



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

GUÍA PARA LA SUPERVISIÓN DE CARRETERAS ASFALTADAS

ENIO EDUARDO ORELLANA MORALES

Asesorado por

Ing. Oscar Humberto Montes Estrada

Guatemala, agosto de 2004

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

GUÍA PARA LA SUPERVISIÓN DE CARRETERAS ASFALTADAS

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

ENIO EDUARDO ORELLANA MORALES

ASESORADO POR

ING. OSCAR HUMBERTO MONTES ESTRADA
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, AGOSTO DE 2004

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I	Ing. Murphy Olympo Paíz Recinos
VOCAL II	Ing. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Julio Ismael Gonzáles Podszueck
EXAMINADOR	Ing. Raúl Marroquín
EXAMINADORA	Inga. Elvia Ruballos
EXAMINADOR	Ing. Rolando Magus
SECRETARIO	Ing. Francisco Javier Gonzáles López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

GUÍA PARA LA SUPERVISIÓN DE CARRETERAS ASFALTADAS

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 1 de junio de 2004.

Br. Enio Eduardo Orellana Morales

Guatemala, 5 de julio de 2004

Ingeniero
Celvin Estrada Barrera
Jefe del Departamento de Transportes
Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería

Estimado Ingeniero

Por este medio me dirijo a usted para informarle que habiendo revisado el trabajo de graduación titulado **GUÍA PARA LA SUPERVISIÓN DE CARRETERAS ASFALTADAS**, desarrollado por el estudiante Enio Eduardo Orellana Morales, lo doy por aprobado, considerando que el trabajo en mención fue realizado bajo los preceptos exigidos pro la unidad académica y de acuerdo a los lineamientos que a mi criterio debieron tomarse en cuenta.

Atentamente,

Ing. Oscar Humberto Montes Estrada
ASESOR

Guatemala, 26 de julio de 2,004

Ing. Carlos Salvador Gordillo García
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimado Ingeniero:

Por este medio me dirijo a usted para informarle que he revisado el trabajo de graduación titulado GUÍA PARA LA SUPERVISIÓN DE CARRETERAS ASFALTADAS, desarrollado por el estudiante universitario Enio Eduardo Orellana Morales, quien contó con la asesoría del Ing. Oscar H. Montes Estrada.

Considero que el trabajo en mención fue realizado bajo los preceptos exigidos por la unidad académica y de acuerdo a los lineamientos que a mi criterio debieron tomarse en cuenta; por lo tanto me permito dar la aprobación correspondiente.

Atentamente,

Ing. Calvin Estrada Barrera
Jefe del Departamento de Transportes

DEDICATORIA

- A Dios: Por permitirme llegar a culminar uno de mis sueños.
- A mi esposa: Zully, por su apoyo incondicional en todo momento.
- A mis hijos: Derek y Hazen
Con todo mi amor, ya que ellos son mi motivación.
- A mis padres: José Luis Orellana y Rosario Morales de Orellana
Por su ayuda y sus múltiples esfuerzos para mi educación.
- A mis hermanos: Mary, Jaime, Sheny y William
Por su apoyo moral.
- A:
Ing. Oscar Humberto Montes Estada
Por su amistad y apoyo en toda mi carrera.
- A familiares y amigos:
Por su amistad, ayuda y tiempo que han compartido conmigo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE	
ILUSTRACIONES.....	IV
GLOSARIO.....	VI
RESUMEN.....	X
OBJETIVOS.....	XI
INTRODUCCIÓN.....	XII
1 GENERALIDADES	
1.1 Definición.....	1
1.2 Tipos de carreteras asfaltadas.....	1
1.2.1 Tratamientos asfálticos superficiales.....	1
1.2.1.1 Definición.....	1
1.2.1.2 Descripción.....	2
1.2.1.3 Estructura del pavimento.....	3
1.2.1.4 Capa de rodadura.....	6
1.2.1.5 Ventajas y desventajas.....	6
1.2.2 Pavimento con concreto asfáltico.....	7
1.2.2.1 Definición.....	7
1.2.2.2 Descripción.....	8
1.2.2.3 Estructura del pavimento.....	8
1.2.2.4 Capa de rodadura.....	9
1.2.2.5 Ventajas y desventajas.....	9
1.3 Estructuras de drenajes.....	10
1.3.1 Cunetas revestidas.....	10
1.3.2 Bordillos.....	10
1.3.3 Cajas y cabezales.....	10
1.3.4 Alcantarillas.....	11

