajo. Como mínimo este equipo estará conformado por las máquinas especificadas para los

tratamientos superficiales en el numeral 405-3.03, en el caso de capas bituminosas de sellado con agregados; caso contrario, se empleará únicamente la barredora mecánica y el distribuidor de asfalto.

Tabla 405-6.1.

| TAMIZ | Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada | | | |
|--------------------|---|--------------------|--------|--------|
| | Agregado Natural | Agregado Triturado | | |
| | | TIPO A | TIPO B | TIPO C |
| 1/2" (12.7 mm.) | -- | -- | -- | 100 |
| 3/8" (9.5 mm.) | 100 | 100 | 100 | 90-100 |
| Nº 4 (4.75 mm.) | 85-100 | 85-100 | 60-100 | 10-30 |
| Nº 8 (2.38 mm.) | -- | 0-25 | 0-10 | 0-8 |
| Nº 50 (0.30 mm.) | 0-20 | -- | -- | -- |
| Nº 200 (0.075 mm.) | 0-5 | 0-2 | 0-2 | 0-2 |

Tabla 405-6.2

| Sello MATERIAL Solo | Sello con Bituminoso naturales | Sello con agregados triturados | agregados |
|--|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| Material bituminoso-Litros Agregados-Kilogramos | 0.25 - 0.45 - | 0.60 - 1.05 7.0 - 10.5 | 0.75 - 1.25 8.5 - 13.5 |

405-6.04. Procedimientos de trabajo.- La superficie que se vaya a sellar deberá cumplir con todos los requisitos correspondientes de acabado y calidad, deberá hallarse limpia, libre de cualquier material suelto y completamente seca.

Generalmente, será necesario, debido al tránsito, llevar a cabo el sellado en dos o más fajas aproximadamente iguales. En tal caso, se tomarán las precauciones necesarias, para que no se produzcan un exceso de asfalto en las uniones y no se produzcan irregularidades en la capa de agregados.

405-6.04.1.Distribución del material bituminoso.- El riego asfáltico se aplicará únicamente cuando la superficie esté seca y el tiempo no sea demasiado frío ni lluvioso, ni con amenaza de lluvias inminentes.

Una vez barrida y limpia la superficie por sellar, a satisfacción del Fiscalizador, se distribuirá uniformemente el material bituminoso, mediante el empleo de un distribuidor a presión y en las cantidades y temperatura especificadas, según el tipo y grado del asfalto. Las pequeñas áreas defectuosas o de forma irregular, serán completadas y emparejadas con el rociador manual del distribuidor.

Para iniciar y terminar un riego, se deberá colocar en el sitio correspondiente un papel grueso que cubra todo el ancho, a fin de abrir y cerrar las boquillas de la barra distribuidora sobre él, para evitar un exceso de asfalto. Luego se quitará el papel y se lo descartará. Se tomará cuidado para no manchar las obras de arte o árboles adyacentes.

Si se trata de un sellado bituminoso solo, se esperará 24 horas para que el asfalto penetre en la superficie, luego de lo cual deberá secarse el exceso, si lo hubiere, mediante la aplicación de una capa ligera de arena limpia, antes de permitir la circulación vehicular.

Cuando se haya especificado una capa de sello con recubrimiento de agregados, el asfalto que se distribuya sobre la superficie deberá estar a la temperatura especificada y será inmediatamente cubierto con los agregados antes de que se enfríe.

405-6.04.2.Distribución de los agregados.- La colocación de los agregados deberá hacerse con un distribuidor aprobado y en la proporción establecida por el Fiscalizador. El esparcidor deberá esparcir los agregados sobre todo el ancho de un carril, en una sola aplicación y en una capa uniforme. Deberá ser operado de tal modo que las partículas gruesas de los agregados serán distribuidas sobre el material bituminoso, antes de ser distribuidas las partículas finas. La marcha del esparcidor no deberá ser tan rápida que disturbe la capa de agregados después de que éstos llegan a la superficie por cubrirse.

Es necesario que previamente a la iniciación del riego bituminoso, haya, en el sitio y sobre los volquetes, una suficiente cantidad de agregados, como para cubrir debidamente la totalidad del material bituminoso por distribuirse. Los agregados deberán estar secos al momento de esparcirlos, y no se permitirá su uso si se hallan mojados.

El esparcidor deberá distribuir los agregados, de modo que el material bituminoso sea cubierto antes de que las ruedas pasen sobre la superficie tratada.

Por lo general, no será necesario ningún emparejamiento suplementario de los agregados esparcidos, y el uso de una rastra de escobas no será permitido, salvo que el Fiscalizador lo autorice expresamente. Cualquier exceso de agregados deberá ser removido de inmediato sin disturbar aquellos que se hallen en contacto con el asfalto. Cualquier área con faltante de agregados será cubierta a mano con pala y luego la superficie será emparejada con un ligero rastrillado.

405-6.04.3.Compactación y acabado.- Para los sellos que requieren de recubrimiento, los agregados deberán ser asentados con un rodillo liso, que pese entre cinco y ocho toneladas, o con un rodillo neumático, inmediatamente después de esparcidos los agregados y efectuado cualquier emparejamiento adicional que fuere necesario.

El rodillado inicial se proseguirá longitudinalmente, comenzando por los bordes exteriores del sellado y progresando gradualmente hacia el centro, de manera que cada pasada se superponga a la anterior aproximadamente en la mitad del ancho del rodillo. El rodillado continuará solamente hasta haber logrado una superficie compacta y uniforme, sin que se triture de manera significativa los agregados. Entonces se proseguirá la compactación con la compactadora de ruedas neumáticas.

La compactación con rodillo neumático, acompañada de un ligero emparejamiento con rastra de escobas, si el Fiscalizador lo considera necesario, deberá ser efectuada hasta lograr la completa incrustación de los agregados en el material bituminoso y obtener así una capa densa, pareja y uniforme. En ningún caso será permitido que se efectúe menos de dos pasadas completas con el rodillo sobre todo el ancho del área tratada.

Una vez terminada la compactación con compactadoras neumáticas, se podrá abrir al tránsito público el tramo tratado, siempre y cuando el Contratista utilice los medios más convenientes para asegurarse, durante un período de por lo menos 6 horas, que la velocidad de los vehículos no sobrepase los 30 kilómetros por hora.

Después de transcurrido un período de al menos 24 horas luego del esparcimiento de los agregados, cualesquiera agregados sueltos serán redistribuidos sobre la superficie tratada con una rastra de escobas u otro equipo adecuado. Después de 4 días de terminado el sellado, los agregados sueltos deberán ser removidos de la superficie con una barredora mecánica, cuidándose de no desplazar a aquellos que se hayan adherido al material bituminoso.

Si ocurre una exudación de asfalto a la superficie después de que se haya abierto al tránsito público un tramo terminado, se deberá cubrir inmediatamente el área afectada con agregados adicionales, cuidando de mantener la textura de la superficie. El sellado terminado deberá estar bien compactado, con una superficie de apariencia uniforme y libre de corrugaciones, depresiones u otras irregularidades causadas por una distribución no uniforme de asfalto o de los agregados.

405-6.05. Medición.- La construcción de la capa de sello se pagará en base a las cantidades de asfalto y agregados efectivamente colocados y aceptados para el sello con recubrimiento, cantidades que serán medidas en la obra.

El material bituminoso se pagará por litro, en base al volumen colocado en la obra a la temperatura de aplicación y reducido al volumen a 15.6 °C, de acuerdo

con los datos constantes en la subsección 810-5, para cemento asfáltico, asfaltos diluidos y también para emulsiones asfálticas.

Los agregados serán pagados por metro cúbico. No se medirán para pago las cantidades de árido para secado que se hubiere colocado en la obra, pues se considerará incluida cualquier cantidad en el pago de los rubros señalados en el siguiente numeral.

Si así se establece en el contrato, la capa de sellado puede ser pagada también por metro cuadrado de superficie tratada, en vez de pagar por separado el material bituminoso y los agregados, según lo indicado arriba.

405-6.06. Pago.- Las cantidades determinadas en cualquiera de las formas indicadas en el numeral anterior, se pagarán a los precios señalados en el contrato, para los rubros siguientes.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por la limpieza de la superficie a sellarse, el suministro, calentamiento, transporte y distribución del material asfáltico; la producción, suministro, esparcimiento y compactación de los agregados para el recubrimiento; así como por mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en el completamiento de los trabajos descritos en esta sección.

| N° del Rubro de Pago y Designación | Unidad de Medición |
|--|----------------------------------|
| 405-6 (1) Material bituminoso tipo....., grado....., para capa bituminosa de sellado..... | Litro (l) |
| 405-6 (2) Agregados para capa de sellado..... | Metro cúbico (m ³) |
| 405-6 Capa bituminosa de sellado..... | Metro cuadrado (m ²) |

405-7. Capa de Sellado con Lechada Asfáltica.

405-7.01. Descripción.- Este trabajo consistirá en la preparación y colocación de una mezcla de emulsión asfáltica, agregados y agua, sobre una capa de rodadura existente, de acuerdo con los requerimientos de los documentos contractuales.

405-7.02. Materiales.- El material bituminoso será una emulsión asfáltica preferentemente de ruptura lenta. En todo caso, el tipo y grado de la emulsión deberá estar especificado en el contrato. La emulsión a emplearse cumplirá con las exigencias pertinentes de la subsección 810-4.

Los agregados para el sello de lechada consistirán de partículas trituradas de roca o una mezcla de arena y polvo de piedra, que cumplirán los requisitos establecidos en la subsección 812-4, y cuya granulometría estará dentro de los límites fijados en la Tabla 405-7.1.

Tabla 405-7.1.

| TAMIZ | Porcentaje en peso que pasa a través los tamices de malla cuadrada |
|--------------------|--|
| Nº 4 (4.75 mm.) | 100 |
| Nº 8 (2.38 mm.) | 95 - 100 |
| Nº 16 (1.18 mm.) | 60 - 90 |
| Nº 30 (0.60 mm.) | 40 - 65 |
| Nº 50 (0.30 mm.) | 25 - 45 |
| Nº 100 (0.15 mm.) | 15 - 30 |
| Nº 200 (0.075 mm.) | 10 - 20 |

El agua que se deba utilizar para la lechada asfáltica deberá cumplir los requisitos de la Sección 804.

405-7.03. Equipo.- El equipo mínimo que deberá disponer el Contratista, para la preparación y distribución de la capa de lechada asfáltica, será un tanquero de agua con barra de riego para el lavado y humedecimiento de la superficie a sellarse, una barredora mecánica, una mezcladora de paletas amasadoras, o mezcladoras rotativas de tambor montadas sobre camión (mixer) y una máquina distribuidora para colocar la lechada en el ancho y espesor necesarios.

La distribuidora de lechada debe estar provista de plancha emparejadora, ajustable al perfil transversal de la calzada, a fin de que el riego sea uniforme, aún en sectores con peralte.

Caso de que el Contratista desee emplear en sustitución de las anteriores una sola máquina, que efectúe las operaciones de dosificación, mezclado y distribución simultáneamente, el Fiscalizador autorizará su empleo después de comprobar que los resultados sean aceptables.

405-7.04. Procedimientos de trabajo.- La superficie a sellar deberá ser preparada cuidadosamente, barriéndola, soplando las grietas con aire comprimido y, de ser necesario, lavándola. Una vez lista la superficie, se deberá humedecerla antes de colocar la lechada sellante. Alternativamente, en vez de humedecer, se puede efectuar un riego ligante con una mezcla de emulsión asfáltica y tres partes de agua, que se aplicará con un distribuidor de asfalto a presión, con una rata de 0.35 a 0.60 litros por metro cuadrado, según la condición de la superficie. Una vez curado el riego ligante, se procederá a colocar la lechada.

En todo caso, la distribución de la lechada asfáltica se efectuará cuando el tiempo no sea lluvioso ni con amenaza de lluvias inminentes y preferentemente cuando la

temperatura a la sombra sea mayor a 15 °C.

405-7.04.1.Dosificación y mezclado.- La dosificación exacta será proporcionada por el Fiscalizador en base al peso o al volumen de los materiales. Por lo general, se podrán utilizar las proporciones siguientes:

- | | | |
|----|---|--------------------|
| a) | Agregados. | 100 Kg. |
| b) | Emulsión asfáltica | 19.5 a 24.0 litros |
| c) | Agua, inclusive la humedad de los agregados | 11 litros |

Cuando el mezclado se efectúe en mezcladoras rotativas de tambor, se cargará primero las cantidades requeridas de emulsión y agua para luego agregar uniforme y lentamente los agregados. El tambor deberá girar lentamente, mientras se cargan los materiales, y luego será operado a la velocidad normal de mezclado por unos 5 minutos, hasta que los agregados se hallen revestidos completa y uniformemente. El mezclado deberá continuar a velocidad lenta, hasta el momento de la descarga de la lechada al distribuidor.

La lechada deberá presentar una consistencia cremosa y un aspecto homogéneo en el momento de colocarla. Si hubieren evidencias de ruptura de la emulsión, antes de la distribución, la mezcla será rechazada.

Si hubiere necesidad de mezclar distintas fracciones de los agregados o agregar relleno mineral para conseguir la granulometría especificada, se deberá efectuar previamente la mezcla completa de estos agregados en seco, antes de introducirlos a la mezcladora.

Las mezcladoras de paletas para amasado deberán tener el equipo necesario de medición y control de los componentes de la lechada. La emulsión y el agua serán introducidas separadamente por medio de sendas bombas de desplazamiento, que permitan dosificar las cantidades a introducir. El dispositivo que introduce los agregados deberá estar sincronizado con la propulsión de la bomba para la emulsión.

405-7.04.2.Distribución y Curado.- La máquina distribuidora será autopropulsada y el suministro deberá ser continuo y uniforme para asegurar la colocación de la lechada en el ancho requerido y en un espesor uniforme. El espesor promedio será de aproximadamente 3 milímetros; en donde sea necesario, se emparejará la superficie con herramientas manuales.

En áreas pequeñas y de forma irregular, podrá distribuirse la lechada manualmente, a satisfacción del Fiscalizador.

La lechada distribuida sobre el pavimento deberá ser homogénea y uniforme, sin que se produzca separación de la emulsión y los agregados después de enfriada. El tiempo de curado de la lechada para permitir una circulación vehicular controlada, variará desde media hora en climas cálidos hasta unas cuatro horas en climas fríos.

En caso de necesitarse una compactación de la capa de lechada, el Fiscalizador podrá disponer el uso de un rodillo neumático, luego de que la lechada se haya curado por el tiempo que estime conveniente.

CAPA DE SELLADO CON MEZCLAS DENSAS EN FRIO.-

405-7.1 Mortero Asfáltico (Slurry Seal)

El mortero asfáltico conocido mundialmente como Slurry Seal por su nombre original en Inglés, fue definido alrededor de los años 1960 por el Sr. Raymond Young inventor de la máquina de aplicación continua de esta tecnología como “an asphaltic mortar like mix”, cuya traducción se refiere a una mezcla asfáltica tipo mortero, resultado de la combinación de emulsión asfáltica y agregados con granulometría específica más la adición de componentes que se detallan a continuación.

El mortero asfáltico aprobado con normas; ASTM D3910, ISSA A105 (International Slurry Surfacing Association o Asociación Internacional de Recubrimientos con Morteros) y bajo especificaciones nacionales MOP-001-F 2000, sección 405-7, se define como la mezcla compuesta por emulsión asfáltica, agregados pétreos triturados con granulometría definida, relleno mineral, agua y en ciertos casos aditivos, todo esto proporcionalmente mezclado de acuerdo al Diseño de Mezcla, el cual define la Fórmula Maestra de Obra. Esta mezcla aplicada como superficie de desgaste sobre pavimentos, es producida, esparcida y uniformemente distribuida por una máquina especialmente diseñada para este propósito, la misma que deberá adherirse firmemente sobre una capa de rodadura previamente preparada, logrando propiedades de impermeabilidad y anti-deslizantes durante todo el tiempo de vida.

El mortero asfáltico se aplica en capas delgadas (1½ veces el tamaño máximo del agregado) de acuerdo a requerimientos de los documentos contractuales.

Morteros asfálticos de mayor rendimiento pueden ser diseñados para aumentar ciertas características del mortero para una particular finalidad ya sea con la adición de polímeros o algún otro material para la recuperación de ahuellamientos, resistencia al agrietamiento, incremento de rugosidad, etc.

El término genérico Mortero Asfáltico define a varios tratamientos utilizados en la conservación de pavimentos como: Mortero Asfáltico, Mortero Asfáltico Modificado con Polímeros y Micro-Pavimentos.

Mortero Asfáltico: Es la mezcla de agregados, emulsión asfáltica, agua, relleno mineral y aditivos debidamente proporcionados, mezclados y esparcidos sobre una superficie apropiadamente preparada.

Mortero Asfáltico Modificado con Polímeros: Es un mortero asfáltico

diseñado con una emulsión que ha sido modificada con polímeros cuyo objetivo es mejorar una o más propiedades del mortero, bajo requerimientos de un proyecto particular. Modificando las emulsiones se mejora la liga entre el asfalto y los agregados, consiguientemente se obtiene más durabilidad y mejor textura en el mortero asfáltico.

Micro-Pavimento: Es la mezcla de una emulsión catiónica modificada con polímeros, agregados triturados, agua, relleno mineral y otros aditivos, apropiadamente proporcionados y esparcidos sobre una superficie preparada. El objetivo de la utilización de polímeros en mezclas de Micro-Pavimentos es reducir la susceptibilidad del ligante a los cambios térmicos en la vía, permitiendo rendimientos más elevados que en Morteros Asfálticos. Los micro-pavimentos se pueden aplicar en espesores de una sola capa o multicapas, en proyectos de recuperación de ahuellamientos y repavimentación.

405-7.1.1 Tráfico

Los criterios normativos para la aplicación de los diferentes tratamientos con mortero asfáltico se basarán de acuerdo al volumen y tipo de tráfico según se indica en el siguiente cuadro:

| TRATAMIENTO | GRANULO-METRÍA | VOLUMEN DEL TRÁFICO | | | VELOCIDAD DEL TRÁFICO | |
|--|----------------|---------------------|----------------|---------------------|-----------------------|------|
| | | LIVIANO - MEDIO | MEDIO - PESADO | PESADO - MUY PESADO | BAJA | ALTA |
| Mortero Asfáltico | Tipo II* | X | | | X | |
| | Tipo III | X | | | | X |
| Mortero Asfáltico modificado Con polímeros | Tipo II* | | X | | X | |
| | Tipo III | | X | | | X |
| Micro-pavimento | Tipo II* | | | X | X | |
| | Tipo III | | | X | | X |

* Recomendado también para su aplicación en aeropuertos.

405-7.1.2 Materiales

Agregados – Los agregados deben cumplir un óptimo control de calidad. Para obtener una aplicación de alto rendimiento con morteros asfálticos, el proceso de trituración y manejo de agregados incluirá un control en la granulometría, fracturación de caras, limpieza del material y el equivalente de arena. Los agregados deben ser 100 % triturados, sin fluctuaciones drásticas en su granulometría que afecten el diseño de mezcla previamente aprobado. Básicamente la Asociación Internacional de Recubrimientos con Morteros (ISSA) describe tres granulometrías estándar, sin embargo por su uso convencional en todo el mundo únicamente se utilizan dos: Tipo II y Tipo III; cada una diseñada y seleccionada de acuerdo a la estructura existente, tráfico y condiciones climatológicas en el área de aplicación.

Granulometría ISSA de los Agregados

| Tipo | II | III |
|--|---------------------|----------|
| Tamaño del Tamiz | Porcentaje que Pasa | |
| 9.5 mm (3/8") | 100 | 100 |
| 4.75 mm (No. 4) | 90-100 | 70-90 |
| 2.36 mm (No. 8) | 65-90 | 45-70 |
| 1.18 mm (No. 16) | 45-70 | 28-50 |
| 600 micrones (No. 30) | 30-50 | 19-34 |
| 300 micrones (No. 50) | 18-30 | 12-25 |
| 150 micrones (No. 100) | 10-21 | 7-18 |
| 75 micrones (No. 200) | 5-15 | 5-15 |
| Contenido de asfalto en el mortero asfáltico % | 7.5-13.5 | 6.5-12 |
| Típica tasa de aplicación kg/m ² | 5.4-9.1 | 8.2-13.6 |

El peso suelto promedio del agregado es de 1730 kg/m³ y puede variar de 1250 kg/m³ a 1850 kg/m³. Todos los diseños de mezcla de Mortero Asfáltico se basan en el peso seco del agregado. Por lo tanto, se deberá tomar en cuenta la variación del peso volumétrico suelto del agregado, recomendándose que el equipo de aplicación sea calibrado para cada fuente de agregado.

Granulometría típica de Agregados para Morteros Asfálticos

Tipo II

Tipo III

1/4"

3/8"

5-6 mm

9-10 mm

Para aplicaciones en:

Para aplicaciones en:

Aeropuertos, carreteras y vías urbanas

Carreteras, autopistas y vías urbanas

Requerimientos para los agregados

| MORTERO ASFÁLTICO | NORMA |
|--|-------------------------------------|
| Equivalente de Arena > 45 | ASTM D 2419 |
| Pérdida por Abrasión (Los Ángeles) 35% máx | ASTM C 131 – AASHTO T 96 - INEN 860 |
| Granulometría | ASTM C 136 - AASHTO T 27 |

Relleno Mineral – De acuerdo a la norma ASTM D 546 – AASHTO T37, se pueden utilizar indistintamente como relleno mineral: cemento Pórtland Tipo I, cal hidratada, polvo de piedra caliza o ceniza volcánica, con un porcentaje máximo del 2 %. La adición de este relleno mineral tiene como finalidad incrementar las propiedades de manejabilidad en la mezcla, así como, mejorar la parte fina de la curva granulométrica de los agregados, influyendo en el comportamiento a la ruptura y curado del mortero asfáltico.

Las máquinas pavimentadoras permiten realizar ajuste de aditivos de relleno mineral en campo para optimizar características adecuadas de flujo, rompimiento y curado.

Emulsión Asfáltica – La emulsión asfáltica se define como la dispersión de micro-partículas de asfalto dentro de una matriz acuosa estabilizada químicamente, la cual es utilizada básicamente para la producción de mezclas asfálticas en frío (mezclas abiertas, microaglomerados [mezclas densas], reciclados, estabilizaciones, etc.) y como ligante emulsionado en riegos.

La emulsión asfáltica a utilizar debe obedecer a un diseño previo, de acuerdo a las características de los agregados, mezcla, tipo de aplicación, condiciones ambientales y climatológicas.

Las emulsiones asfálticas recomendadas para morteros asfálticos son normalmente del tipo CSS-1, CSS-1h (emulsión catiónica de ruptura lenta) y CQS-1h (emulsión catiónica de ruptura rápida para mezclas); las cuales deberán ser especialmente ensayadas para verificar la compatibilidad y reactividad con los agregados y deberán ser suministradas con el correspondiente certificado de análisis y producción de acuerdo al diseño solicitado.

Requerimiento Obligatorio:

“Es importante remarcar y hacer del conocimiento de Organismos Gubernamentales, Contratistas Públicos y Privados y Usuarios en General, que nunca se deberá aceptar una emulsión asfáltica solo por el hecho de ser del tipo de emulsión especificada para una determinada aplicación y se encuentre almacenada o no, obligatoriamente se deberá someter a un diseño de acuerdo a las características del material pétreo, de la mezcla, tipo de aplicación, condiciones ambientales y climatológicas”.

Ensayos para Emulsiones.- Los principales ensayos para emulsiones son descritos por la Normas ASTM D 977 y MOP-001-F 2000 subsección 810-4. Tabla 810-4.2.

Pruebas de control de calidad en la producción:

Contenido de asfalto residual en la emulsión asfáltica: determina el contenido de asfalto de acuerdo a norma ASTM D 244 – AASHTO T 59.

Penetración del residuo de la emulsión: define la dureza del asfalto como se especifica en normas ASTM D 2397 – AASHTO T 49.

Pruebas generales de emulsiones asfálticas:

Viscosidad ASTM D 244.- Determina la manejabilidad de la emulsión en el campo.

Asentamiento ASTM D 244.- Determina la estabilidad al almacenamiento.

Tamizado ASTM D 244.- Determina la estabilidad al manejo y al almacenamiento prolongado.

Polímeros (para morteros asfálticos modificados) – La adición de polímeros mejora las propiedades de cohesión y adhesión, incrementa la rigidez y reduce la susceptibilidad al cambio de temperatura. El incremento de la rigidez evita la formación de ahuellamientos en climas cálidos y permite el uso de cementos asfálticos más blandos, mismos que se comportan de mejor manera en climas fríos.

Los polímeros pueden ser agregados durante la preparación de la solución jabonosa o pueden ser mezclados con el cemento asfáltico en la planta de emulsión, antes del proceso de emulsificación. La cantidad mínima y el tipo

del polímero modificador deberá ser determinada por el laboratorio responsable del diseño de mezcla. La cantidad de polímeros sólidos deberá basarse en el contenido del residuo asfáltico en peso; para mezclas de micro-pavimentos se especifica esta cantidad en un porcentaje del 3 al 4%.

Los polímeros utilizados en morteros asfálticos son los mismos que se aplican en otras mezclas asfálticas. El látex natural generalmente es el más común, pudiéndose utilizar también otros como: SBR (styrene-butadiene-rubber), SBS (styrene-butadiene-styrene) y EVA (ethylene-vinil-acetate).

Agua – El agua es el principal factor en la determinación de la consistencia del mortero asfáltico durante su producción y aplicación, formando parte importante en la estabilidad de la mezcla.

Dependiendo del porcentaje de humedad que contienen los agregados se determinará la adición de agua como recubrimiento en la mezcla. Generalmente la cantidad de agua a añadirse es de aproximadamente 10% respecto al peso del agregado seco.

Ensayos para el agua.- El agua debe cumplir con la norma del MOP-001-F 2000.

Aditivos de Control de Ruptura en Campo – La alta temperatura y reactividad de los agregados condicionan al rompimiento y curado del mortero asfáltico. Para ajustar este proceso en el campo es necesario adicionar aditivos químicamente similares a los emulsificantes, se añaden en porcentajes del 0,1 - 0,5 % de la mezcla.

405-7.1.3 Equipo

El equipo mínimo indicado y señalado por las especificaciones MOP-001-F 2000 sección 405-7.03. y la ISSA A105, que deberá disponer el Contratista para la preparación, distribución y aplicación de la capa de mortero asfáltico es:

Una pavimentadora de mortero asfáltico.

Una barredora mecánica para la limpieza de la vía.

Un sistema de mallas para el tamizado de los agregados en el banco de materiales.

Una máquina cargadora frontal para alimentar el agregado tamizado.

Máquina pavimentadora de Mortero Asfáltico

La máquina pavimentadora de mortero asfáltico debe estar montada sobre un camión o sobre una unidad auto-propulsada y estará equipada con:

Sistema de Agregados – Compuesto por tolva almacenadora de agregados, banda transportadora de neopreno tipo continuo sobre rodillos para alimentación al mezclador, vibrador de frecuencia variable, compuerta de

apertura variable con contador digital para su calibración.

Sistema de Emulsión – Compuesto por tanque de almacenamiento con indicador de nivel, bomba de desplazamiento positivo encamisada térmicamente para alimentación y recirculación.

Sistema de Agua – Compuesto por tanque para almacenamiento con indicador de nivel, bomba centrífuga, barra rociadora de agua, tuberías de conexión, medidor de flujo y válvula solenoide electro-neumática de apertura y cierre.

Sistema Alimentador del Relleno Mineral – Compuesto por tolva almacenadora, alimentador tipo gusano sin fin de acción reversible y velocidad variable.

Sistema de Aditivo – Compuesto por tanque de almacenamiento anti-corrosivo, bomba alimentadora de desplazamiento positivo con velocidad variable y medidor de flujo.

Sistema de Mezclado – Equipado con mezclador de ejes gemelos con paletas de giro reversible (tipo “pugmill”). El espacio comprendido entre las paletas y la cámara de mezclado está de acuerdo a la granulometría máxima del mortero asfáltico (Tipo III).

Caja Terminadora/Esparcidora – De expansión hidráulica inclusive en movimiento, equipada con gusanos sin fin de control hidráulico reversible y velocidad variable para esparcir la mezcla, controles de espesor de mezcla, barra secundaria con dispositivos de neopreno o uretano para el terminado final de la aplicación. El objetivo de esta barra es ajustar el terminado de la superficie de rodadura con las características de rugosidad requeridas.

Dispositivos de Dosificación – La máquina estará equipada con controles individuales de alimentación en volumen o peso, para la dosificación exacta de todos los materiales que se suministren al mezclador. Las cantidades de emulsión, agregados y relleno mineral son fijadas antes de la aplicación, solamente el agua y el aditivo especificados en el diseño, deberán de ser controlados durante el tendido en obra en función de las condiciones climáticas.

Calibración de la máquina aplicadora de morteros asfálticos.- La calibración de una máquina aplicadora y sus dispositivos de dosificación es obligatoria, para obtener las proporciones adecuadas de todos los componentes de la mezcla diseñada. Cada máquina a ser usada en la ejecución de un contrato deberá ser calibrada previamente en presencia de Fiscalización.

Previo a la calibración, los documentos que amparan el suministro exacto de materiales a ser usados deben ser aceptados y aprobados igualmente por

Fiscalización.

La documentación de calibración deberá incluir calibraciones individuales para cada material, a varios porcentajes de acuerdo a los dispositivos de dosificación de la máquina.

Fiscalización no aceptará la utilización de una máquina sin que ésta no haya sido calibrada previamente. El proceso de calibración se realiza mediante la obtención de datos en peso de los materiales, los mismos que se grafican considerando la variación de los dispositivos de control de suministro de materiales en la máquina. En el eje de las abscisas se anota el peso y en las ordenadas la apertura de compuertas o válvulas de control de los sistemas a calibrar.

405-7.1.4 Procedimiento de Trabajo

La superficie a pavimentarse con Mortero Asfáltico deberá ser preparada cuidadosamente, recuperando el perfil longitudinal y transversal con sistemas de bacheo y sellado de grietas utilizando el equipo, métodos y procedimientos adecuados.

Se deberá utilizar el barrido como método de limpieza, para eliminar la mayor cantidad de polvos y materiales nocivos al mortero. El riego de agua previo a la aplicación del mortero se recomienda como control de ruptura prematura de la mezcla y mejorador de adherencia a la superficie existente. Dependiendo de las condiciones climáticas, se aplicará el riego de pulverización con agua incluido en la máquina aplicadora.

Una vez que los componentes del Mortero Asfáltico son mezclados se inicia el proceso de ruptura de la mezcla. El tiempo de este proceso depende de la química de los agregados y finos, formulación de la emulsión, tipo y concentración de aditivos así como la temperatura ambiental. Para permitir el tendido del mortero asfáltico sobre la vía, se requiere un tiempo mínimo de mezclado de 120 a 300 segundos, durante el cual el mortero asfáltico permanece fluido y puede ser distribuido sobre la superficie. Una vez colocado sobre la vía el mortero asfáltico continúa con el proceso de ruptura y agua clara es liberada. La terminación del proceso químico de ruptura del mortero asfáltico se logra cuando la coloración de la mezcla cambia de café a negro en pocos minutos.

El tiempo de apertura al tráfico se establece cuando la mayor parte de agua es expulsada de la mezcla, lo que ocurre en función del sistema de mortero asfáltico utilizado. Para morteros asfálticos tipo CSS, la apertura se establece en un tiempo aproximado de 2 a 4 horas. Para morteros asfálticos tipo CQS la apertura se establece en 60 minutos o menos.

El proceso de curado de una mezcla de morteros asfálticos se logra cuando la totalidad del agua en la mezcla es liberada, este proceso ocurre dentro de

las primeras 48 horas después de su aplicación.

405-7.1.5 Diseño de Mezcla en Laboratorio

Además de las guías y métodos de ensayos para el diseño de morteros asfálticos establecidos por la ISSA y ASTM, y mencionados en el numeral 405-7.2, se han desarrollado otras metodologías de control específicas para determinar el diseño de mezcla del mortero asfáltico:

Prueba de cohesión en húmedo (ASTM D3910): determina los tiempos de ruptura de la mezcla y su apertura al tráfico.

Prueba de mezclado manual (ISSA TB 113): determina la compatibilidad de los materiales y el tiempo mínimo de mezclado.

Prueba de abrasión bajo agua (ISSA TB 100): determina el contenido mínimo de emulsión asfáltica en la mezcla de Mortero Asfáltico.

Prueba de rueda cargada (ISSA TB 109): determina el contenido máximo de emulsión asfáltica en la mezcla de Mortero Asfáltico.

Determinación del contenido óptimo de emulsión asfáltica en el diseño de la mezcla.-

Las pruebas de los numerales 4) y 5) deben ser realizadas para varios contenidos de emulsión asfáltica, los resultados se grafican en ejes cartesianos y se anotan como se indica a continuación:

Grafico No. 1: Resultado de la prueba de abrasión bajo agua

Abscisas (x): Contenido de emulsión asfáltica

Ordenadas (y): Pérdida de peso

Grafico No. 2: Resultado de la prueba de rueda cargada

Abscisas (x): Contenido de emulsión asfáltica

Ordenadas (y): Incremento de peso

Para determinar el contenido óptimo de emulsión asfáltica se utiliza la superposición de las dos gráficas anteriores. El mismo se obtiene en el punto medio de un rango de tolerancia del 3% medido en forma decreciente a partir del punto máximo de contenido asfáltico en la curva del Gráfico No. 2.

Tolerancia: El contenido óptimo de emulsión asfáltica en el diseño de mezcla está determinado por la función del efecto “bulk” (saturación en campo) de los agregados.

El rango de tolerancia del contenido óptimo de emulsión asfáltica es de $\pm 1,5\%$.

Requerimientos Técnicos de Laboratorio para el Diseño de Mezcla

El organismo gubernamental a cargo de la ejecución de obras con la utilización de la tecnología de emulsiones asfálticas, deberá solicitar anticipadamente al Contratista los siguientes documentos que amparen el proyecto en particular a ejecutarse:

Reporte Técnico de Laboratorio para Diseño de Mezcla

Tabla No. 1: Análisis y Evaluación de los Agregados Triturados Propuestos

Tabla No. 2: Análisis y Evaluación de la Emulsión Propuesta

Tabla No. 3: Resultado del Diseño de Mezcla

405-7.6 Medición.- Las cantidades a pagarse por la construcción de la capa de sello de mortero asfáltico, serán los metros cuadrados de superficie terminada, y aceptada.

405-7.7 Pago.- Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios señalados en el contrato para el rubro designado a continuación.

Este precio y pago constituirán la compensación total por la preparación de la superficie a sellarse, la producción y suministro de los agregados, el suministro de la emulsión asfáltica, aditivos, el mezclado, transporte, distribución y compactación del sello de mortero asfáltico; así como 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

405-7.1 Capa de sello de mortero asfáltico.....Metro cuadrado (m²)

405-8. Pavimento de Hormigón de Cemento Portland.

405-8.01. Descripción.- Este trabajo consistirá en la construcción de una capa de rodadura constituida por una losa de hormigón de cemento Portland, con o sin inclusión de aire, con o sin dispositivos de transferencia de carga, con o sin armadura de refuerzo, de acuerdo con lo especificado en los planos, disposiciones especiales y documentos contractuales.

La losa de hormigón se construirá sobre una subrasante conformada y compactada o sobre una subbase, preparadas de acuerdo con los documentos contractuales y las instrucciones del Fiscalizador. Podrá ser construida empleando moldes laterales fijos o deslizantes, a opción del contratista.

Si el contrato lo estipula, se podrá colocar una capa de rodadura de mezcla asfáltica con agregados finos sobre la losa de hormigón hidráulico.

El hormigón de cemento Portland será de la clase "A" y deberá cumplir con las exigencias de la Sección 801, salvo que en los documentos contractuales se especifique otra clase de hormigón, en cuyo caso deberá cumplir con los requisitos establecidos para la clase especificada.

405-8.02. Materiales.- Los agregados que se utilizarán en la preparación del hormigón tipo "A" para el pavimento, deberán cumplir con los requerimientos de la Sección 803, y su granulometría estará determinada en el contrato en base a los límites establecidos en la misma sección.

El cemento Portland podrá ser de tipo I o II y deberá cumplir los requisitos correspondientes establecidos en la Sección 802.

El agua que se utilice en la mezcla y en el curado, deberá estar acorde con las exigencias constantes en la Sección 804.

De utilizarse aditivos para la preparación del hormigón, éstos deberán cumplir los requisitos de la Sección 805.

Las barras de acero de refuerzo o la malla que se utilice para el mismo objeto; así como los pasadores y barras de unión, cumplirán las exigencias establecidas en la Sección 807.

El material de relleno para juntas de expansión será premoldeado y sus características serán establecidas en el contrato. El material para el sellado de las juntas deberá satisfacer las exigencias de la Sección 806.

Los materiales que se usen para el curado de la losa de hormigón, deberán satisfacer las especificaciones indicadas en la subsección 801-4.

405-8.03. Equipo.- El Contratista deberá emplear en estos trabajos todo el equipo necesario para la ejecución eficiente y oportuna de los mismos. El equipo deberá contar con la aprobación del Fiscalizador, y su disponibilidad en la obra dependerá de los procedimientos de trabajo que se empleen para la construcción del pavimento rígido.

Según el caso, el equipo mínimo necesario estará constituido por planta central de dosificación y mezclado, equipo especial de transporte para hormigón, o mezcladoras portátiles con balanzas para dosificación, o planta central de dosificación y camiones mezcladores (mixer); máquinas para la distribución, conformación, densificación y compactación y el acabado de la losa, con moldes deslizantes o con moldes fijos laterales metálicos, capaces de soportar el equipo que se desplazará sobre ellos; sierras mecánicas de diamante o abrasivas para cortar adecuadamente las juntas; equipo para abastecimiento de agua en la obra; máquinas apropiadas para el proceso de curado; vehículos para el transporte necesario del cemento y los agregados.

405-8.04. Ensayos y Tolerancias.- El Contratista deberá estudiar los

materiales que se propone emplear en la fabricación del hormigón y deberá preparar la Fórmula Maestra de obra para determinar las dosificaciones con las cuales obtendrá la calidad especificada en el contrato. Esta fórmula deberá ser revisada y aprobada por el Fiscalizador antes de poder iniciar la preparación del hormigón.

Para el ensayo de consistencia (asentamiento) del hormigón, se empleará el método AASHTO T-119.

Para los ensayos de resistencia a la compresión y a la flexión, los cilindros y vigas de hormigón se prepararán, curarán y ensayarán conforme a los métodos AASHTO T-22, T-23, T-97 y T-126.

La resistencia del hormigón para el pavimento deberá estar conforme a los requerimientos del diseño, constantes en las cláusulas del contrato; con las siguientes limitaciones según el caso :

Resistencia especificada a la flexión en el ensayo de carga sobre tres puntos en una viga de 15 x 15 x 50 cm.: M.R. no menor a 4 MPa.

Resistencia especificada a la compresión en cilindros de 15 cm. de diámetro y 30 cm. de altura: f'_c no menor de 28 Mpa.

Se tomarán al menos tres muestras de dos vigas o de dos cilindros por cada 120 m³ de hormigón fundido, para ser ensayados a tres diferentes edades, dependiendo de las características del proyecto.

El contenido de cemento en la mezcla de hormigón se determinará de acuerdo al método AASHTO T-121. Para la determinación del contenido de aire en la mezcla, se utilizarán los ensayos AASHTO T-152 ó T-196.

La verificación de los alineamientos, perfil transversal, dimensiones de la losa y acabado se efectuará en base a los datos indicados en los planos contractuales, con las siguientes tolerancias:

- a) Las cotas de la superficie terminada no deberán variar en más de un centímetro.
- b) El ancho de la superficie medida del eje al borde del pavimento, podrá ser mayor en un centímetro que el ancho señalado en el proyecto.
- c) La pendiente transversal no variará en un valor mayor a $\pm 0.5\%$ de la pendiente del proyecto.
- d) La profundidad máxima de cualquier depresión en la superficie del pavimento, colocando una regla metálica de 3 metros de longitud a intervalos de 2 metros, en forma paralela y transversal al eje del camino, no será mayor a 0.5 centímetros.