1.3.5	Subdrenajes.....	11
1.4	Señalización.....	12
1.5	Dispositivos para control de tránsito.....	12
2	LA SUPERVISIÓN EN EL CAMPO	
2.1	Importancia de la supervisión.....	15
2.2	Documentos necesarios para supervisar.....	16
2.2.1	Planificación.....	16
2.2.2	Documentos legales.....	17
2.2.3	Documentos adicionales de soporte técnico.....	24
2.3	Actividades de campo.....	25
2.3.1	Control de equipo y maquinaria.....	25
2.3.2	Herramientas de supervisión.....	26
2.3.3	Operaciones de construcción, especificaciones técnicas y ensayos de laboratorio.....	29
2.3.4	Mediciones de renglones ejecutados.....	91
2.3.5	Avances físico y financiero.....	97
2.3.5.1	Sistemas de control de avances físico y financiero.....	97
2.3.5.2	Sistema de control de avances programados.....	101
2.3.6	Registro en bitácora de trabajos ejecutados.....	104
2.3.7	Informes especiales.....	106
2.4	Documentos de campo.....	110
2.4.1	Ordenes de campo.....	110
2.4.2	Bitácora en obra.....	112
2.4.3	Sistema de control de clima.....	112

3	LA SUPERVISIÓN EN GABINETE	
3.1	Ingreso de bitácora de campo en sistema de control general.....	115
3.2	Solicitud de pago de estimaciones de trabajo y desembolsos.....	115
3.2.1	Procedimientos para pago de estimaciones de trabajo.....	116
3.3	Elaboración de documentos de cambio.....	118
3.3.1	Orden de cambio.....	119
3.3.2	Orden de trabajo suplementario.....	119
3.3.3	Acuerdo de trabajo extra.....	119
3.4	Solicitud de ampliaciones de plazo.....	121
3.5	Solicitud de terminación de contratos.....	123
3.6	Solicitud de comisiones receptoras.....	124
3.7	Solicitud de auditorias técnicas y financieras.....	126
3.8	Cálculo de sobrecostos.....	127
	CONCLUSIONES.....	130
	RECOMENDACIONES.....	131
	BIBLIOGRAFIA.....	132
	ANEXOS.....	133
	APENDICES.....	152

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

No.	Título	Página
1	Porcentajes para fianza de conservación de obra	23
2	Bitumen para riego de imprimación	61
3	Granulometría para el secante	62
4	Requisitos del polvo mineral para concreto asfáltico	72
5	Formato para control de avance físico	99
6	Formato para control de avance financiero	100
7	Formato de control del avance físico programado	102
8	Formato de control del avance financiero programado	103
9	Boleta de orden de campo	111
10	Boleta para control de lluvias	114
11	Factor A para sobre costos	128
12	Orden de inicio	133
13	Carta alertiva en la ejecución de un proyecto	134
14	Evaluación a contratistas	135
15	Acta de suspensión de obra	136
16	Informe preliminar de supervisión	137
17	Informe final de supervisión	139
18	Solicitud de recepción definitiva del proyecto	141
19	Tipos de graduación para material de base de grava	142
20	Tipos de graduación para material de base granular	142
21	Tipos de graduación para material pétreo de capa de base negra	143
22	Requisitos del material bituminoso para mezcla de base negra	144
23	Requisitos de la mezcla de base negra	145
24	Tipos de graduación para agregados de tratamientos asfálticos superficiales	146
25	Requisitos del material bituminoso para tratamientos asfálticos superficiales	147
26	Requisitos del bitumen para riego de liga	148