- e) Los espesores medidos podrán ser inferiores en un máximo de 5 milímetros en relación al espesor especificado contractualmente, pero en ningún caso el promedio del 80% de las mediciones efectuadas será inferior al espesor estipulado.

La determinación de los espesores se efectuará por medio de nivel fijo, tomando puntos sobre el eje y los costados en la superficie terminada que recibirá el hormigón, y luego se volverán a nivelar los puntos correspondientes en la superficie de la losa de hormigón.

Las resistencias características a la flexión en el ensayo de carga de tres puntos en una viga según Norma INEN 198 tendrán un valor promedio mínimo de 3.9 MPa. Se obtendrán cilindros de hormigón para realizar ensayos a la compresión con el fin de correlacionar estos resultados con los obtenidos en los ensayos a flexión .

405-8.05. Procedimientos de trabajo.

405-8.05.1.Trabajos previos.- Antes de iniciar la construcción del pavimento de hormigón rígido, la subrasante o subbase deberá estar terminada de conformidad con los requerimientos contractuales, y deberá ser limpiada de cualquier material extraño. Se revisará que las obras de drenaje se hallen funcionando correctamente.

Antes de empezar la distribución del hormigón sobre la subrasante o subbase, ésta deberá ser revisada meticulosamente por el Fiscalizador, con especial cuidado en la compactación de los rellenos sobre las obras de arte, luego de lo cual será humedecida uniformemente, evitando cualquier exceso. La distribución del hormigón para la losa se iniciará después de que la subrasante se encuentre a satisfacción del Fiscalizador, y éste haya emitido su autorización.

Se deberá haber previsto un suficiente abastecimiento de agua de la calidad especificada para cubrir oportunamente todas las necesidades del trabajo, antes de iniciar la operación. De no ser así, el Fiscalizador no autorizará la iniciación del trabajo.

- Colocación de moldes fijos: Los moldes fijos laterales deberán ser colocados con precisión, de acuerdo con los alineamientos y pendientes determinados para la losa. Deberán ser instalados de manera que todo el ancho de su base se halle debidamente apoyada sobre la superficie de la subrasante; dicha base será fijada por medio de estacas metálicas, de una longitud y espaciamiento suficientes para evitar cualquier desplazamiento de los moldes, cuando pasen sobre los moldes las máquinas pavimentadoras. Las secciones de moldes deberán quedar suficientemente entrelazadas, dejando solamente un espaciamiento de unos 3 mm. aproximadamente entre secciones que llevarán junta de expansión.

El contratista deberá disponer y colocar en sitio una suficiente cantidad de moldes laterales, para no obstaculizar los trabajos de pavimentación. La cantidad de moldes colocados y aprobados estará de acuerdo con la capacidad de los equipos empleados y con la organización del trabajo, pero en ningún caso deberá ser menor a 150 metros a cada lado de la faja en construcción. Los moldes deberán ser recubiertos con aceite antes de la colocación del hormigón.

El retiro de los moldes, luego de la fundición del hormigón, se efectuará solamente cuando los bordes de la losa no requieran el apoyo de ellos, que en todo caso no será un lapso menor a 12 horas.

- Acero de refuerzo: Cuando se especifique el uso de acero de refuerzo en la totalidad de la losa o al menos en los accesos a estructuras u otros sitios determinados en los planos, el proyecto deberá fijar el tipo, diámetro, espaciamiento y posición del acero.

El acero de refuerzo especificado deberá estar limpio y libre de óxido o de cualquier material extraño que podría perjudicar la adherencia del hormigón. Las barras de refuerzo deberán ser mantenidas en posición, por medio de pequeños dispositivos que se incorporen al hormigón y que eviten el desplazamiento de las barras durante las operaciones de fundición y fraguado. Los dispositivos podrán ser cubos de cemento o piezas metálicas construidas especialmente para este propósito.

Según el caso, la armadura podrá ser fijada en posición antes de la colocación del hormigón, o ser colocada durante la fundición por medios mecánicos o vibratorios.

405-8.05.2.Dosificación, mezclado y fundición.- Las cantidades de los agregados, cemento y agua serán fijadas en la fórmula maestra de obra y autorizadas por el Fiscalizador y los métodos para la dosificación estarán acordes con lo especificado al respecto en la Sección 801.

La colocación del hormigón en obra deberá ser continua y no podrá ser interrumpida más de 30 minutos entre la colocación de dos cargas, ya que en este caso el Contratista deberá formar una junta de construcción a su costo, antes de continuar el vaciado del hormigón. Sin embargo la distancia mínima entre dos juntas no será menor a tres metros; de tal manera que, si por cualquier razón se suspendiera la colocación después de una junta de contracción o de expansión a una distancia inferior a la indicada, se deberá retirar el hormigón recién colocado hasta la junta existente, salvo el caso de uso de aditivos que permitan la continuación del hormigonado.

El vaciado del hormigón preparado se efectuará directamente del equipo de transporte, de la mezcladora o de la cubeta móvil, y se distribuirá de manera de lograr un avance uniforme y con el espesor fijado en todos los puntos.

A menos que se disponga de otra manera en el contrato, el pavimento rígido será

construido en fajas de 3.65 m de ancho; sin embargo de lo cual el contratista podrá, si así lo desea, construirlo íntegramente en el ancho de dos o más carriles, con las juntas longitudinales de construcción correspondientes entre los carriles adyacentes.

El hormigón deberá colocarse mientras esté fresco, y no se permitirá el uso de agua para reamasar el hormigón parcialmente endurecido. Si el Fiscalizador encuentra porciones de hormigón preparadas con materiales no aprobados o en proporciones diferentes a las especificadas, incluyendo un exceso de agua, dichas porciones deberán ser retiradas de la obra a costa del Contratista.

Durante la fundición del hormigón, el Contratista deberá tomar especial cuidado en proteger y mantener en su lugar los dispositivos de transferencia de cargas y el material de relleno de juntas,

El Contratista deberá proteger el hormigón fresco recién colocado para evitar daños por cualquier causa, y en caso de producirse, serán reparados a su cuenta y costo, excepto cuando estos daños sean producidos por derrumbes o deslizamiento imprevistos.

405-8.05.3.Distribución, conformación y apisonado.-

- a) Utilizando moldes fijos: El hormigón será esparcido uniformemente por medio de una distribuidora mecánica, y será vibrado, emparejado y apisonado por máquinas adecuadas, que sean aprobadas por el Fiscalizador. El hormigón será vibrado por medio de vibradores superficiales o por vibradores de inmersión colocados en la cercanía de los moldes, o por cualquier método de vibración que produzca resultados satisfactorios. Los vibradores no deberán entrar en contacto con los dispositivos de transferencia de cargas, los moldes o la subrasante.

La posición de las reglas de enrasado de la terminadora deberá ser tal que después de las operaciones de emparejamiento, apisonamiento y acabado, la superficie de la losa quede densa, uniforme y con pendientes y perfil transversal especificados.

La parte superior de los moldes o de los pavimentos adyacentes y la superficie de contacto de las orugas o ruedas de la máquina emparejadora-apisonadora, serán mantenidas siempre limpias, y el avance será uniforme para evitar cualquier deformación de la superficie del pavimento.

Durante cada pasada de la máquina deberá mantenerse un rollo de hormigón adelante y en todo el ancho del pavimento, excepto cuando se forme una junta de expansión. El propósito de este procedimiento es que el equipo produzca una superficie que no requiera sino mínimas remociones de material, cuando se realicen las operaciones de acabado indicadas más adelante.

Si el Fiscalizador lo autoriza, se podrá también efectuar estas operaciones de distribución, conformación y apisonamiento en forma manual, usando reglas vibradoras y vibradores portátiles de inmersión. En este caso, la regla deberá tener la longitud suficiente para cubrir el ancho de la losa y desplazarse sin dificultad sobre los moldes fijos. Se deberá además cuidar que el avance de la regla sea uniforme para evitar la formación de protuberancias o irregularidades debidas a interrupciones o variaciones de velocidad. Después del paso de la regla vibratoria se deberá correr una plantilla para observar las deficiencias superficiales y corregirlas de inmediato antes de proceder al acabado.

Cuando se coloque un tramo de losa de ancho menor a la anchura de un carril o se construyan áreas de forma irregular, en las cuales no sea posible usar las máquinas indicadas, se podrá distribuir y conformar el hormigón por métodos manuales, con la ayuda de vibradores de inmersión móviles y reglas de madera gruesa con las cuales se enrasará y apisonará el hormigón. Las operaciones manuales deberán conseguir una superficie densa, uniforme y con el perfil transversal requerido. En todo caso, las reglas que se utilicen deberán ser de una longitud mayor al ancho del área por pavimentarse, para que se deslice sin dificultad sobre los moldes laterales.

- b) Utilizando moldes deslizantes: El equipo que trabaje con moldes deslizantes deberá esparcir, emparejar, densificar y efectuar el acabado del hormigón recién colocado, de tal manera que en una sola pasada de la máquina el pavimento quede prácticamente terminado, de acuerdo con las alineaciones, pendientes y perfiles transversales del proyecto, requiriendo solamente el acabado superficial manual.

El hormigón será distribuido uniformemente y sin demora hasta su posición final; será densificado en todo el ancho y profundidad de la faja que se pavimente, utilizando vibradores internos aprobados por el Fiscalizador.

Los moldes se deberán extender atrás del tren de pavimentación una distancia suficiente como para que el hormigón se fragüe a tal grado que no desplace, y para que el acabado sea efectuado mientras el hormigón todavía se encuentre encerrado en los moldes.

Cuando se deba construir la losa en áreas pequeñas, no accesibles al equipo, se procederá de acuerdo a lo establecido en el último párrafo del numeral (a) inmediatamente anterior.

405-8.05.4.Requisitos para las juntas.-

- a) Generalidades: Las juntas serán del diseño mostrado en los planos y serán construidas en los sitios indicados en ellos o en los lugares

señalados por el Fiscalizador. Tanto las juntas longitudinales como transversales deberán ser construidas en forma perpendicular a la superficie del pavimento; las longitudinales serán paralelas al eje, y las transversales perpendiculares al mismo o en algunos casos al ángulo señalado en los planos.

Antes de que el pavimento sea abierto al tránsito, y una vez concluido el período de curado, las juntas que deban sellarse deberán llenarse con el material asfáltico aprobado para tal uso. Las juntas deberán estar cuidadosamente limpias y el material sellado será vertido sin derramarlo sobre el pavimento. El Contratista deberá retirar y limpiar cualquier exceso.

- b) Barras de unión y Pasadores: Se colocarán barras de unión a través de las juntas longitudinales y transversales de construcción, en forma perpendicular a ellas y asegurándolas firmemente en su posición por medio de soportes y ataduras aprobados por el Fiscalizador, y de acuerdo a lo indicado en los planos. Las barras deberán hallarse limpias y sin ningún recubrimiento. Cuando se construyan por separado fajas adyacentes del pavimento, las barras podrán atravesar el molde que separa las fajas o podrán ser dobladas contra él, para luego ser enderezadas a su posición final, antes de colocar el hormigón de la otra faja.

Cuando los planos lo indiquen, se colocarán en las juntas transversales de contracción, conjuntos de pasadores para la transferencia de cargas. Cada conjunto comprenderá el pasador, sus manguitos y un elemento aprobado para el espaciamiento y apoyo de los mismos. La mitad del largo de cada pasador será recubierta con una capa de asfalto u otro material que impida la adherencia del hormigón con esta parte del pasador.

Los elementos de apoyo deberán ser de tal diseño y construcción que mantengan a los pasadores perfectamente alineados, tanto vertical como horizontalmente, dentro de una tolerancia de 3 milímetros. El diseño y la colocación del conjunto con sus apoyos deberán ser aprobados por el Fiscalizador, antes de iniciar la colocación del hormigón en la cercanía de la junta correspondiente.

- c) Juntas transversales de construcción: Estas juntas serán del tipo escalonado, con barras de unión, y deberán practicarse cuando se produzca una interrupción en la fundición del hormigón de más de 30 minutos. No deberán construirse juntas transversales de construcción a una distancia menor a 3 metros de una junta de expansión o de contracción, como se indicó en el numeral 405-8.05.2.
- d) Juntas transversales de expansión: Estas juntas se formarán con fajas de material de relleno premoldeadas, aprobadas por el Fiscalizador, a los

intervalos designados en los planos, y perpendiculares a la superficie del pavimento y al eje longitudinal del mismo. Las juntas deberán formar una línea continua, que se extienda a todo el ancho del pavimento, a fin de asegurar una separación completa entre losas contiguas. El material premoldeado se sujetará en posición vertical mediante dispositivos adecuados, y será colocado de tal manera que el borde superior quede a una distancia de 2 ó 3 centímetros de la superficie. Luego de curado el hormigón, se llenará éstas ranuras con el material sellante aprobado, hasta llegar aproximadamente a un centímetro por debajo de la superficie de la losa.

Cuando lo indiquen los planos, se colocarán a través de la junta de expansión un conjunto de pasadores para la transferencia de cargas. El conjunto deberá conformar con los requisitos anotados en el acápite (b), incluyendo un manguito o camisa metálica protectora en la porción recubierta del pasador.

- e) Juntas de contracción (simuladas): Las juntas simuladas longitudinales y transversales podrán formarse introduciendo en el hormigón, al momento de la fundición, una faja de plástico o de otro material inactivo, de las dimensiones apropiadas, o podrán practicarse luego en el hormigón recién fraguado por medio de sierras apropiadas para el efecto. Estas tendrán un alineamiento correcto, conforme a los señalado en los planos, con una tolerancia de 5 milímetros en 3.50 metros.

Las juntas cortadas a sierra tendrán una profundidad entre 5 y 8 centímetros; el ancho de la ranura no deberá ser mayor a 6 milímetros.

Cuando los planos indiquen un espaciamiento entre las juntas transversales de contracción de 4 a 6 metros, se cortará a sierra la primera y la cuarta junta pasada una junta de construcción, dentro de las 24 horas después de la fundición del hormigón. Luego se cortará la segunda junta entre las 24 y 48 horas después de la fundición, y las demás juntas transversales y longitudinales se cortarán en cualquier momento después de las 24 horas de la fundición del hormigón.

Si los planos indican una distancia entre las juntas transversales de contracción de 6 a 15 metros, el aserrado de las juntas se efectuará cuando lo indiquen los planos contractuales.

En caso de que el espaciamiento de estas juntas transversales de contracción esté indicado en los planos entre 15 y 18 metros, se aserrará cada segunda junta dentro de las 24 horas después de fundido el hormigón, y las demás juntas en cualquier momento después de las 24 horas mencionadas.

En todo caso, sin que influya el espaciamiento de las juntas simuladas, todas ellas deberán ser cortadas antes de permitir la circulación de

vehículos sobre la losa. De cualquier manera, se deberá revisar la secuencia y tiempos del aserrado de las juntas, si se produjeran fisuras prematuras en el pavimento.

En caso de que el Contratista emplee el método de formar las juntas con fajas de plástico, en vez de aserrarlas, se deberán colocar fajas de 5 cm. de alto y 3 mm. de espesor en forma continua a fin de que no se interrumpa la junta. La faja de plástico u otro material inerte se colocará perfectamente perpendicular a la superficie de la losa y con el borde superior con una distancia máxima de un centímetro por debajo del nivel del pavimento. El momento de la fundición y vibración del hormigón se tomará especial cuidado que no se desplace la faja y el hormigón quede denso, homogéneo y sin segregación.

Cuando se fundan fajas de pavimento de ancho mayor a un carril, el Contratista podrá también formar las juntas de contracción con el empleo de fajas plásticas en vez de aserrarlas. En este caso, tomará especial cuidado en el empalme de las fajas para que la junta no se interrumpa, y asimismo deberá cumplir los requisitos de colocación y cuidado del hormigón indicados para las juntas transversales.

405-8.05.5.Acabado de la losa del pavimento.-

1) Acabado preliminar: La colocación, distribución y conformación del hormigón se efectuará durante el período de luz diurna o utilizando una adecuada instalación eléctrica para lograr una correcta iluminación.

Si el Contratista realiza el trabajo utilizando moldes fijos, deberá emplear, para el acabado preliminar de la superficie, cualquiera de los métodos que se detallan a continuación:

- a) La superficie del hormigón será terminada de acuerdo con las alineaciones y perfil transversal, utilizando una máquina alisadora autopropulsada y diseñada para movilizarse sobre los moldes laterales.

El número de estas máquinas será suficiente para que el alisado del hormigón recién colocado pueda efectuarse sin interrupción, mientras continúa la fundición de la losa. En todo caso, este trabajo no deberá dilatarse más de 30 minutos después de la fundición, y de no existir una correlación de las máquinas necesarias, se deberá suspender la preparación del hormigón mientras no se cumpla este requisito.

Las máquinas alisadoras deberán corregir todas las desigualdades y extender y alisar uniformemente la superficie, de manera de producir una textura uniforme. Su operación será efectuada a la velocidad recomendada por el fabricante a fin de obtener los mejores resultados. Su diseño será tal que cumpla con los requisitos de acabado especificados para los pavimentos rígidos y su utilización deberá ser

aprobada por el Fiscalizador.

- b) El Contratista podrá realizar el trabajo de acabado preliminar utilizando dos reglas alisadoras de madera en vez de la máquina autopropulsada. Estas reglas serán de madera resistente; tendrán una longitud mayor que el ancho de la faja de hormigón para que se apoyen sobre los moldes laterales, y un ancho de 10 a 15 cm.; estarán construidas rígidamente, para formar y mantener una superficie plana y uniforme.

Cada regla será operada desde afuera del pavimento y el número de pasadas será el necesario para corregir todas las irregularidades de la superficie, hasta obtener una textura lisa y uniforme. Este trabajo será realizado inmediatamente detrás de la fundición y mientras el hormigón se halle todavía plástico y trabajable. En el caso de realizar el trabajo utilizando moldes deslizantes, luego de que se haya realizado el acabado preliminar del hormigón por medio de los dispositivos de las mismas máquinas de pavimentación, e inmediatamente detrás del avance de la fundición del hormigón, el Contratista deberá chequear el perfil de la losa y, en caso necesario, corregir cualquier deformación existente, utilizando reglas manuales como se indicó en el párrafo anterior.

Una vez concluido el acabado preliminar con cualquiera de los métodos anteriormente especificados, y en el caso de que aparecieran trizaduras capilares sobre la superficie de la losa, el Contratista deberá aplicar agua en forma de fina llovizna hasta completar el acabado y proceder al curado del hormigón.

- 2) Acabado final: Cuando el acabado preliminar se haya terminado, el Fiscalizador comprobará la exactitud del perfil transversal de la superficie, mediante el empleo de plantillas, y exigirá la corrección de cualquier desviación mayor a 5 mm. De inmediato el Contratista procederá a dar a la superficie una textura estriada, mediante el empleo de escobas de bejuco o trozos de arpillera o cualquier otro método que permita obtener una superficie uniformemente rugosa, con estriados de una profundidad no mayor a 1.5 mm.

Se concluirá este trabajo redondeando los bordes del pavimento a un radio de 1 cm., lo mismo que los bordes de las juntas transversales de expansión y de construcción y los de la losa adyacente a un pavimento existente, con un radio de 5 mm.

405-8.05.6.Curado.- Una vez concluidas las operaciones de acabado de la losa en la forma especificada arriba, y a satisfacción del Fiscalizador, se procederá al curado del hormigón, cuidando de no estropear la superficie del pavimento.

Los moldes laterales fijos no se retirarán hasta que haya transcurrido al menos

un período de 24 horas, luego de lo cual, una vez retirados los moldes, se completará el curado total de la losa, incluyendo los bordes; de encontrar pequeñas deficiencias en el hormigón al retirar los moldes fijos, se deberán efectuar en primer lugar todas las reparaciones necesarias y de inmediato proceder al curado.

El curado podrá llevarse a cabo por cualquiera de los métodos descritos a continuación:

- a) **Membrana impermeable pigmentada:** La superficie del hormigón será cubierta uniformemente con una solución de curado aprobada, que cumpla los requisitos especificados en el numeral 801-4.03. La rata de aplicación será fijada por el Fiscalizador, pero en general estará por 1.6 litros por metro cuadrado. Esta solución se aplicará de acuerdo con lo recomendado por el fabricante, y de manera que el pavimento quede uniformemente cubierto con una película continua y uniforme, que endurecerá dentro de pocos minutos, formando una membrana completa de recubrimiento que impida la evaporación inmediata del hormigón. Esta aplicación deberá ser efectuada en forma inmediata al acabado final de la superficie, para evitar agrietamientos debidos al secado y contracciones del hormigón.
- b) **Láminas impermeables:** La superficie del pavimento será humedecida rociando agua uniformemente hasta que el hormigón comience a endurecer. Luego se cubrirá toda la losa con láminas de polietileno o de papel impermeable que impidan la evaporación. Estas láminas se colocarán con un traslape de al menos 10 cm. y la parte sobrepuesta será adherida con pega, para formar una junta cerrada e impermeable. Se mantendrán en posición, cubriendo todo el hormigón fresco, por un lapso no menor a 72 horas, período en el cual se cuidará de conservar intactas y en su sitio todas las láminas, o de repararlas de inmediato en caso de alguna rotura.
- c) **Esteras:** Se cubrirá todo el hormigón con esteras fabricadas de fibra vegetal (cáñamo, totora, algodón) y se las mantendrá saturadas, mediante el rociado de agua que sea necesario, hasta completar al menos un período de curado de 72 horas.

405-8.05.7. Protección del hormigón fresco.- El Contratista deberá colocar barreras adecuadas y señales de tránsito y, si es del caso, empleará vigilantes para evitar el tránsito vehicular sobre el pavimento recién construido, hasta que el Fiscalizador autorice su apertura al tránsito. Si fuere imprescindible que los vehículos crucen el pavimento, el Contratista deberá construir por su cuenta pasarelas adecuadas, que permitan esta circulación en los sitios necesarios, sin causar daños a la losa.

Si por falta de dispositivos de advertencia y defensa del pavimento ocurrieren daños debido al tránsito incontrolado, las reparaciones serán por cuenta del

Contratista y serán realizadas de manera satisfactoria a juicio del Fiscalizador.

La nueva obra no se abrirá al tránsito sino cuando el Fiscalizador lo autorice, en base a los resultados obtenidos de la rotura de los cilindros y vigas confeccionados y ensayados de acuerdo a lo especificado en el numeral 405-8.04. De todas maneras, en ningún caso se permitirá el tránsito vehicular antes de haber transcurrido un período de 14 días después de la colocación del hormigón. Previamente a la apertura, el pavimento deberá limpiarse y todas las juntas estarán selladas.

405-8.06. Medición.- Las cantidades a pagarse por la losa de hormigón para el pavimento rígido, construida en concordancia con los documentos contractuales y aceptada por el Fiscalizador, será el volumen efectivamente realizado y medido en metros cúbicos, en base al área calculada como la proyección de la superficie del pavimento en un plano horizontal, y al espesor promedio medido y aceptado por el Fiscalizador.

Las cantidades a pagarse por el suministro y colocación del acero de refuerzo, serán los kilogramos de barras de acero para refuerzo o los metros cuadrados de la malla de acero efectivamente colocados en la obra. La medición para el pago se efectuará de acuerdo con lo especificado en la subsección 504-5.

La longitud a pagarse por las juntas de contracción (simuladas) transversales será la longitud realmente aserrada o formada, medida en metros lineales. No serán objeto de medición para el pago las juntas longitudinales de contracción ni las juntas transversales de expansión y construcción.

No se medirán para el pago ni las barras de unión ni los conjuntos de pasadores para la transferencia de cargas, usados en las juntas.

No serán objeto de pago ni el agua utilizada para la mezcla y el curado, ni los demás materiales que se usen en el curado, ni los trabajos de protección.

405-8.07. Pago.- Las cantidades de obra determinadas de acuerdo con el numeral anterior, serán pagadas a los precios contractuales para los rubros designados a continuación.

Estos precios y pago constituirán compensación completa por la preparación, transporte y suministro de los agregados; transporte y suministro del cemento; preparación, colocación, distribución, conformación, acabado y curado del hormigón hidráulico; mantenimiento, preparación, colocación de los moldes; construcción de juntas, su limpieza y relleno; acero de refuerzo, si el proyecto lo determina, y su colocación; así como por mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la operación y completamiento de los trabajos considerados en esta sección.

Nº del Rubro de Pago y Designación

Unidad de Medición

| | |
|--|----------------------------------|
| 405-8 (1) Pavimento de hormigón de cemento Pórtland..... | Metro cúbico (m ³) |
| 405-8 (2) Acero de refuerzo..... | Kilogramo (kg) |
| 405-8 (2) Malla de refuerzo..... | Metro cuadrado (m ²) |
| 405-8 (3) Juntas simuladas..... | Metro Lineal (ml) |

405-9 Pavimento de Hormigón Compactado con Rodillo (HCR) y de Hormigón Compactado con Pavimentadora (HCP)

405-9.1 Descripción.-El pavimento de hormigón compactado con rodillo o compactado con pavimentadora, consiste en una capa de rodadura constituida por una losa de hormigón con muy poco contenido de agua, cuya densificación se obtiene mediante el uso de rodillos compactadores mecánicos o de pavimentadoras con reglas de alto poder de compactación, de acuerdo con lo especificado en los planos, disposiciones especiales y documentos contractuales.

Este tipo de pavimento se construye sobre una sub-base conformada y compactada, preparada de acuerdo con los documentos contractuales y las instrucciones del Ingeniero Fiscalizador. Podrá ser construido empleando moldes laterales fijos o deslizantes, a opción del contratista. El empleo de moldes no es necesario si se usan pavimentadoras con precompactación.

El hormigón utilizado, para este tipo de trabajo, debe cumplir con las exigencias de la presente especificación, salvo que en los documentos contractuales se indiquen disposiciones especiales, en cuyo caso deben cumplirse los requisitos establecidos en estas últimas disposiciones.

405-9.2 Materiales

405-9.2.1 Cemento

a.- El cemento Portland que se utilice en la mezcla deberá tener, preferentemente mínima retracción, bajo calor de hidratación y elevada resistencia a largo plazo, que contrarresten el fenómeno de fatiga; así mismo deberá cumplir con los requisitos de calidad impuestos por las normas INEN correspondientes.

b.- Cuando el Proyecto o el Entidad Contratante no indiquen el tipo de cemento que se debe usar, se entenderá que se trata de cemento Portland tipo 1P.

c.- Se podrán incorporar como aglomerantes adiciones minerales tales como cenizas volantes, humo de sílice, puzolana, etc., siempre que se verifique mediante ensayos que no se alteran las propiedades del hormigón, ni se originan reacciones desfavorables.

405-9.2.2 Agregados

- a.-** Los agregados se clasificarán en agregados finos, menores que 4,76 mm (Nº.4), y agregados gruesos, mayores que 4,76 mm.
- b.-** Para garantizar la alta calidad de los hormigones a usarse en estos pavimentos, los materiales que constituyen las fracciones tanto de los agregados gruesos como de los finos, deberán ser resistentes, duros, estables, limpios y libres de materia vegetal y de exceso de partículas alargadas o planas, así como de arcilla u otro material inconveniente. Deben cumplir con las características físicas de la norma INEN 872 (ASTM C 33).
- c.-** Los agregados se obtendrán de las minas o canteras indicadas por los documentos contractuales y/o por el Ingeniero Fiscalizador, o de las propuestas por el contratista y aprobadas por la Entidad Contratante.
- d.-** La granulometría de los agregados, finos y gruesos combinados deberá ser continua y cumplirá con los requisitos de graduación que se indica en la tabla 1.1.
- e.-** Cuando los agregados no cumplan con todos los requisitos especificados, se podrán emplear si estudios completos de laboratorio demuestran que con similares relaciones agregado / cemento se puede obtener HCR de la calidad exigida, apto para satisfacer tanto las características del pavimento como las condiciones de durabilidad.

| Tabla 1.1 Granulometría | | |
|--------------------------------|-----------------|-----------------------------------|
| Tamiz | | % que pasa (acumulado) |
| Mm | pulgadas | |
| 25,4 | (1) | 100 |
| 19,1 | (3/4) | 84-100 |
| 12,7 | (1/2) | 73-91 |
| 9,5 | (3/8) | 62-81 |
| 4,76 | (No.4) | 51-69 |
| 2,38 | (No.8) | 39-58 |
| 1,19 | (NO.16) | 29-48 |
| 0,595 | (No.30) | 20-38 |
| 0,296 | ((No.50) | 12-29 |
| 0,149 | (No.100) | 7-20 |
| 0,074 | (No.200) | 2-10 (*) |

(*) El porcentaje menor a 75 micras (tamiz No. 200) puede llegar al 15 % en la arena siempre y cuando se trate de arena triturada.

405-9.2.3 Agregados finos

a.- El agregado fino podrá estar constituido por arena manufacturada por trituración, arena natural o por una mezcla de ambos materiales. La arena manufacturada deberá provenir de rocas sanas y durables, que cumplan los requisitos de calidad necesarios para obtener un hormigón de las características exigidas.

b.- Los agregados finos cumplirán con lo indicado en la norma INEN 872 (ASTM C 33) . El uso de materiales pasantes por el tamiz 75 μ m (No.200), si no son plásticos, resulta beneficioso porque reduce el porcentaje de vacíos de la pasta. Sin embargo, su efecto en el hormigón fresco o endurecido debe ser evaluado en el estudio del diseño de la mezcla.

405-9.2.4 Agregados gruesos

a.- El agregado grueso puede estar constituido por roca triturada, grava triturada o por una mezcla de ambos materiales. El agregado grueso triturado

deberá provenir de rocas y/o gravas sanas y durables, que cumplan los requisitos de calidad necesarios para obtener un hormigón de las características exigidas.

b.- Los agregados gruesos cumplirán con lo indicado en la INEN 872 (ASTM C 33). En caso que el agregado grueso contenga material que reaccione perjudicialmente con los álcalis del cemento, la Entidad Contratante se reserva el derecho de realizar todos los estudios que consideren necesarios, antes de aprobarlos o rechazarlos definitivamente.

c.- A fin de minimizar la segregación durante el transporte y colocación del hormigón y de conseguir texturas de pavimento adecuadas, el tamaño nominal máximo del agregado no debe exceder de 19 mm (3/4").

405-9.2.5 Agua

a.- El agua que se utilice en la mezcla o en el curado, deberá cumplir los requisitos indicados en la sección 804 de las especificaciones MOP-001-F-2000.

El agua a emplearse deberá ser aprobada por el Fiscalizador; será limpia, libre de impurezas y carecerá de aceites, álcalis, ácidos, sales, azúcar y materia orgánica. Se podrá emplear agua potable.

El agua podrá contener como máximo las siguientes impurezas por porcentaje:

| Impurezas | Porcentaje |
|------------------|-------------------|
|------------------|-------------------|

| | |
|--|------|
| Alcalinidad calculadas en términos de carbonato de calcio. | 0,05 |
| Sólidos orgánicos total. | 0,05 |
| Sólidos inorgánicos total. | 0,05 |

405-9.2.6 Aditivos

a.- Se podrá utilizar un retardador de fraguado que permita obtener un plazo adecuado de trabajabilidad del hormigón, a la temperatura y más condiciones ambientales previstas al momento de su colocación, de acuerdo con las características especiales de cada obra.

b.- El empleo de otros aditivos deberá ser aprobado por el Ingeniero Fiscalizador.

405-9.3 Diseño de mezclas

Los procedimientos para determinar las proporciones de las mezclas, así como sus propiedades, difieren entre el HCR/HCP y el hormigón convencional, debido a la relativa mayor consistencia del HCR/HCP y al uso en su preparación de granulometrías no convencionales.

Las principales diferencias en la proporción de las mezclas para pavimentos en HCR/HCP y en hormigón convencional son las siguientes:

- * El HCR/HCP usualmente no tiene aire entrampado.
- * Tiene un menor contenido de agua
- * Tiene un menor contenido de pasta
- * Requiere un mayor contenido de agregado fino para producir una combinación de agregados bien graduada y estable bajo la acción de los rodillos vibratorios.
- * Tiene un tamaño nominal máximo de agregados no mayor de 19 mm a fin de minimizar la segregación y producir una textura superficial adecuada.

Para efectos de diseño se distingue del suelo cemento y de las bases tratadas con cemento, por usar agregados de alta calidad y un contenido de cemento mayor.

Para poder ser consolidado con eficiencia debe ser lo suficientemente seco para soportar el peso y el efecto de los rodillos vibratorios, pero por otra parte debe tener el suficiente contenido de humedad para permitir una adecuada distribución de la pasta a través de la masa durante las operaciones de mezclado y compactación.

La apariencia de un hormigón diseñado para ser compactado mediante rodillos vibratorios difiere de la de un hormigón que tenga un asentamiento medible en el cono de Abrams. A pesar de que el HCR/HCP no presenta evidencia visible de pasta de cemento cuando no está compactado, debe tener suficiente volumen de pasta para llenar todos los espacios vacíos de la masa de agregados.

Existen algunos procedimientos para diseñar las mezclas de HCR/HCP, los cuales pueden ser agrupados en dos categorías:

- 1) Dosificación usando pruebas de consistencia del hormigón. VeBe Modificado (ACI211.3).
- 2) Dosificación usando pruebas de compactación de suelos. Proctor Modificado (ASTM D 1557)

Para efectos de estas especificaciones técnicas se considera necesario el uso del método 1) a base de la determinación de la consistencia del hormigón.

405-9.4 Método de dosificación según la determinación de la consistencia del hormigón

Debe determinarse primero los parámetros que intervienen en el diseño, estos son: contenido de agregados, contenido de cemento y contenido de agua. En cuanto al contenido de agregados éste debe cumplir con la gradación sugerida en la Tabla 1.1. Aproximadamente se conoce que con arena y agregado grueso que cumplan norma ASTM C 33, sus proporciones se reparten en 60 y 40%, respectivamente.

Las mezclas de estos hormigones deben contener suficiente volumen de pasta cementicia (cemento y agua) para llenar los vacíos internos presentes en el arreglo granular. La relación de volumen de pasta a volumen de mortero afecta tanto a la facilidad de compactación de la mezcla como a la textura superficial del pavimento. Experiencias de laboratorio sugieren empezar con contenidos de cemento entre 200 y 300 kg/m^3 y humedades entre 6 y 7%, este último parámetro depende de la absorción de los agregados.

La consistencia de la mezcla de prueba se evaluará en tiempo VeBe según la norma ASTM C 1170 y el tiempo óptimo estará comprendido entre 30 y 40 segundos, cuando se utilice el sobrepeso de 22,7 kg descrito en la misma.

Una buena manera de realizar las mezclas de prueba consiste en dejar todos los parámetros fijos para realizar cambios en una sola variable. De esta manera se determinan las mejores condiciones de consistencia y cada parámetro puede ser optimizado para obtener las condiciones deseadas en el hormigón tanto en estado fresco como endurecido.

405-9.5 Diseño de espesores

Por el hecho de que los pavimentos de HCR/HCP tienen un comportamiento similar a los de hormigón convencional, los procedimientos de diseño son aproximadamente iguales.

El diseño de espesores para pavimentos de hormigón convencional se basa en mantener, dentro de límites aceptables, los esfuerzos de tracción por flexión y los daños por fatiga causados por las cargas del tráfico.

La ubicación de las cargas de tráfico sobre el pavimento, tienen una gran influencia sobre los esfuerzos y daños por fatiga en su estructura, que son máximos cuando dichas cargas están ubicadas en los bordes y juntas, y menores cuando están localizadas en el interior del pavimento.

Este mismo principio es considerado en los métodos de diseño para espesores de pavimentos desarrollados por la Portland Cement Association (PCA) y por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos, que, junto con la AASHTO, son los organismos más reconocidos en nuestro medio para diseños de pavimentos.

Métodos de diseño más recientes y probados con materiales locales, han sido desarrollados a fin de tomar en consideración, en la determinación de los espesores de los pavimentos, todas las ventajas que se han encontrado para este tipo de pavimentos.

Las ventajas más importantes sobre el hormigón convencional son:

- *Menor contenido de cemento por su baja relación agua/cemento.
- *Mayores resistencias por su mayor densificación por compactación.
- *Módulo elástico mayor.
- *Módulo de Rotura (tracción por flexión) mayor.
- *Comportamiento a la fatiga mejor.

Quedará a mejor criterio del ingeniero diseñador la selección del método a emplear, debiendo someter a la aprobación de la entidad contratante los resultados del diseño.

405-9.6 Proceso Constructivo

Preparación de la Subrasante y de la Súbase.- Trabajos Preliminares.

La súbase sobre la que se construirá el pavimento deberá cumplir los requisitos exigidos en el proyecto y comprobados por el ingeniero fiscalizador, teniendo especial cuidado en la compactación de los rellenos sobre las obras de drenaje. El ingeniero fiscalizador autorizará las superficies de súbase que se encuentren preparadas para recibir la capa de rodadura. Previamente debe haberse comprobado que la capacidad portante de la súbase es por lo menos igual a la adoptada en el diseño del pavimento.

Antes de iniciar la colocación del hormigón, la superficie de la súbase se humedecerá uniformemente, evitando la acumulación excesiva de agua.

Cuando el proceso constructivo requiera de la colocación de moldes fijos laterales, estos deberán ser instalados con precisión, de acuerdo a los alineamientos y pendientes determinadas en el proyecto. Los moldes deberán ser recubiertos con aceite antes de colocar el hormigón. El retiro de los moldes se efectuará, solamente, cuando se haya completado la compactación de los bordes de la carpa teniendo cuidado con el borde fresco del hormigón.

Cuando se estipule el uso de barras de acero de transferencia de cargas, el proyecto deberá establecer tipo, diámetro, separación y posición del acero. Las barras de acero deberán estar limpias y libres de óxido o de cualquier material que pueda afectar su adherencia.

405-9.6.1 Dosificación, mezclado y transportación

a.- Las cantidades de los agregados, cemento y agua serán fijados mediante el diseño de la mezcla y autorizadas por el Ingeniero Fiscalizador, de conformidad con lo indicado en el numeral 405-9.3 Diseño de Mezclas de estas especificaciones, y el diseño y la fórmula maestra, para el trabajo serán presentadas por el contratista para la aprobación de la fiscalización.

b.- Se podrán utilizar plantas centrales de dosificación y mezclado para hormigón, plantas centrales de dosificación para hormigón, plantas centrales continuas o discontinuas para mezclas asfálticas, o mezcladoras portátiles con balanzas para dosificación.

- c.-** Para el transporte del hormigón de la planta a la obra, se utilizarán camiones de volteo, camiones mezcladores o equipo especial para transporte de hormigón.
- d.-** En el caso de utilizar en el transporte camiones de volteo, el tiempo de transporte-descarga no excederá al 50% del plazo de trabajabilidad establecido en el diseño de la mezcla, contado a partir del momento en que el hormigón se descarga del mezclador.
- e.-** Los camiones de volteo deberán disponer de la debida protección para evitar que, durante el transporte, la acción de los agentes climáticos pueda deteriorar al hormigón.
- f.-** En caso de emplearse para el transporte camiones mezcladores, el tiempo carga-transporte-descarga no excederá al 75% del plazo de trabajabilidad establecido en el diseño de la mezcla, contado a partir del momento en que el cemento entró en contacto con el agua.
- g.-** La colocación del hormigón deberá ser continua y no podrá ser interrumpida por un lapso mayor al 75% del plazo de trabajabilidad establecido; en este caso, el contratista deberá formar una junta de construcción fría antes de continuar con el vaciado del hormigón.
- h.-** El hormigón deberá colocarse mientras este fresco, y no se permitirá la adición de agua para reamasar la mezcla parcialmente endurecida.
- i.-** El contratista deberá proteger el hormigón fresco recién colocado para evitar daños por cualquier causa que, en caso de producirse, serán reparados por su cuenta. Se exceptuará esta responsabilidad, cuando estos daños sean producidos por derrumbes o deslizamientos de tierras imprevistos.