27	Cantidades de bitumen para tratamientos asfálticos superficiales	149
28	Cantidades de agregado para tratamientos asfálticos superficiales	149
29	Graduación de agregado para concreto asfáltico	150
30	Requisitos para el concreto asfáltico	151
31	Requisitos para el cemento asfáltico para el concreto asfáltico	151
32	Hoja de bitácora para proyecto	152
33	Hoja de estimación de trabajo	153
34	Cuadro analítico de cantidades de trabajo	154
35	Orden de cambio	155
36	Orden de trabajo suplementario	157
37	Acuerdo de trabajo extra	159

GLOSARIO

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials.
Abrasión	Desgaste de los materiales por medio de fricción.
Agregados pétreos	Materiales inertes resultantes de la desintegración natural de rocas o que se obtienen de la trituración de las misma o de otros materiales inertes suficientemente duros.
Alquitrán	Líquido viscoso, de olor característico, obtenido por destilación seca de productos diversos (hulla, lignito, turba, madera).
Apilamiento	Amontonar o poner en pila los materiales.
ASTM	American Society for Testing and Materials.
Bitácora	Libro de actas debidamente foliado y registrado, aprobado por el contratante para escribir en él las órdenes del supervisor o actas necesarias, para el buen desarrollo de una obra o proyecto.
Bituminoso	Es el material que contiene mineral natural rico en carbono e hidrógeno.

CBR	Californian Bearing Ratio.
Clinómetro	Es el instrumento de precisión, que se utiliza para chequear la horizontalidad en una carretera, el cual indica las pendientes en tramos definidos.
Cohesímetro	Es el instrumento que mide la cohesión de las materiales que componen el concreto asfáltico.
Contratista	Es la persona individual o jurídica con quien el Gobierno celebra un contrato para la ejecución de una obra.
Disposiciones especiales	Es el documento que complementa a las especificaciones generales, y las adapta a los requerimientos de la obra de que se trate; contiene así mismo toda la información y requisitos específicos de la obra, las especificaciones técnicas que no aparezcan en las generales, y los cambios, correcciones, ampliaciones o modificaciones a las mismas. A este documento se incorporan los apéndices necesarios.
Emulsión	Es el líquido integrado por dos sustancias no miscibles, una de las cuales se halla dispersada en la otra, en forma de gotas pequeñísimas.
Espécimen	Es la muestra de material que se utiliza para practicar ensayos de laboratorio.

Estabilómetro	Es el Instrumento que mide la estabilidad del concreto asfáltico.
Estimación	Es la evaluación periódica, con fines de pago y del progreso de la obra, que hacen de común acuerdo en la fecha de cierre de período, el delegado residente y el contratista, de los renglones ejecutados, para determinar el monto de los pagos parciales de la obra.
Fuelle	Es el instrumento que se utiliza para almacenar aire y lanzarlo con dirección determinada.
GPS	Global Position System.
Mampostería	Es la obra de albañilería a base de piedras y mortero.
Morteros	Son mezclas plásticas obtenida con aglomerante, arena y agua, que sirve para unir las piedras y/o ladrillos que integran las obras de mampostería.
Odómetro	Es el aparato que mide las longitudes.
ONG	Es una organización no gubernamental.
Superintendente	Es el jefe ejecutivo del contratista quien dirige la obra, y tiene plena autoridad para actuar como representante autorizado en relación con el trabajo.

- Tamiz** Es un cedazo de malla tupida, que es usado para separar las partes pequeñas de las gruesas de un material. Se clasifican por la abertura de la malla cuadrada.
- Viga Benkelman** Es el instrumento de medición que se utiliza para verificar la deflexión de la estructura del pavimento y de la capa de rodadura, practicada con un peso y longitud determinadas.

RESUMEN

En el proceso de ejecución de una obra de carretera, la supervisión de los trabajos es quizá el más importante, ya que al realizar en forma correcta la supervisión de los trabajos, se tendrá como resultado una obra de calidad y se invertirán adecuadamente los recursos disponibles.