405-9.6.2 Distribución, conformación y compactación

- a.-** La colocación del hormigón se realizará, preferentemente, con pavimentadora para hormigón asfáltico o pavimentadora para hormigón provista de elementos mecánicos que aseguren obtener una correcta distribución y elevada compactación del hormigón. Además, deberán disponer de los medios electrónicos necesarios para efectuar el control automático de la nivelación del pavimento que se coloca. No se permitirá, salvo el caso de una emergencia puntual, el uso de motoniveladora para colocar este tipo de pavimentos.
 - a.1 La colocación del hormigón debe suspenderse cuando la temperatura del aire sea menor de 5° C.
 - a.2 También debe suspenderse cuando una combinación de máxima temperatura ambiental y velocidad del viento puedan ocasionar exagerada pérdida de humedad por evaporación.
- b.-** Para equipo convencional (distribuidora de agregados, pavimentadora para hormigón asfáltico o pavimentadora para hormigón convencional con o sin encofrados deslizantes).

- b.1 El proceso de compactación deberá iniciarse tan pronto como el hormigón haya sido colocado y dependerá del tipo de equipo de distribución utilizado.

Este proceso se ejecutará mediante la siguiente secuencia general:

- ?? Dos pasadas con el rodillo tandem sin vibración.
- ?? El número de pasadas con el rodillo tandem con vibración que se requieran para obtener la densidad especificada. Usualmente son cuatro pasadas.
- ?? Varias pasadas con el rodillo neumático de 10 ó 20 toneladas, (usualmente dos pasadas son suficientes) para cerrar vacíos de la superficie o fisuras presentadas durante la vibración.
- ?? Finalmente cuatro pasadas con el rodillo tandem sin vibración para nivelar cualquier imperfección dejada por el rodillo neumático.

Para efectos de esta secuencia el recorrido de ida y vuelta de los rodillos equivale a dos pasadas.

Esta secuencia recomendada puede ser variada si en lugar de usar vibración en la compactación se efectúa un mayor número de pasadas con el rodillo sin vibración; si se decide no usar rodillos neumáticos para cerrar la superficie, o, si se utiliza pavimentadoras con capacidad de precompactación, en cuyo caso el número de pasadas puede ser sustancialmente reducido.

- b.2 Debe observarse el comportamiento del hormigón fresco bajo la primera pasada del rodillo. Si la consistencia es adecuada el hormigón se deformará uniformemente bajo el paso del rodillo. Si está demasiado húmedo, la superficie aparecerá brillante y pastosa y se notará efecto de bombeo no solo bajo el paso del rodillo sino bajo las pisadas de los trabajadores. Por el contrario, si la mezcla está muy seca, el rodillo no dejará huellas a su paso y la densificación será muy difícil, especialmente en el sector inferior de la capa.

De ocurrir alguno de los casos anteriores deberán hacerse pequeños ajustes en el contenido de agua para conseguir la trabajabilidad requerida, o según el caso, podría necesitarse un nuevo diseño de la mezcla.

- b.3 En el transcurso de la operación de rodillado con vibración, deberá detenerse el modo de vibración antes de detener el avance del rodillo. De no procederse así se podrá presentar una depresión a través del pavimento, difícil de corregir.

- b.4 Al final de cada faja de pavimento el rodillo debe salir por el extremo sin confinamiento, y esto redondea el borde del pavimento. El sector redondeado debe ser removido con sierra para crear una junta vertical, antes de colocar la siguiente faja.
- b.5 El equipo de compactación estará conformado, como mínimo, de un rodillo liso vibratorio pesado, con una carga sobre la generatriz no inferior a tres toneladas por metro, y de un rodillo pesado de neumáticos, cuya carga por rueda no sea inferior a tres toneladas y con una presión de inflado no inferior 0.8 MPa.
- c.- Para pavimentadora vibro-compactadora de alto desempeño. (HCP)
 - * Cuando se utilice este tipo de pavimentadoras no es necesario realizar compactación adicional con rodillos, puesto que la densidad alcanzada debe ser suficiente para asegurar una buena calidad del hormigón y del acabado superficial. En caso necesario podrá completarse la densidad requerida, mediante el uso de rodillos de las características señaladas en b.5.
- d.- Cuando se coloque un tramo de pavimento de ancho menor al de un carril o se construyan áreas pequeñas y de forma irregular, en las cuales no es posible usar la maquinaria, previa autorización del Ingeniero Fiscalizador, se podrá colocar, conformar y compactar el hormigón por métodos manuales usando reglas enrasadoras vibratorias y placas o rodillos compactadores portátiles.
- e.- La colocación, conformación y compactación del hormigón se efectuará durante el período de luz diurna o utilizando una adecuada instalación eléctrica para lograr una correcta iluminación.
- f.- El proceso de compactación deberá quedar totalmente terminado dentro del plazo de trabajabilidad de la mezcla.
- g.- El grado de compactación del pavimento, referido a la densidad máxima de diseño obtenida según ASTM D 1557, no será inferior al noventa y seis por ciento (96%). El HCR ó HCP se considerará aceptable si el promedio de todas las pruebas de densidad no es menor que 96%, siempre que ninguna prueba individual sea menor del 93%.
- h.- El control de compactación se realizará utilizando el densímetro nuclear. Se efectuará una comprobación por cada 500 m² de pavimento, o una por cada faja de construcción.

405-9.6.3 Curado y protección del hormigón

- a.- Terminada la compactación del pavimento de HCR ó de HCP, se procederá de inmediato a su protección mediante la aplicación de un tratamiento de curado.
- b.- Debido al bajo contenido de agua del hormigón, es necesario efectuar un cuidadoso proceso de curado, manteniendo húmeda la superficie del pavimento, a fin de que pueda desarrollar la resistencia de diseño y para prevenir desprendimientos de la superficie endurecida.
- c.- Debe usarse durante el primer día un camión tanquero con barra esparcidora de agua. En los subsiguientes seis días debe mantenerse la superficie húmeda mediante cualquier procedimiento que demuestre su eficacia, como rocío de agua con boquillas, uso de tanqueros de agua o arena saturada. La aplicación de una capa de emulsión asfáltica ha sido utilizada con éxito en Europa para el curado del hormigón. Este procedimiento ha sido probado localmente y puede ser también utilizado, especialmente cuando se desea abrir el tráfico tan pronto como las juntas hayan sido aserradas, a fin de proteger la superficie de la abrasión
- d.- Las prácticas de protección que se deben adoptar en la colocación de pavimentos de hormigón convencional, cuando las temperaturas ambientales son mayores de 30°C o menores de 5°C o con ambientes muy secos o con mucho viento, también deben tomarse en el caso del HCR o del HCP.
- e.- El contratista deberá colocar barreras adecuadas, señales de tránsito y/o vigilantes hasta que el Ingeniero Fiscalizador autorice la apertura al tránsito.
- f.- Cuando por falta de dispositivos de advertencia y defensa del pavimento, ocurrieren daños debido al tránsito incontrolado, las reparaciones serán por cuenta del contratista y serán realizadas a juicio del Ingeniero Fiscalizador.
- g.- En ningún caso se permitirá el tránsito vehicular antes de haber aserrado las juntas transversales de contracción.

405-9.6.4 Ejecución de juntas

Juntas Transversales de contracción

- a.- Las juntas serán construidas de acuerdo al diseño, dimensiones y separación que indiquen los planos.
- b.- Las juntas deberán construirse aserrando el hormigón, tan pronto éste tenga la consistencia suficiente para que no se desgrane con el aserrado. El aserrado se efectuará de tal manera que su borde quede

perfectamente vertical. El aserrado de juntas se lo puede ejecutar en dos etapas: un primer corte con sierra delgada y de poca profundidad a las 3 ó 4 horas de terminada la compactación, y un nuevo corte con sierra del espesor y profundidad requeridos por el diseño, después de las 12 horas posteriores a la compactación.

- c.- Las juntas serán aserradas antes de permitir la circulación de vehículos sobre el pavimento, con espaciamientos, según el diseño, de entre 9 y 20 m y con una profundidad igual a la cuarta parte del espesor de la losa.
- d.- Las juntas se rellenarán dentro del menor plazo posible, contado a partir del aserrado de las mismas. Antes de proceder al relleno, las juntas se deberán limpiar con aire a presión.
- e.- Cuando no se indiquen en el proyecto y/o los planos, los métodos de aplicación y los materiales de sello que se utilicen, deberán ser previamente aprobados por la Entidad Contratante.

Juntas de construcción

Durante el proceso constructivo mediante el uso de pavimentadoras, se forman juntas longitudinales entre dos fajas consecutivas en la dirección de la pavimentación, y juntas transversales al final de cada faja de pavimentación, en sentido perpendicular a esa dirección.

Una junta "fresca" se forma entre dos fajas sucesivas de pavimentación cuando el intervalo de tiempo entre la colocación de esas dos fajas es lo suficientemente corto como para permitir que el sector común a las dos fajas pueda ser compactado en conjunto para formar una junta monolítica entre las dos fajas. Este intervalo de tiempo es de alrededor de una hora dependiendo de la temperatura, de la humedad ambiental y de la velocidad del viento..

Estas juntas frescas se consiguen dejando de 30 a 45 cm al borde de la faja sin compactar durante la operación de rodillado. Este borde sin compactar se lo usa para fijar la altura de la pavimentadora al colocar la faja siguiente, Después de la colocación de la faja adyacente, la junta longitudinal se compacta centrando el tambor del rodillo sobre la junta y compactando simultáneamente el borde de la faja adyacente, como se indica en el gráfico. La compactación de estas juntas pueden requerir un número mayor de pasadas para obtener la densidad requerida.

Las juntas "frías" se producen cuando por razones del proceso constructivo no es posible efectuar la compactación de los bordes de dos fajas consecutivas dentro del límite de tiempo en que la faja más antigua todavía es compactable. Este límite es de aproximadamente una hora posterior a la colocación del hormigón en el pavimento, dependiendo de las condiciones ambientales de la zona. Estas juntas se construyen aserrando el borde

exterior no compactado de la faja correspondiente y colocando la nueva faja contra el borde vertical resultante del corte. (Ver gráfico de la página anterior)

Las juntas transversales de construcción se construyen con un procedimiento similar, es decir, cortando con sierra el extremo redondeado por la salida de los equipos y pavimentando la continuación de la faja contra el extremo vertical así obtenido.

Se dispondrán juntas transversales de construcción al final de cada jornada diaria de trabajo, o cuando el proceso constructivo se interrumpa durante un tiempo superior al 75 % del plazo de trabajabilidad establecido.

Juntas entre capas

a.- Cuando el espesor del diseño del pavimento de HCR requiera que su construcción se efectúe en dos capas, se deberá colocar la capa superior antes del comienzo del fraguado de la capa inferior sin superar entre ambas operaciones, un lapso equivalente al 50% del plazo de trabajabilidad establecido. Este tiempo se podrá ajustar a criterio del Ingeniero Fiscalizador cuando se trate de climas calurosos y/o ventosos. Además deberá mantenerse húmeda la superficie de la capa inferior. Cuando se utilicen pavimentadoras con alto poder de compactación, el espesor máximo de una capa será de 300 mm; en los demás casos será de 200 mm.

b.- Para garantizar la efectividad del trabajo, indicado en el literal anterior, se deberá disponer por cada capa de un equipo de extendido o colocación y compactación.

Relleno de juntas

Los materiales que se empleen para rellenar las juntas serán los indicados en el contrato o por la Entidad Contratante.

405-9.7 Ensayos y tolerancias

405-9.7.1 Ensayos

a.- El contratista deberá estudiar los materiales que se propone utilizar en la fabricación del hormigón y deberá elaborar el diseño de la mezcla de acuerdo con el numeral 405-9.3 para determinar la dosificación con la cual obtendrá la calidad especificada en el contrato. Esta fórmula deberá ser revisada y aprobada por el Ingeniero Fiscalizador antes de iniciar la elaboración del hormigón.

- b.-** El hormigón a usarse deberá tener una resistencia a la tracción por flexión (Módulo de Rotura) de 4,5 MPa. Si las características conocidas de los materiales disponibles o las pruebas preliminares indican dificultad para alcanzar esta resistencia económicamente, puede usarse una resistencia a la tracción por flexión no menor de 3,5 MPa siempre que el espesor de la losa sea diseñado de acuerdo con esta resistencia.
- c.-** Para el ensayo de consistencia del hormigón, se empleará el método ASTM C-1170-70-91.
- d.-** Para el ensayo a la flexión, las vigas se prepararán, curarán y ensayarán de acuerdo a los métodos ASTM C-78-94 y C-31/C-31M-96.
- e.-** El nivel de resistencia del hormigón será considerado satisfactorio, si cumple con los dos requisitos siguientes.

e.1. El promedio de todos los conjuntos de tres ensayos consecutivos de resistencia será igual o superior al módulo de rotura a la flexión (MR), especificado en el proyecto.

e.2. Ningún resultado individual del ensayo de resistencia (promedio de dos vigas) será menor que el MR especificado es $\pm 0,5$ MPa.

- f.-** Se tomará, como mínimo, una muestra (4 vigas) por cada día de trabajo, por cada 120 m³ de hormigón compactado o por cada 500 m² de pavimento colocado.

- g.-** Se podrá considerar la evaluación de la resistencia recurriendo a la tracción por flexión, mediante la resistencia a la tracción por compresión diametral (Prueba Brasileña), mediante la elaboración de probetas cilíndricas de hormigón de acuerdo a la norma ASTM C 1435-99. Para el efecto deberá establecerse mediante ensayos, una adecuada correlación entre la resistencia a la tracción por compresión diametral y la resistencia a la compresión por flexión.

405-9.7.2 Tolerancias

- a.-** La verificación de los alineamientos, perfil transversal y dimensiones del pavimento de HCR, se efectuará en base a los datos indicados en los planos contractuales con las siguientes tolerancias:

a.1.- Las cotas de la superficie no deberán variar en más de un centímetro, determinadas con una regla de 4 m.

a.2.- El ancho de la superficie, medida del eje al borde del pavimento, no podrá ser menor que el ancho indicado en los planos.

a.3.- La pendiente transversal no variará en un valor mayor a $\pm 0,5\%$ de la pendiente del proyecto.

a.4.- La determinación de los espesores se efectuará mediante un nivel fijo, tomando puntos sobre el eje y los costados de la sub-base terminada y luego

nivelando los mismos puntos sobre el pavimento de HCR terminado. La nivelación se efectuará en secciones cada veinte metros lineales o de un punto por cada veinte metros cuadrados.

a.5.- Los espesores medidos podrán ser inferiores en un máximo de 5 milímetros en relación con el espesor del proyecto; pero, en ningún caso, el 80% de las mediciones efectuadas será inferior al espesor del proyecto.

405-9.8 Investigación de resultados de los ensayos de baja resistencia

a.- Si cualquier ensayo de resistencia a la flexión, de vigas curadas en el laboratorio es menor que el valor especificado de MR por más de 0,5 MPa, o si los ensayos de vigas curadas en obra indican deficiencia en la protección y curado, deberá tomarse medidas para asegurar que no se pone en peligro la capacidad de carga de la estructura.

b.- Si se confirma, luego de agotar todos los procedimientos no destructivos de control actualmente aceptados, que el hormigón es de dudosa resistencia y los cálculos indicaren que la capacidad de carga se habría reducido significativamente, se obtendrán del sector en duda vigas aserradas y/o núcleos de acuerdo con las normas ASTM C-42-99. En este caso, deberán obtenerse tres grupos de vigas aserradas y/o núcleos por cada resultado de resistencia que resulte menor del MR en más 0.5 MPa.

?? **b.1.-** Las vigas serán ensayadas a la tracción por flexión de acuerdo al método ASTM C-78-94.

?? **b.2.-** Los núcleos serán ensayados a la tracción por compresión diametral de acuerdo al método ASTM C-496-96.

c.- Si el hormigón del pavimento estará seco en las condiciones de servicio, los núcleos o vigas deberán secarse al aire (temperatura entre 15° y

30 °C, humedad relativa menor al 60%) durante siete días antes del ensayo, y deberán ensayarse secos. Si el hormigón del pavimento estará más que superficialmente húmedo en las condiciones de servicio, los núcleos o vigas deberán sumergirse en agua por lo menos 48 horas y ensayarse húmedos.

d.- El hormigón del sector representado por los ensayos se considerará estructuralmente adecuado cuando se cumpla con una de las dos condiciones siguientes:

d.1.- El promedio de las resistencias de las vigas resulte, por lo menos, igual al 85% de MR y ninguna viga deberá tener una resistencia menor que el 75% del MR.

d.2.- El promedio de las resistencias de los núcleos resulte, por lo menos, igual al 60% del MR y ningún núcleo deberá tener una asistencia menor que el 54% de MR.

e.- Si no se satisfacen los criterios del literal anterior y si, además, existen dudas con respecto a la suficiencia estructural, la Entidad Contratante puede ordenar ensayos de carga de acuerdo con lo estipulado en el capítulo 20 del Código Ecuatoriano de la Construcción (INEN-1993), para la parte dudosa de la estructura, o puede tomar otras medidas según las circunstancias.

405-9.9 Medición

a.- Las cantidades a pagarse por el pavimento, construido en conformidad con los documentos y planos contractuales y aceptado por el Ingeniero Fiscalizador, será el volumen efectivamente realizado y medido en metros cúbicos, en base al área calculada como la proyección de la superficie del pavimento en un plano horizontal y al espesor promedio medido y aceptado por el Ingeniero Fiscalizador.

b.- La longitud a pagarse por las juntas transversales aserradas y/o de construcción será la longitud realmente aserrada, debidamente rellenada, medida en metros lineales.

c.- No se medirán para el pago ni las barras de unión ni los conjuntos de pasadores para la transferencia de cargas, en caso de ser usados en las juntas.

d.- No serán objeto de pago ni el agua utilizada para la mezcla, el acabado y el curado, ni los demás materiales que se usen en el curado, ni los trabajos de protección.

405-9.10 Pago

a.- Las cantidades de obras determinadas de acuerdo con lo indicado en el numeral anterior, serán pagadas a los precios unitarios contractuales para los rubros correspondientes.

b.- Estos precios y pago constituirán compensación completa por la preparación, transporte y suministros de los agregados, transporte y suministros del cemento, transporte y suministro de aditivos; preparación, colocación, distribución, compactación, acabado y curado del hormigón; mantenimiento, preparación y colocación de los moldes; construcción de juntas, inclusive limpieza y relleno; colocación y suministro de acero de refuerzo, cuando el proyecto lo estipule, mano de obra, equipos, herramientas, materiales y operaciones conexas de los trabajos considerados en esta sección.

| No. del Rubro de Pago y Designación medida | Unidad | de |
|---|--------|----|
|---|--------|----|

| | | |
|-----------|---|--------------------------------|
| 405-9 | Pavimento de HCR ó HCP..... | Metro Cúbico (m ³) |
| 405-9-(1) | Juntas aserradas y de construcción..... | metro lineal (m) |

405.10 Condiciones para Recepción de Pavimentos .-

405-10.01 Descripción

Esta especificación tiene por objetivo fijar los parámetros y las exigencias que deben cumplir los pavimentos nuevos o reconstruidos para proceder a su recepción, independientemente de los requisitos de calidad que deben haber cumplido las distintas capas de pavimento, las que aparecen recogidas para cada caso en los diferentes numerales relacionados con los ensayos y tolerancias. Para la recepción de pavimentos como tal se deberán cumplir criterios de confort y seguridad evaluados sobre la superficie terminada.

405-10.02 Definiciones

a- Criterio de confort.

Está relacionado con la regularidad superficial determinada por la puesta en obra de las capas de rodadura y también con diversos tipos de fallos o degradaciones y sus reparaciones (bacheos, sellados de grietas, etc.) cuando no están bien realizadas. Esta gama de irregularidades hace incómoda la rodadura, con vibraciones y dificultades para mantener la velocidad de marcha. Contribuye además al desgaste de los vehículos, incluidos los neumáticos. Para evaluar el confort se realizarán determinaciones del Índice de Regularidad Internacional (IRI).

b- Criterios de seguridad.

La **microtextura** o aspereza depende de la textura superficial de los agregados y del mortero bituminoso. Es muy importante para la adherencia entre neumático y pavimento y, por tanto, para la resistencia al deslizamiento en todas las circunstancias. Las irregularidades de este tipo son siempre necesarias. Se evaluará determinando el coeficiente de rozamiento longitudinal con el Péndulo TRL (Británico) según la Norma ASTM E 303.

La **macrotextura** o rugosidad depende del tamaño máximo del agregado y de la composición de la mezcla, tratamiento superficial, sello, etc. La macrotextura es necesaria para una adecuada resistencia al deslizamiento a velocidad media y elevada con pavimento mojado. Se evaluará con el ensayo del círculo o mancha de arena.

405-10.03 Ensayos y tolerancias.

Las exigencias de calidad a cumplir para la recepción de los pavimentos son las mostradas en la Tabla 405-9.1. En carreteras interurbanas es importante alcanzar una microtextura áspera y una macrotextura rugosa.

TABLA 405-9.1

| OBJETIVO | PARAMETRO | EXIGENCIAS | PROCEDIMIENTOS PARA EVALUACION |
|-----------------|--|--|--|
| Comodidad | Rugosidad (m/km) | Hormigón asfáltico Máx 2.5 IRI Tratamiento o superficial Máx 4.0 IRI | Roadmeters o algún tipo de perfilómetro estático o dinámico. |
| Seguridad | Coefficiente rozamiento longitudinal Macrotextura | Mín 0,5 Mín 0,5mm | Péndulo TRL (Británico) Mancha de arena |

Las mediciones de la rugosidad deberán realizarse a lo largo de los carriles exteriores de la vía. El coeficiente de rozamiento longitudinal y la macrotextura deberán evaluarse cada 500 metros de forma alternada en cada carril.

SECCION 406. REPARACION Y MANTENIMIENTO DE PAVIMENTOS

406.1. Utilización de Geotextil

406.1.01. Descripción Este trabajo consistirá en la colocación de geotextiles no tejidos termofundidos sobre una de las capas del pavimento, para corregir y evitar la propagación de grietas o trizaduras. La colocación de este geotextil requerirá la aplicación previa de una capa bituminosa de sellado y la colocación de una capa de rodadura asfáltica sobre el geotextil para permitir la circulación vehicular.

En ciertos casos, de acuerdo con lo especificado a continuación, el geotextil requerirá además, un riego bituminoso de adherencia antes de su colocación.

406.1.02. Materiales Los geotextiles deberán cumplir las características establecidas en las condiciones contractuales y especificadas en la Tabla 406.1.1.

TABLA 406.1.1
CARACTERISTICAS Y ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL GEOTEXTIL NO TEJIDO UTILIZADO PARA REPAVIMENTACIÓN

| PRUEBAS DE CALIDAD PARA REPARACIÓN DE PAVIMENTACIÓN | | | |
|---|------------------|--|-----------------------|
| PROPIEDADES | NORMA | UNIDAD | VALOR |
| MECANICAS | | | |
| Método Grab Resistencia a la Tensión Elongación | ASTM D-4632 | N(lb) % | 520(117) 750 |
| Resistencia al Punzonamiento | ASTM D-4833 | N (lb) | 270 (61) |
| Resistencia al Rasgado Trapezoidal | ASTM D –4533 | N(lb) | 195 (44) |
| Método Mullen Burst Resistencia al Estallido | ASTM D-3786 | kPa(psi) | 1450(210) |
| HIDRÁULICAS | | | |
| Tamaño de Abertura Aparente | ASTM D-4751 | mm(No. Tamiz) | 0.18 (80) |
| Permeabilidad | ASTM D-4491 | cm/s | 38 x 10 ⁻² |
| Permitividad | ASTM D-4491 | s ⁻¹ | 2.50 |
| Espesor | ASTM D-5199 | mm | 1.50 |
| Retensión de Asfalto | TEXAS DOT3099 | l/m ² (gal/yd ²) | 1.30(0.29) |
| PRESENTACIÓN | | | |
| Tipo de Polímero | Fabricante | | Polipropileno |
| Ancho del Rollo | Medido | m | 3.8 |
| Largo del Rollo | Medido | m | 150 |
| Área del Rollo | Calculado | m2 | 570 |

Los materiales para la capa bituminosa de sellado previo deberán cumplir con lo especificado en el numeral 405.6.02.

El riego bituminoso de adherencia, en caso de ser necesario, deberán cumplir con lo especificado en el numeral 405.2.02.

La capa de rodadura deberá hallarse establecida en el contrato y sus materiales y procedimientos cumplirán las especificaciones de la sección correspondiente.

406.1.03. Equipo El Contratista deberá emplear en este trabajo todo el equipo necesario para la ejecución eficiente y oportuna del mismo. Antes de ser utilizado, el equipo deberá contar con la aprobación del Fiscalizador.

Los equipos mínimos para la aplicación de la capa bituminosa de sellado, del riego de adherencia y de la carpeta de rodadura establecida en el contrato, serán los especificados en las secciones correspondientes, indicadas en el numeral anterior.

Para la colocación del geotextil, el contratista deberá disponer como mínimo de rodillos tensores para extenderlo, cepillos de cerda rígida para corregir cualquier arruga y cuchillas o tijeras.

406.1.04. Ensayos y Tolerancias Los geotextiles deberán cumplir con las exigencias mínimas establecidas en la Tabla 406.1.1.

No se permitirá ningún pliegue o arruga en el geotextil extendido en caso de no poder ser corregidas con cepillos de cerdas rígidas, las arrugas deberán ser cortadas y parchadas.

406.1.05 Procedimientos de Trabajo.

406.1.05.1 Generalidades La colocación del geotextil debe realizarse en lo posible mientras el asfalto de la capa bituminosa de sellado se halle caliente a fin de que mantenga sus propiedades de adherencia.

Se preferirá realizar este trabajo cuando la temperatura del aire sea superior a 14° C en caso de utilizarse asfaltos diluidos, y a 18° C en caso de utilizarse emulsiones, a fin de que el tiempo de cura no se dilate.

El Fiscalizador revisará cuidadosamente que la absorción del asfalto de la capa de sellado o del riego de adherencia en el geotextil sea lo más uniforme posible para conseguir la impermeabilización total de ésta.

406.1.05.2 Preparación de la Superficie La superficie en la cual se deba extender el geotextil deberá barrerse y deberá hallarse seca y libre de cualquier material extraño.

De existir rajadura o fisura de un espesor de 3 a 6 mm., estas deberán ser rellenadas con mezclas adecuadas de material asfáltico y arena. Las rajaduras mayores o baches deberán ser corregidos con mezclas de cemento asfáltico o de emulsiones. En algunos casos puede necesitarse la colocación de una capa niveladora de sello luego de efectuado el bacheo.

406.1.05.3. Aplicación de la capa bituminosa de sellado La colocación del sello asfáltico se realizará de acuerdo a lo establecido en la subsección 405.6.

La proporción del material asfáltico variará de acuerdo a la condición de la capa de pavimento que recibirá el geotextil pero generalmente se emplearán cantidades de 1.0 a 1.3 litros por metro cuadrado, pudiendo reducirse estos valores en un 20% en las curvas cerradas e intersecciones, debido al cambio de velocidad de los vehículos.

El material asfáltico deberá distribuirse mediante el uso de un distribuidor de asfalto autopulsado, manteniendo al mínimo el uso de los aplicadores manuales. El ancho de aplicación de la capa bituminosa de sellado deberá ser aproximadamente 50 cm. mayor que el ancho de colocación del geotextil.

406.1.05.4. Colocación del geotextil El material deberá ser extendido sobre la capa bituminosa de sellado, utilizando rodillos tensores y evitando la formación de arrugas, antes de que el asfalto se enfríe completamente y pierda su adhesividad.

El geotextil deberá ser colocado de modo que el lado con pelusa entre en contacto con el asfalto, a fin de lograr una mayor adhesión entre ella y la capa de pavimento.

Una vez extendido el geotextil, se alisará y presionará mediante el uso de cepillos de cerda dura, para que se aplane cualquier pequeña deformación del geotextil y quede en contacto total con la capa de pavimento.

En caso de que se hayan producido arrugas que no sean corregidas con los procedimientos anteriormente indicados, será necesario cortarlas manualmente, parcharlas y aplanar los bordes.

Las uniones transversales del geotextil deberán formarse con traslape de al menos 20 centímetros, que se efectuarán en el sentido de la marcha de la terminadora de pavimentos que colocará la carpeta posterior, a fin de que los bordes no se levanten o deformen con el paso de la máquina. Para completar el traslape, se deberá efectuar un riego liviano adicional de material bituminoso, a fin de que las superficies traslapadas queden unidas firmemente.

406.1.05.5. Colocación de la capa de rodadura Se procurará que la colocación de la capa de rodadura se efectúe en forma inmediata a la terminación de la extensión del geotextil.

No se permitirá ningún tránsito de vehículos sobre el geotextil, antes de que sea protegido con la capa de rodadura.

Los procedimientos de trabajo para la construcción de la capa de rodadura estarán de acuerdo con lo especificado para ello, en la Sección 405.

406.1.06. Medición La cantidad a pagarse por la colocación del geotextil será en metros cuadrados de la superficie efectivamente cubierta, medida en sitio.

La capa de sello se pagará de acuerdo a lo establecido para ello, en la subsección 405.6.

El riego de adherencia que fuere necesario será medido para el pago, de acuerdo a lo especificado en la subsección 405.2.

406.1.07. Pago Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior se pagarán a los precios contractuales para los rubros designados a continuación.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por el suministro, transporte y colocación en sitio del geotextil y por la colocación del riego necesario, de sellado y de adherencia; así como por mano de obra, herramientas, materiales y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta sección.

| No. del Rubro de Pago y Designación | Unidad de medición |
|--|---------------------------|
| 406-1 Geotextil no tejido termo fundido..... | Metro cuadrado (m2) |
| 405-6 Capa bituminosa de sellado..... | Litro (l) |
| 405-2 Riego de adherencia..... | Litro (l) |

406-2. Recuperación de Pavimentos con Emulsiones Asfálticas en sitio.

406-2.01. Descripción.- Este trabajo consistirá en la recuperación y reutilización en el mismo lugar de los agregados existentes en pavimentos antiguos, en los cuales se hallan constituyendo capas asfálticas de rodadura, y capas de bases asfálticas o capas de bases granulares, material granular o alguna combinación de ellos.

Estos agregados se emplearán como parte del material que se utilizará en la construcción de nuevas bases recicladas con procesos de mezclado con

emulsiones asfálticas, las cuales serán colocadas sobre las capas subyacentes del pavimento antiguo, en cumplimiento de las disposiciones contractuales y con las alineaciones, pendientes y secciones transversales constantes en los planos del contrato.

406-2.02. Materiales.- La trituración de la capa a recuperar se efectuará obligatoriamente mediante el empleo de un recuperador de caminos constituido por un tambor de puntas de carbono, de tungsteno o diamante, que permita obtener materiales con tamaños cercanos a los de una base granular. Su granulometría puede corregirse añadiéndose un nuevo agregado triturado en la cantidad necesaria.

La abertura de la puerta trasera de la cámara del rotor tiene gran efecto sobre la graduación resultante. Mientras más cerrada esté la puerta se retiene más tiempo el material por lo que se trituran más las partículas.

El material bituminoso a emplearse estará constituido por una emulsión asfáltica que deberá cumplir los requerimientos constantes en la subsección 810-4.

Para rejuvenecer el asfalto adherido al material extraído de la capa de rodadura se empleará en la mezcla un agente suavizador o rejuvenecedor, que puede ser una emulsión de resinas de petróleo o azufre.

En caso de ser necesario la adición de material granular, este deberá cumplir con las siguientes exigencias:

Los agregados gruesos no deberán tener un desgaste mayor de 40% luego de 500 revoluciones en la máquina de Los Ángeles, cuando sean ensayados a la abrasión, según la Norma INEN 860.

La porción de agregados que pasa el tamiz INEN 0.425 mm (No. 40) deberá tener un índice de plasticidad menor a 4, según lo establecido en las normas INEN 691 y 692. La granulometría de los agregados recuperados, mezclados con los nuevos agregados de corrección (de ser necesarios), deberán cumplir con las exigencias de la tabla 406-7.01.

406-2.03. Equipo.- El contratista deberá disponer del equipo necesario cuyo estado, potencia y capacidad productiva garantice el correcto cumplimiento del plan de trabajo. Si durante el transcurso de los trabajos el fiscalizador observa deficiencias o mal funcionamiento del equipo, ordenara su inmediata reparación o reemplazo.

El equipo mínimo a utilizarse será: un recuperador mecánico, que desgarre y desmenuce el material existente, inyecte la emulsión, mezcle y lo deposite en la vía para el resto de las actividades de compactación y conformación, un tanquero para emulsión, motoniveladora, rodillos lisos tandem y rodillos neumáticos. Además, será necesario una distribuidora de agregados cuando

se requiera adicionar material granular con el fin de cumplir con una de la fajas granulométricas especificadas.

406-2.04. Ensayos y Tolerancias.- Los ensayos que se deben realizar para la comprobación de la calidad de los agregados y de la emulsión asfáltica serán los indicados en el numeral 405.4.04. Para la comprobación de la calidad de la mezcla se utilizará el Método Marshall para emulsiones asfálticas especificado en el Manual del Asphalt Institute, “Manual Básico para Emulsiones Asfálticas”, Manual Series No. 19.

406.2.05. Procedimientos de trabajo.

Recuperación de los materiales. Se efectuará con un recuperador de caminos.

Mezclado y distribución. Se efectuará en el sitio. El Contratista previamente deberá preparar la fórmula de trabajo de acuerdo a los requerimientos del diseño y con la aprobación del Fiscalizador. La máquina distribuirá el material mezclado con emulsión sobre la vía en forma regular, iniciándose el proceso de compactación , luego el perfilado y por último la compactación final.

Cuando sea necesario añadir material granular, se lo realizará por medio de un distribuidor de agregados, en las cantidades indicadas en el diseño o fórmula maestra, previo al inicio del reciclado

Compactación. Inmediatamente después de haber quedado distribuida la mezcla se procederá con la compactación inicial con rodillo vibratorio. Luego se realizará una conformación superficial con motoniveladora para obtener una superficie regular y uniforme, de acuerdo con la alineación , gradiente y sección transversal especificada. Luego se realizará la compactación final con rodillos lisos y/o neumáticos.

En el caso en que se contemple colocar una capa de rodadura sobre la capa reciclada, será necesario dejar transcurrir el tiempo hasta que el porcentaje de humedad libre de la mezcla recuperada sea igual o menor al 1 %, previo al riego de adherencia. En el caso de que vaya a permanecer por un tiempo mayor sin protección será necesario colocar un sello asfáltico convencional, más aún si es temporada invernal.

406-2.05.2. Extracción de los materiales.- La recuperación de los materiales de la carpeta asfáltica de rodadura con o sin base se efectuará mediante el uso de un tractor, motoniveladora con un desgarrador o una fresadora. El material así obtenido podrá: 1) ser llevado a una planta de trituración primero y después a una planta asfáltica o ser llevado directamente a la planta asfáltica si su granulometría lo permite para ser mezclado con materiales vírgenes si se lo considera necesario y ser devueltos a la vía como una base asfáltica mezclada en planta en frío o una mezcla asfáltica mezclada

en planta en frío para carpeta de rodadura; o 2) ser dejado en sitio y si se considera necesario se mezclará con materiales vírgenes, siguiendo el procedimiento constructivo normal de bases .

A fin de completar la cantidad de agregado necesario para la capa de base, de acuerdo con el diseño, se desgarrará a continuación el espesor necesario de la capa de base existente, y este material será recuperado y conducido a la instalación de mezclado en planta o acumulado fuera de la vía, en el caso de utilizar el procedimiento de mezclado en sitio.

406-2.05.3.Tratamiento de las capas inferiores.- Las capas del pavimento que quedarán en sitio deberán ser revisadas por el Fiscalizador, a fin de ordenar la ejecución de los trabajos que fueren necesarios, como conformación y compactación, antes de la colocación de la nueva capa de base reciclada.

406-2.05.4.Mejoramiento de los agregados.- El laboratorio realizará los estudios necesarios para determinar las proporciones a utilizarse de los materiales recuperados de la carpeta y de la base antiguas, a fin de obtener la granulometría requerida, la cual deberá ser chequeada antes y durante la distribución de la mezcla para la base en la vía.

En caso necesario, se podrá añadir a los dos tipos de agregados recuperados, un porcentaje de agregado nuevo, preparado con una granulometría que complete los requerimientos del diseño.

406-2.05.5.Mezclado y distribución.- El mezclado de los materiales necesarios para la base diseñada, podrá efectuarse en planta central o en sitio. En todo caso, antes de proceder al mezclado, en Contratista deberá preparar la fórmula de trabajo que establezca las proporciones de los varios agregados que se propone utilizar, el porcentaje de emulsión asfáltica y el porcentaje de tipo de rejuvenecedor; todo de acuerdo con los requerimientos del diseño y la aprobación del Fiscalizador.

1) Mezcla en planta: El material extraído de la carpeta y primariamente triturado, se conducirá a la instalación central de mezcla, en donde será complementado con el agregado recuperado de la capa de base y, de ser necesario, con agregado nuevo preparado en las proporciones establecidas en la fórmula de trabajo.

Se introducirán en la mezcladora los agregados secos y a continuación se añadirá la emulsión catiónica de asfalto junto con el agente rejuvenecedor. El tiempo de mezclado será de aproximadamente dos minutos, para permitir la acción del rejuvenecedor sobre el asfalto adherido a los agregados de la carpeta y la dilución de éste para que pase a constituir parte integrante de la mezcla total. El tiempo de mezclado podrá ser alterado por el Fiscalizador, en vista de los resultados que observe en las primeras paradas de mezcla.

Una vez concluido el proceso, la mezcla será transportada en camiones de

volteo, cuyos cajones deberán hallarse absolutamente limpios, y será distribuida mediante el empleo de una terminadora de pavimentos (finisher), empleando los mismos procedimientos establecidos en el numeral 405-5.05.3.

2) Mezcla en sitio: En caso de utilizarse el procedimiento de mezclado en la vía, se deberá distribuir en primer lugar el agregado extraído de la base en un camellón a un costado de la vía, sobre el que se colocará el agregado recuperado de la carpeta y primariamente triturado, para proceder a la mezcla inmediata utilizando motoniveladoras y pulverizadoras-mezcladoras. Durante el mezclado, se añadirá la emulsión asfáltica y el agente rejuvenecedor, y se continuará el trabajo hasta la dilución del asfalto adherido al agregado de la carpeta y la incorporación de éste como parte integrante de la mezcla.

Una vez concluido el mezclado, se distribuirá el material en todo el ancho de la vía mediante motoniveladoras, y se procederá a su conformación para cumplir los requisitos del diseño.

406-2.05.6.Compactación.- Se deberán cumplir lo que está escrito en el Manual del Instituto del Asfalto, “Manual Básico de Emulsiones Asfálticas”, Manual Series No. 19 :

406-2.06. Medición.- Las cantidades a pagarse por la construcción de la capa recuperada con emulsión será el número de metros cúbicos de mezcla puesta en obra, compactada y aprobada por el fiscalizador, así como el número de litros de emulsión incorporados a la mezcla.

El cómputo de la cantidad de emulsión empleada se determinará por medición directa de la máquina. La cantidad de material que en algunos casos sea necesario añadir, se determinará sobre la base del volumen suelto real colocado.

406-7.07. Pago. Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios señalados en el contrato para los rubros designados a continuación.

El pago efectuado y los precios contractuales constituirán la compensación total por el desgarramiento, recuperación, inyección, mezclado, colocación, conformación y compactación de la mezcla; así como también por la mano de obra, equipos, herramientas, tratamiento de materiales y operaciones conexas, en el completamiento de los trabajos descritos en esta sección.

Nºdel Rubro de Pago y Designación

Unidad de Medición

| | |
|--|--------------------------------|
| 406-2 (1) Capa de base recuperada..... | Metro cúbico (m ³) |
| 406-2 (2) Emulsión asfáltica para la base..... | Litro (l) |
| 406-2 (3) Agente rejuvenecedor..... | Litro (l) |
| 406-2 (3) Agente rejuvenecedor..... | Kilogramo (kg) |

406-3. Reciclaje de Pavimentos con Hormigón Asfáltico Mezclado en Planta.

406-3.01. Descripción.- Este trabajo consistirá en la recuperación y reutilización de los agregados existentes en pavimentos antiguos, en los cuales se hallan constituyendo capas asfálticas de rodadura y capas de bases asfálticas o capas de bases granulares.

Estos agregados serán empleados como parte del material que se utilizará en la construcción de nuevas bases y carpetas de rodadura recicladas, con procesos de preparación de hormigón asfáltico mezclado en planta, y que serán colocadas sobre las capas subyacentes del pavimento antiguo, en cumplimiento de las disposiciones contractuales y con las alineaciones, pendientes y secciones transversales constantes en los planos del contrato.

Utilice el Capítulo 12 del Manual del Instituto del Asfalto “The Asphalt Handbook” Manual Series No. 4, para diseño y control de mezclas asfálticas recicladas en caliente .

406-3.02. Materiales.- Se emplearán los materiales recuperados de capas de pavimento, extraídos en cumplimiento de los requisitos señalados en el numeral 406-2.02.

Cuando el pavimento se halle constituido por base y capa de rodadura asfálticas, para la construcción de una nueva capa de base o de carpeta de rodadura, se deberá proceder al desgarramiento de la capa de rodadura y de la base asfálticas viejas para obtener el material suficiente, que se lo deberá triturar en una trituradora primaria en donde será reducido a tamaños inferiores al máximo especificado para la base o carpeta de rodadura escogidas en el diseño.

En el caso de que el pavimento se halle formado por la capa de rodadura asfáltica y una base granular, se procederá al desgarramiento de la capa de rodadura y a la trituration del material recuperado en una trituradora primaria, de acuerdo con lo indicado en el párrafo anterior. De ser necesario se completará la cantidad necesaria del material para la capa de base o de rodadura, y se corregirá la granulometría con el agregado procedente del desgarramiento de la base granular subyacente o con agregado nuevo triturado según las necesidades, a fin de mezclarlos en las proporciones que determine el laboratorio.

La granulometría del material deberá estar acorde con cualquiera de las especificadas en el numeral 404-5.02, en el caso de utilizarse el reciclaje para la construcción de capas de base, y con cualquiera de las especificadas en el

numeral 405-5.02 en el caso de utilizarse el reciclaje para la construcción de capas de rodadura. En todo caso, la granulometría que deba emplearse en el trabajo, deberá hallarse determinada en el contrato.

El material bituminoso que se utilice será cemento asfáltico, el cual deberá cumplir con los requisitos señalados en la subsección 810-2. El tipo y grado del material asfáltico estará determinado en el contrato; sin embargo, en caso necesario, el Fiscalizador podrá cambiar el grado del asfalto durante la construcción, hasta los grados inmediatos más próximos, sin que haya modificación en el precio unitario señalado en el contrato.

En general, para la mezcla en planta no se utilizará ningún agente rejuvenecedor, pero si fuere necesario se podrá emplear azufre u otro tipo de suavizante.

406-3.03. Equipo.- El Contratista deberá disponer del equipo necesario en condiciones satisfactorias para el Fiscalizador, quien lo deberá aprobar previamente a su utilización en el trabajo.

El equipo a utilizarse será una recicladora y/o una fresadora autopropulsada; equipo de trituración completo con cribas para selección de tamaños del agregado; equipo de transporte similar al especificado en el numeral 405-5.03.2; equipo de distribución igual al indicado en el numeral 405-5.03.3; equipo de compactación similar al especificado en el numeral 405-5.03.4, y planta de mezclado en caliente, que cumpla los requerimientos especificados en el numeral 405-5.03.1 y que cuente además con los accesorios necesarios para el proceso de reciclaje, en especial para evitar el excesivo calentamiento del material recuperado de la carpeta asfáltica, los cuales pueden ser protectores de la llama del quemador del secador y amplificadores de la radiación del calor, o tambor pequeño adicional a la entrada del tambor principal del secador, o doble sistema y lugar de alimentación de los agregados al secador. La mayoría de estos accesorios pueden ser adaptados in situ a las plantas convencionales de preparación de hormigón asfáltico.

406-3.04. Ensayos y Tolerancias.- Los ensayos a efectuarse para comprobar la calidad de los materiales y de la mezcla, así como las tolerancias permitidas, inclusive en la fórmula maestra de obra, serán idénticos a los especificados en el numeral 405-5.04.

406-3.05. Procedimientos de trabajo.

406-3.05.1.Generalidades.- Antes de iniciarse ninguna preparación de la mezcla asfáltica para utilizarla en la obra, el Contratista deberá presentar al Fiscalizador el diseño de la fórmula maestra de obra, preparada en base al estudio de los materiales que utilizará. El Fiscalizador efectuará las revisiones y comprobaciones pertinentes a fin de autorizar la producción de la mezcla. Toda la mezcla del hormigón asfáltico reciclado deberá ser realizada de acuerdo con esta fórmula de trabajo dentro de las tolerancias enmarcadas en el numeral 405-5.04, salvo que fuere necesario modificarla durante el trabajo, debido a

variaciones en los materiales.

La fórmula maestra establecerá los requisitos determinados en el numeral 405-5.05.1.

Una vez aprobados todos los materiales y procedimientos, junto con la fórmula maestra de obra, el Contratista deberá construir en primer lugar un tramo de aproximadamente un km de longitud de la base o carpeta asfáltica, y dejarla abierta al tránsito vehicular público por un período de prueba de aproximadamente 2 meses, a fin de que el Fiscalizador pueda realizar las observaciones e investigaciones necesarias antes de proceder a autorizar la construcción de todo el sector contratado.

406-3.05.2.Extracción de los agregados.- La recuperación de los materiales de la capa de rodadura asfáltica se efectuará mediante el uso de un tractor o una motoniveladora pesada con desgarrador. El material así extraído será transportado a una instalación de trituración, para ser reducido de tamaño en una trituradora primaria.

A fin de completar la cantidad del agregado necesario para la base o la capa de rodadura, y corregir la granulometría de acuerdo con el diseño, se podrá utilizar el agregado de la capa de base granular subyacente, recuperándolo mediante el mismo procedimiento, para conducirlo a la instalación de trituración y cribado, a fin de mezclarlo con el agregado extraído en la carpeta.

De todos modos, el agregado para la mezcla de hormigón asfáltico reciclado deberá ser corregido con agregado virgen a fin de centrar correctamente la granulometría y cumplir las especificaciones de resistencia a la abrasión.

406-3.05.3.Tratamiento de las capas inferiores.- Las capas del pavimento antiguo que quedaren en sitio, deberán ser revisadas por el Fiscalizador, a fin de ordenar la ejecución de los trabajos que fueren necesarios, como conformación y compactación, antes de proceder a la colocación de la nueva capa de base o de carpeta recicladas.

406-3.05.4.Dosificación y mezclado.- Los agregados para la preparación de la mezcla reciclada deberán almacenarse separadamente en tolvas individuales, antes de entrar en la planta para el secado. La alimentación de estos agregados al secador deberá efectuarse mediante medios que eviten la segregación o degradación de las diferentes fracciones.

Una de las tolvas contendrá la fracción que ha sido triturada a partir del material recuperado de la carpeta asfáltica, la cual será alimentada mediante los mecanismos existentes en la planta especialmente para el efecto, a fin de evitar que el asfalto se recaliente en exceso o se queme con la llama del soplete del secador. Los demás agregados se secarán por el tiempo y a la temperatura necesarios para reducir la humedad a un máximo del 1%, al momento de efectuar la mezcla. El calentamiento será uniforme y graduado para evitar cualquier

deterioro de los agregados. Los agregados secos y calientes incluida la fracción recuperada de la carpeta asfáltica, pasarán a las tolvas de recepción en la planta asfáltica, desde donde serán dosificados en sus distintas fracciones, de acuerdo con la fórmula de trabajo, para ser introducidos en la mezcladora.

El sistema de dosificación y mezclado de los materiales deberá mantenerse dentro de las indicaciones constantes en el numeral 405-5.05.2, con la única excepción del caso en que se emplee azufre para rejuvenecer el asfalto adherido a los áridos, en cuyo caso las temperaturas de la mezcla deberán bajar a un rango de 130 °C a 150 °C para el asfalto y la temperatura de los agregados deberá mantenerse entre 120 °C y 150 °C, para evitar daño del suavizador con la consiguiente producción de gases adicionales.

406-3.05.5.Distribución.- La distribución de la mezcla asfáltica reciclada para base deberá efectuarse sobre la capa subyacente del pavimento, que haya sido tratada previamente y se halle limpia, seca e imprimada. En el caso de tratarse de mezcla reciclada para capa de rodadura, ésta deberá distribuirse sobre la base previamente construida, que deberá hallarse limpia, seca e imprimada. Esta distribución no se iniciará si no se dispone en la obra de todos los medios suficientes de transporte, distribución, compactación. etc, para realizar un trabajo eficiente y sin demoras que afecten a la obra .

A partir del cumplimiento de estos requerimientos, la distribución deberá ser llevada a cabo de acuerdo con lo especificado en el numeral 405-5.05.3

406-3.05.6.Compactación.- Se deberá cumplir con lo especificado en el numeral 405-5.05.4.

406-3.05.7.Sellado.- A menos que los documentos contractuales determinen lo contrario, es conveniente colocar inmediatamente, una capa bituminosa de sellado sobre el pavimento reciclado, la cual deberá ser colocada de acuerdo con los requerimientos de la subsección 405-6 cuando el Fiscalizador lo autorice.

406-3.06. Medición.- Las cantidades a pagarse por la construcción de la base o capa de rodadura de hormigón asfáltico reciclado en planta, serán los metros cuadrados de superficie cubierta con un espesor compactado especificado en el contrato o determinado por el Fiscalizador. La medición se efectuará en base a la proyección en un plano horizontal del área pavimentada y aceptada por el Fiscalizador.

La medición para el pago podrá también se efectuada en toneladas de mezcla efectivamente usada para la construcción de la base o de la carpeta, de acuerdo con las estipulaciones contractuales. En este caso se computarán para el pago las toneladas pesadas en la planta 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.

La capa bituminosa de sellado que, se coloque sobre la carpeta de rodadura se pagará de acuerdo con lo especificado para ella en la subsección 405-6.

406-3.07. 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 la recuperación, preparación y transporte de los agregados, el suministro del asfalto y del rejuvenecedor, la preparación en planta en caliente del hormigón asfáltico, el transporte, la distribución, terminado y compactación de la mezcla, el tratamiento y limpieza de la superficie que recibirá el hormigón asfáltico reciclado; así como por 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 |
|---|----------------------------------|
| 406-3 (1) Capa de base de hormigón asfáltico reciclado mezclado en planta en caliente de....cm.de espesor..... | Metro cuadrado (m ²) |
| 406-3 (1) Capa de base de hormigón asfáltico reciclado mezclado en planta en caliente..... | Tonelada (t) |
| 406-3 (2) Capa de rodadura de hormigón asfáltico reciclado mezclado en planta en caliente de....cm. de espesor..... | Metro cuadrado (m ²) |
| 406-3 (2) Capa de rodadura de hormigón asfáltico reciclado mezclado en planta en caliente..... | Tonelada (t) |

406-4. Capa de Hormigón Asfáltico para Controlar la Reflexión de Fisuras (Capa de Alivio)

Se define como capa de alivio las capas de hormigón asfáltico que se construyan sobre pavimentos rígidos de cemento Portland, flexibles y semirígidos consistentes en bases de suelo cemento, existentes que se encuentran seriamente agrietados y como medida de evitar la reflexión de las fisuras a la nueva capa que se proyecta colocar, (dentro de los programas de recapeamiento o repavimentación de una vía) y estará constituida por agregados de granulometría abierta y material asfáltico, mezclados en caliente y en planta central.

406-4.02. Materiales.-

406-4.02.1.Áridos.- El agregado grueso se obtendrá por trituración de piedra, de cantera, o grava natural, en cuyo caso, deberá contener como mínimo un setenta y cinco por ciento (75%) en peso, de elementos triturados que presenten dos (2) o más caras fracturadas.

Los agregados serán limpios, sólidos y resistentes, de uniformidad razonable,

exentos de polvo, suciedad y arcilla u otras materias extrañas.

La curva granulométrica del árido estará comprendida dentro de una de las fajas indicadas en el cuadro siguiente y que será establecida en el contrato.

La calidad del agregado deberá cumplir con los requisitos establecidos en la subsección 811-2.

Tabla 406-4.1
Graduaciones límite recomendadas para la capa de reflexión de fisuras, de acuerdo al MS-17 del Instituto del Asfalto

| Tamiz | Porcentaje que pasa | | |
|------------------|---------------------|-------|-------|
| | A | B | C |
| 75 mm. (3") | 100 | -- | -- |
| 63 mm. (2 1/2") | 95-100 | 100 | -- |
| 50 mm. (2") | -- | -- | 100 |
| 37.5 mm.(1 1/2") | 30-70 | 35-75 | 75-90 |
| 19 mm. (3/4") | 3-20 | 5-20 | 50-70 |
| 9.5 mm. (3/8") | 0-5 | -- | -- |
| 4.75 mm.(Nº 4) | -- | -- | 8-20 |
| 2.36 mm.(Nº 8) | -- | 0-5 | -- |
| 150 um. (Nº 100) | -- | -- | 0-5 |
| 75 um. (Nº 200) | -- | 0-3 | -- |

Contenido de cemento asfáltico 1.5 - 3.0 %

AC40, 40-50 pen. o

AR - 16000

406-4.02. Asfalto.- 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. La clasificación del tráfico se muestra en la tabla 405-5.2 .

406-4.03. Equipo.- El equipo necesario para la producción, tendido y compactación será el mismo que se utilice para las mezclas de hormigón asfáltico de acuerdo con los espesores, alineamientos y anchos especificados.

406-4.03.1. Equipo de distribución de la mezcla.- La distribución de la mezcla asfáltica en el camino, se realizará mediante motoniveladoras o terminadoras que distribuirán el hormigón asfáltico de acuerdo con los espesores, alineamientos y anchos específicos.

406-4.03.2. Equipo de Compactación.- Tan pronto se haya terminado el

tendido y distribución de la mezcla en los espesores especificados se procederá a la compactación mediante rodillos lisos con peso de 10 a 12 toneladas.

406-4.04. Procedimientos de Trabajo.-

406-4.04.1. Estudio de la Mezcla y obtención de la Fórmula de Trabajo.-

La ejecución de la mezcla no se iniciará sin que se haya aprobado el tramo de prueba, con el cual se establecerá, en especial el porcentaje de asfalto y el sistema de compactación necesario.

El Contratista presentará al Fiscalizador los materiales y la fórmula maestra de trabajo, el cual realizará las comprobaciones pertinentes para autorizar su producción.

Dicha fórmula señalará:

- La granulometría de los agregados combinados.
- El porcentaje en peso, del total de la mezcla de áridos, de ligante bituminoso a emplear.
- La temperatura que deberá tener el hormigón asfáltico al salir de la mezcladora.
- La temperatura mínima de la mezcla al iniciarse la compactación.

La cantidad de asfalto será la establecida de acuerdo con el comportamiento del tramo de prueba y su valor estará comprendido entre 1.5 a 3.0 %.

406-4.04.2.Distribución.- La distribución del hormigón asfáltico se efectuará sobre la superficie de rodadura preparada para el efecto y que se encuentre limpia y completamente seca. En caso de que se presente un gran porcentaje de baches en la capa de rodadura existente, estos deberán ser previamente reparados o bacheados con mezcla asfáltica densa y de acuerdo con las normas establecidas para el efecto.

Una vez que se haya efectuado el bacheo en la vía se procederá a aplicar un riego bituminoso de adherencia, el mismo que se ejecutará de acuerdo con las disposiciones establecidas en la subsección 405-2 de estas especificaciones.

Por ningún motivo la capa de alivio será expuesta al tráfico, razón por la cual el Contratista deberá elaborar su programa de trabajo de tal forma que tan pronto se haya terminado la compactación de la capa se proceda a tender la nueva capa de rodadura.

406-4.04.3.Compactación.- La compactación se realizará de acuerdo a lo señalado en el numeral 405.5.05.4. de estas especificaciones, y para lo cual solo se utilizarán rodillos lisos tipo tandem de 10 a 12 toneladas.

406-4.05. Medición.- Las cantidades a pagarse por la construcción de la capa

de alivio mezclado en planta, serán los metros cuadrados de superficie cubierta con el espesor compactado especificado. La medición se efectuará en base a la proyección en un plano horizontal del área pavimentada y aceptada por el Fiscalizador.

406-4.06. Pago.- Las cantidades determinadas en la forma establecida en el numeral anterior serán pagadas a los precios unitarios señalados en el contrato para el rubro siguiente.

Este precio y pago constituirá la compensación total por el suministro de los agregados y cemento asfáltico, la preparación en planta en caliente de la capa de alivio, el transporte, la distribución, terminado y compactación de la mezcla, la limpieza de la superficie que recibirá la capa de alivio; así como por la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas, en el completamiento de los trabajos descritos en esta sección.

| N° del Rubro de Pago y Designación | Unidad de Medición |
|--|----------------------------------|
| 406-4 Capa de alivio de hormigón asfáltico mezclado en planta de....cm. de espesor..... | Metro cuadrado (m ²) |

406.5 Micro-aglomerado (Micro-surfacing).-

406.-5.1 Descripción El micro-aglomerado es una mezcla de agregados de granulometría cerrada, relleno mineral, emulsión asfáltica, aditivos y agua. El micro-aglomerado se utiliza como protección para el pavimento y para mejorar los valores de fricción superficial. Este micro-aglomerado no aumenta la resistencia estructural de un pavimento. Cualquier pavimento que es estructuralmente débil en áreas localizadas debe ser reparado antes de la aplicación de un micro-aglomerado.

406-5.2 Materiales La emulsión asfáltica debe cumplir con los requisitos señalados en el numeral 810-4. Los agregados deberán cumplir con los requisitos estipulados por el Instituto del Asfalto en su publicación “Manual Básico de Emulsiones Asfálticas, Manual Series N.19” para micro-aglomerados. Si se considera necesario, se podrán utilizar aditivos líquidos o en polvo.

406-5.3 Equipo Los equipos serán los indicados por el Instituto del Asfalto en su publicación “Manual Básico de Emulsiones Asfálticas, Manual Series N.19” para micro-aglomerados.

406-5.4 Procedimiento de Trabajo El procedimiento de trabajo será el indicado por el Instituto del Asfalto en su publicación “Manual Básico de Emulsiones Asfálticas, Manual Series N.19” para micro-aglomerados.

406-5.5 Ensayos y tolerancias La emulsión asfáltica debe cumplir con los requisitos señalados en el numeral 810.4. Los agregados y la lechada

asfálticas deberán cumplir con los requisitos estipulados por el Instituto de Asfalto en su publicación “Manual Básico de Emulsiones Asfálticas, Manual Series N. 19” para micro-aglomerados.

406-5.6 Medición.- Las cantidades a pagarse por el micro-aglomerado construidas de acuerdo a lo señalado en los documentos contractuales, serán las cantidades medidas en la obra de emulsión asfáltica y agregados y realmente empleados en el trabajo.

Los agregados serán pagados por metro cúbico en base a las cantidades señaladas para el tipo de micro-aglomerado correspondiente. No se efectuará ningún pago adicional por la cantidad de material que se emplee para el secado en el caso que hubiere exudación asfáltica.

La emulsión asfáltica se pagará por kilogramos. Los aditivos, si es que se utilizan se pagarán por kilogramos.

406.6 Recuperación de Pavimentos con Asfáltico Expandido en sitio.-

406.6.01 Descripción.- Este trabajo consiste en la recuperación y reutilización en el mismo lugar de los agregados existentes en pavimentos antiguos, los cuales se hallan constituidos de capas asfálticas de rodaduras, bases asfálticas o bases granulares, material granular o alguna combinación de ellos.

Estos agregados se emplearán como parte del material que se utilizará en la construcción de nuevas bases recicladas con procesos de mezclado con asfalto espumado, las cuales serán colocadas sobre las capas subyacentes del pavimento antiguo, en cumplimiento de las disposiciones contractuales y con las alineaciones, pendientes y secciones transversales constantes en los planos del contrato.

La base recuperada con asfalto expandido en sitio es una mezcla de agregados con la humedad y temperatura ambiente, previamente triturado durante el proceso de recuperación, y cemento asfáltico líquido caliente, el cual es llevado a un estado de expansión por la adición de una pequeña cantidad de agua (1 a 3% en peso del cemento asfáltico) en una cámara especial de expansión.

406-6.02 Materiales. La trituración de la capa a recuperar se efectuará obligatoriamente mediante el empleo de un recuperador de caminos constituido por un tambor de puntas de carbono, de tungsteno o diamante, que permita obtener materiales con tamaños cercanos a los de una base granular. Su granulometría puede corregirse añadiéndose un nuevo agregado triturado en la cantidad necesaria.

La abertura de la puerta trasera de la cámara del rotor tiene gran efecto sobre la graduación resultante. Mientras más cerrada esté la puerta se retiene más

tiempo el material por lo que se trituran más las partículas.

El cemento asfáltico cumplirá con los requisitos señalados en el numeral 810-2 de las Especificaciones Generales MOP-001-F-2000.

En caso de ser necesario la adición de material granular, este deberá cumplir con las siguientes exigencias:

Los agregados gruesos no deberán tener un desgaste mayor de 40% luego de 500 revoluciones en la máquina de Los Ángeles, cuando sean ensayados a la abrasión, según la Norma INEN 860.

La porción de agregados que pasa el tamiz INEN 0.425 mm (No. 40) deberá tener un índice de plasticidad menor a 4, según lo establecido en las normas INEN 691 y 692. La granulometría de los agregados recuperados, mezclados con los nuevos agregados de corrección (de ser necesarios), deberán cumplir con las exigencias de la tabla 406-6.01.

TABLA 406-6.01

| TAMIZ | A | B | C |
|----------|--------|--------|--------|
| 50.8 mm | 100 | ----- | ----- |
| 38.1 mm | 70-100 | 100 | ----- |
| 25.4 mm | 55-85 | 70-100 | 100 |
| 19.0 mm | 50-80 | 60-90 | 70-100 |
| 9.5 mm | 40-70 | 45-75 | 50-80 |
| 4.75 mm | 30-60 | 30-60 | 35-65 |
| 2.00 mm | 20-50 | 20-50 | 25-50 |
| 0.425 mm | 10-30 | 10-30 | 10-30 |
| 0.075 mm | 5-20 | 5-20 | 5-20 |

406-6.03 Equipos. El contratista deberá disponer del equipo necesario cuyo estado, potencia y capacidad productiva garantice el correcto cumplimiento del plan de trabajo. Si durante el transcurso de los trabajos el

fiscalizador observa deficiencias o mal funcionamiento del equipo, ordenara su inmediata reparación o reemplazo.

El equipo mínimo a utilizarse será: un recuperador mecánico, con cámara o reactor de expansión incluida, que desgare y desmenuce el material existente, inyecte el asfalto expandido, mezcle y lo deposite en la vía para el resto de las actividades de compactación y conformación, un tanquero para cemento asfáltico caliente, motoniveladora, tanquero de agua y rodillos vibratorios. Además, será necesario una distribuidora de agregados cuando se requiera adicionar material granular con el fin de cumplir con una de la fajas granulométricas especificadas.

406-6.04. Ensayos y tolerancias. Los agregados que se añadan, cuando este sea el caso, deberán cumplir los requisitos de calidad, cuyas pruebas están indicadas en el numeral 811-3. La granulometría de la mezcla de agregados para la base reciclada con asfalto expandido será comprobada mediante los ensayos INEN 696, que se efectuarán sobre muestras tomadas en sitio antes de añadir el asfalto, cuando es posible; caso contrario, la parte fina se la determinará luego de una extracción.

El Contratista presentará para la aprobación de la Fiscalización, la fórmula maestra de diseño de la base reciclada, en la que se establecerá:

- Granulometría y humedad del material a recuperar.
- Granulometría del material a añadirse, en caso de ser necesario.
- Diseño de la mezcla de agregados que cumpla con las especificaciones granulométricas.
- Porcentaje de cemento asfáltico determinado mediante un diseño basado en el método Marshall o tracción indirecta, empleando los equipos de laboratorio respectivos.
- Temperatura del cemento asfáltico y porcentaje de agua con los cuales se obtenga la máxima expansión y vida media.
- Porcentaje de agua a añadir para alcanzar la mayor densidad y densidad seca máxima por el ensayo Proctor Modificado, AASHTO T-180-D, de la mezcla con asfalto.

El rango de tolerancia del cemento asfáltico será de : +/- 0.5%.

Los porcentajes de compactación alcanzados serán superiores al 97% de la densidad seca máxima del Proctor Modificado.

La mezcla asfáltica compactada con 75 golpes por cara en moldes tipo Marshall, debe tener un proceso de curado que incluye 24 horas en el molde (sin la base) a temperatura ambiente, y luego de la extracción del molde 72 horas adicionales en un horno de tiro forzado de aire a 60 °C. Dichas muestras a 25 °C debe cumplir los requisitos para el ensayo Marshall o Tracción Indirecta indicados en la tabla 406-6.02 .

TABLA 406-6.02

| Ensayos de acuerdo al método : | Especificación. |
|-----------------------------------|--|
| MARSHALL Estabilidad seca | Mínimo = 910 kg = 2.000 libras |
| Estabilidad sumergida | Mínimo = 454 kg = 1.000 libras |
| TRACCION INDIRECTA (AASHTO T-283) | |
| Condición seca | Mínimo = 2,5 kg/cm ² = 36 psi |
| Condición sumergida | Mínimo = 1,0 kg/cm ² = 14 psi |

La condición sumergida se logra colocando la probeta en un recipiente para vacío, y luego de ser cubierta con agua a 25 °C se aplicará un vacío de 50 mm de mercurio durante 60 minutos. Alguna variante para lograr resultados similares a este procedimiento deberá ser aprobada por la Fiscalización.

406-6.05. Procedimiento de trabajo.

Recuperación de los materiales. Se efectuará con un recuperador de caminos.

Mezclado y distribución. Se efectuará en el sitio. El Contratista previamente deberá preparar la fórmula de trabajo de acuerdo a los requerimientos del diseño y con la aprobación del Fiscalizador. La máquina distribuirá el material mezclado con asfalto sobre la vía en forma regular, iniciándose el proceso de compactación , luego el perfilado y por último la compactación final.

Cuando sea necesario añadir material granular, se lo realizará por medio de un distribuidor de agregados, en las cantidades indicadas en el diseño o fórmula maestra, previo al inicio del reciclado

Compactación. Inmediatamente después de haber quedado distribuida la mezcla se procederá con la compactación inicial con rodillo vibratorio. Luego se realizará una conformación superficial con motoniveladora para obtener una superficie regular y uniforme, de acuerdo con la alineación , gradiente y sección transversal especificada. Luego se realizará la compactación final con rodillos lisos y/o neumáticos.

En el caso en que se contemple colocar una capa de rodadura sobre la capa reciclada, será necesario dejar transcurrir al menos 72 horas al tráfico, previo al riego de adherencia. En el caso de que vaya a permanecer por un tiempo mayor del indicado sin protección será necesario colocar un sello asfáltico convencional, más aún si es temporada invernal.

406-6.06. Medición. Las cantidades a pagarse por la construcción de la capa reciclada con asfalto expandido será el número de metros cúbicos de mezcla puesta en obra, compactada y aprobada por el fiscalizador, así como el número de litros de asfalto expandido incorporados a la mezcla.

El cómputo de la cantidad de asfalto empleado se determinará por medición directa de la máquina y/o por la determinación del cemento asfáltico por ensayos de extracción antes y después. La cantidad de material que en algunos casos sea necesario añadir, se determinará sobre la base del volumen suelto real colocado.

406-6.07. Pago. Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios señalados en el contrato para los rubros designados a continuación.

El pago efectuado y los precios contractuales constituirán la compensación total por el desgarramiento, recuperación, inyección, mezclado, colocación, conformación y compactación de la mezcla; así como también por la mano de obra, equipos, herramientas, tratamiento de materiales y operaciones conexas, en el completamiento de los trabajos descritos en esta sección.

| No. del Rubro de pago y Designación | Unidad de medida |
|--|-------------------------|
| 406-6 Capa asfáltica recuperada..... | metro cúbico (m3) |
| 406-6 (1) Agregados triturados..... | metro cúbico (m3) |
| 406-6 (2) Asfalto espumado..... | litros (l) |

406.7 Capas Delgadas de Microaglomerados en Caliente.

406-7.01. Descripción.- Este trabajo consistirá en la construcción de microaglomerados asfálticos en caliente colocados en capas delgadas con un espesor entre 2 y 3 cm, constituidos por agregados en la granulometría especificada, relleno mineral, si es necesario, y material asfáltico, mezclado en caliente en una planta central y colocado sobre un pavimento existente, de acuerdo con los requerimientos de los documentos contractuales.

406-7.02. Materiales.- Los agregados a emplear estarán constituidos por roca o grava trituradas totalmente, arenas y relleno mineral, debiendo cumplir con alguna de las exigencias granulométricas que se muestran en la tabla 406-7.1, para los tamaños máximos de 8 ó 10 mm.

Los agregados a utilizar serán limpios, sólidos y resistentes, libres de materiales orgánicos, arcillas u otras materias extrañas. El porcentaje de desgaste por abrasión de los agregados será menos del 25% según la Norma INEN 860.

El máximo porcentaje en peso de partículas alargadas y achatadas retenidas en el tamiz INEN 4.75mm cuya relación entre las dimensiones máximas y mínimas mayor que 5, no deberá ser mayor de un 10% según la Norma ASTM D4791.

Los agregados gruesos retenidos en el tamiz INEN 4.75 mm deben tener cierta angularidad, debiendo contener al menos el 75% en peso de elementos triturados que contengan dos o más caras fracturadas según la Norma ASTM D5821.

TABLA 406-7.1

| Tamaño máximo nominal | 12,5 mm | 10 mm | 8 mm | Tz No. 4 (4,75 mm) | Tz No. 8 (2,36 mm) | Tz No. 30 (0,60 mm) | Tz No. 200 (0,075mm) |
|-----------------------|---------|-------|-------|--------------------|--------------------|---------------------|-----------------------|
| 8 mm | ----- | 100 | 75-97 | 25-40 | 20-35 | 12-25 | 7-10 |
| 10 mm | 100 | 75-97 | ----- | 25-40 | 20-35 | 12-25 | 7-10 |

Las mismas presentan como característica discontinuidades entre los tamices No 8 y No 4, que son responsable de una excelente macrorugosidad.

Como agregados finos se utilizarán mayormente arenas trituradas, limitándose el contenido de arena natural en la mezcla a un máximo del 10 %. El equivalente de arena se realizará en los agregados pasantes por el tamiz INEN 4.75 mm. Tendrá un valor mínimo de 35% según Norma ASTM D2419.

Los agregados serán de características tales que, al ser impregnados con material bituminoso, más de un 95% de este material bituminoso permanezca impregnando las partículas, después de realizado el ensayo de resistencia a la peladura.

El material asfáltico que deberá emplearse será un cemento asfáltico de penetración 85-100 mejorado con polímeros, con elevada cohesión interna, para otorgar a las mezclas una gran resistencia al arranque de sus partículas, una cierta capacidad de recuperación elástica y una mejora notable en su resistencia a la deformación plástica. El cemento asfáltico 85-100 que se vaya a utilizar deberá cumplir antes de mezclarse con polímeros las exigencias de la tabla 810-2.1. Las características que deben cumplir los asfaltos ya mejorados con polímeros, bien sean estos elastómeros, como el SBS o el EVA, o plastómeros, como el EE-2, se muestran en la tabla 406-7.2.

TABLA 406-7.2

| | |
|------------------------------------|---------|
| Penetración (25 °C, 100g, 5s) | 50 - 70 |
| Punto de ablandamiento (A y B), °C | > 60 |

Para tráfico medio o liviano podrá admitirse el empleo de cementos asfálticos de penetración 60-70 sin modificar con polímeros, siempre que cumplan las exigencias de la tabla 810-2.1. La clasificación del tráfico aparece en la tabla 405-5.4.

406-7.03 Equipos.- Serán necesarias plantas mezcladoras, camiones, equipos para la distribución de la mezcla y compactadores. Estos deberán cumplir los mismos requerimientos mostrados en el numeral 405-5.03 para el caso del hormigón asfáltico mezclado en planta, de las Especificaciones Generales MOP-001-F -2000.

406-7.04 Ensayos y tolerancias.- Los ensayos que se deben realizar para la comprobación de la calidad de los agregados y el material asfáltico serán los indicados en el numeral 406-8.02.

La mezcla asfáltica deberá cumplir con los requisitos siguientes:

| | |
|--|-------------------------------|
| Porcentaje en peso de ligante: | 5,0 % a 5,8% sobre la mezcla. |
| Porcentaje de vacíos: | superior al 4%. |
| Estabilidad Marshall (60 oC): | mayor a 1650 libras. |
| Estabilidad retenida luego de 7 días en agua a temperatura ambiente: | superior al 75 %. |

Las briquetas tipo Marshall deberán ser confeccionadas aplicando 50 golpes por

cara con el martillo correspondiente dicho método.

Las tolerancias admitidas y las actividades a realizar para el control de calidad de la obra terminada son similares a las mostradas en el numeral 405-5.04 para el hormigón asfáltico mezclado en planta, de las Especificaciones Generales MOP-001-F - 2000.

406-7.05 Procedimientos de trabajo.- Son los mostrados en el numeral 405-5.05 para el hormigón asfáltico mezclado en planta, de las Especificaciones Generales MOP-001-F - 2000.

Especial cuidado deberá tenerse en el riego de adherencia previo a la colocación de la capa, al ser muy grande las fuerzas de cizalla ejercidas por los neumáticos a nivel de esta interfase y para la impermeabilización del soporte, dado el contenido de huecos en estos tipos de mezclas.

Se deberá emplear para el riego una dotación grande, entre 400 y 600 g/m² de ligante residual, en función del estado del soporte. Los materiales asfálticos a utilizar podrán ser asfaltos diluidos de curado rápido o emulsiones catiónicas de rotura rápida. Las mismas deberán cumplir las exigencias de calidad estipuladas en las especificaciones vigentes del MOP.

406-7.06 Medición y pago.- Serán similares a las mostradas en los numerales 405-5.06 y 405-5.07 para el hormigón asfáltico mezclado en planta, de las Especificaciones Generales MOP-001-F-2000.

406-8 Fresado de pavimento asfáltico

406-8.01 Descripción.- Este trabajo consiste en la obtención de un nuevo perfil longitudinal y transversal de un pavimento asfáltico existente, mediante su fresado en frío, de acuerdo con los alineamientos y dimensiones indicados en los documentos del proyecto y las instrucciones del fiscalizador

406-8.02 Materiales.- Este requisito no es aplicable en la presente especificación.

406-8.03 Equipo.- El equipo para la ejecución de los trabajos deberá ser una máquina fresadora cuyo estado, potencia y capacidad productiva garanticen el correcto cumplimiento del plan de trabajo. Si durante el transcurso de los trabajos el Fiscalizador observa deficiencias o mal funcionamiento de la máquina, ordenará su inmediata reparación o reemplazo.

406-8.04 Procedimiento de trabajo

Preparación de la superficie existente

Inmediatamente antes de las operaciones de fresado, la superficie de pavimento deberá encontrarse limpia y, por lo tanto, el Constructor deberá adelantar las operaciones de barrido y/o soplado que se requieran para lograr tal condición.

Fresado del pavimento

El fresado se efectuará sobre el área que apruebe el fiscalizador, a temperatura ambiente y sin adición de solventes u otros productos ablandadores que puedan afectar la granulometría de los agregados o las propiedades del asfalto existente.

El material extraído deberá ser transportado y acopiado en los lugares que indiquen los documentos del proyecto o que establezca el Fiscalizador y será de propiedad del Ministerio de Obras Públicas del Ecuador.

Durante el manipuleo del material fresado, deberá evitarse su contaminación con suelos u otros materiales extraños.

En proximidades de bocas de pozos y en otros sitios inaccesibles al equipo de fresado, el pavimento deberá removerse empleando otros métodos que den lugar a una superficie apropiada.

El trabajo de fresado se podrá realizar en varias capas, hasta alcanzar el espesor del proyecto, debiendo quedar una superficie nivelada y sin fracturas.

En la eventualidad de que al término de una jornada de trabajo no se complete el fresado en todo el ancho de la calzada, los bordes verticales, en sentido longitudinal, cuya altura supere cinco centímetros (5 cm), deberán ser suavizados de manera que no impliquen peligro para el tránsito automotor. Igual precaución se tomará en los bordes transversales que queden al final de cada jornada.

Cualquiera que sea el método utilizado por el Constructor, los trabajos de fresado no deberán producir daños a objetos, estructuras y plantas que se encuentren cerca a la zona de acción de sus equipos y, por lo tanto, deberá tomar las precauciones que corresponda, siendo de su responsabilidad todos los daños y perjuicios que en dichos elementos se ocasionen durante el desarrollo de los trabajos. Al efecto, el Fiscalizador estará facultado para exigir la modificación o incremento de todas las medidas de seguridad que se hayan adoptado inicialmente.

406-8.05.- Condiciones para recepción de trabajos

Durante la ejecución de los trabajos, el Fiscalizador verificará el funcionamiento del equipo empleado y levantará los perfiles que considere necesarios.

- Se admitirá una tolerancia de las cotas de la superficie resultante, respecto de las de proyecto, hasta de cinco milímetros (5 mm) en defecto o en exceso.
- El Fiscalizador se abstendrá de aceptar en el acopio todo material que resulte contaminado como resultado de un manipuleo incorrecto por parte del Constructor.

406-8.06.- Medición.- La unidad de medida del pavimento asfáltico fresado será el metro cúbico (m^3), aproximado al entero, de superficie fresada de

acuerdo con las exigencias de esta especificación y las dimensiones y cotas señaladas en los documentos del proyecto u ordenadas por el Fiscalizador.

El área tratada se determinará multiplicando la longitud fresada por el ancho tratado y por el espesor fresado, el cual estará establecido en los planos del proyecto o será fijado por el Fiscalizador.

No se medirá ningún área por fuera de tales límites.

406-8.07.- Pago.- El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y a satisfacción plena del Fiscalizador.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos de limpieza previa que requiera la superficie, el fresado para alcanzar las cotas o espesores que indique el proyecto; cargue, transporte, descargue y acopio del material fresado en los sitios establecidos; la reparación a satisfacción de todos los elementos que hayan sido afectados por la ejecución de los trabajos; la señalización preventiva y el ordenamiento del tránsito público durante el lapso de ejecución de los trabajos y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución del fresado del pavimento asfáltico.

| No del Rubro de Pago y Designación | Unidad de medida |
|--|--------------------------------|
| 406-8 Fresado de pavimento asfáltico | Metro cúbico (m ³) |

SECCIÓN 407 CONTROL AMBIENTAL DURANTE LA CONFORMACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA.

407-01. Descripción.- Durante la conformación de la capa de rodadura, con frecuencia se producen derrames de asfalto líquido y emulsiones, especialmente durante la etapa de riego del sello o el vertido de residuos de concreto asfáltico a los cuerpos de agua más cercanos; así como también la emisión de gases producto del calentamiento del asfalto. Esta sección contempla una serie de actividades a ejecutar por parte del Contratista, tendientes a minimizar los efectos negativos que sobre el ambiente y la salud humana pueden producir.

407-02. Procedimiento de Trabajo.- Si las especificaciones ambientales particulares no contemplan nada sobre este tema, será el Fiscalizador quien ordene al Contratista la cabal ejecución de las siguientes acciones:

1. Se verificará un buen manejo del riego del asfalto líquido, emulsiones y concreto asfáltico por parte de los operarios, al igual que un adecuado mantenimiento de los transportes de dichos materiales;
2. Los residuos de concreto asfáltico por ningún motivo serán vertidos o desalojados a los cauces naturales de agua;
3. Cuando se la obra vial sea adyacente a un drenaje natural, se colocará barreras de contención para retener los desechos o residuos;
4. Deberá realizarse limpiezas periódicas de las cunetas laterales de residuos y fragmentos de la construcción vial;
5. En el caso accidental de vertimiento de asfalto líquido o emulsión asfáltica utilizada para la imprimación, deberá recogerse dicho material, incluyendo el suelo contaminado y disponiéndolo en los rellenos sanitarios construidos para tal fin.
6. Los obreros que laboran en el transporte y disposición de asfalto deben disponer del equipo adecuado de seguridad industrial, tal como cascos, botas, protectores buco-nasales y otros que eviten afecciones pulmonares.

407-03. Medición y Pago.- Los trabajos que deban realizarse con los propósitos de esta sección, dada su naturaleza, no se pagarán en forma directa, sino que se considerarán en los rubros del contrato.