Entonces, se comprende la necesidad de contar con el presente trabajo donde se presentan los criterios, herramientas, documentos, formatos, especificaciones técnicas y procedimientos que se deben seguir, para realizar una supervisión eficiente y oportuna.

La supervisión de un proyecto de carretera no se centra únicamente en el campo; el trabajo en gabinete también debe ser de calidad. Esto se debe a que en las diferentes etapas de ejecución del proyecto surgen modificaciones, cambios, pagos, decrementos, ampliaciones de plazo y financieras, que deben documentarse para no tener problemas posteriores.

En este trabajo, se trato de recabar toda la información necesaria que debe tomarse en cuenta, para poder realizar un trabajo de supervisión eficiente y de calidad, tanto en el campo como en gabinete.

Se presenta una serie de ilustraciones, que serán de mucha utilidad al ingeniero supervisor, para minimizar su trabajo y mejorar el control de la obra.

OBJETIVOS

□ GENERAL

Proporcionar al ingeniero civil una guía práctica, que contenga las herramientas básicas necesarias para realizar los trabajos de supervisión de carreteras asfaltadas.

□ ESPECÍFICOS

1. Normar y estandarizar los procedimientos de control interno que se deben seguir para lograr una supervisión eficiente y eficaz.
2. Proporcionar al personal encargado de supervisar obras de carreteras, los mecanismos que faciliten el control adecuado de las obras que se encuentren en ejecución.
3. Indicar los procedimientos y documentación necesaria, para proporcionar periódicamente la información cualitativa y cuantitativa de los avances en el desarrollo de la obra.
4. Optimizar los recursos y mejorar la calidad de las obras, con el fin de garantizar la óptima inversión de los recursos.
5. Aumentar la capacidad laboral que el ingeniero supervisor pueda aportar a la institución o empresa a que pertenezca.

INTRODUCCIÓN

Cualquier empresa o institución, que se dedique a ejecutar obras de carreteras, no podrá tener éxito sin una adecuada supervisión en las diferentes etapas de ejecución de la obra. Los mejores programas, documentos y material de apoyo, se convierten en simple material de información, si no existe una supervisión que permita ejecutarlos.

Debido a la exigencia en cuanto a la carga de trabajo y especificaciones técnicas, es importante contar con un documento que facilite los procedimientos que se deben seguir de la manera más práctica, para llevar un mejor control de los proyectos de carreteras pavimentadas independientemente del tipo. El supervisor debe tener los conocimientos básicos de una carretera pavimentada, para lo cual se presentan las generalidades de éstas, en el capítulo 1.

El éxito o fracaso de un proyecto de este tipo, radica en realizar una supervisión de calidad y periódica, con la realización de diferentes actividades de campo como: control de calidad de materiales, utilización de maquinaria adecuada, procedimientos de construcción adecuadas, temperaturas, cantidades, etc, lo cual se presenta en el capítulo 2.

Las funciones de la supervisión no sólo se centralizan en el proyecto; también es necesario realizar trabajo de gabinete, ya que la información recabada en campo genera documentos para realizar trámites, los cuales son necesarios para la continuidad y respaldo de los trabajos ejecutados en la obra.

En gabinete, se analizan y autorizan pagos de estimaciones, desembolsos, plazos y documentos de cambio. El conocimiento y la elaboración de esta documentación le evitará al supervisor tener problemas posteriores, lo cual se describen en el capítulo 3.

En el capítulo 3, también se presentan los formatos de control de los avances físicos y financieros en la obra, que es la información que debe llevar una bitácora, informes especiales, así como la utilización de las herramientas que se utilizan en supervisión.

1. GENERALIDADES

1.1. Definición

Los proyectos de carreteras asfaltadas son aquellas, cuyo objetivo es mejorar la condición existente que resulta antieconómica, por insuficiente o inadecuada para el movimiento vehicular o esperando. Existe entonces una demanda efectiva y proyectada, que puede justificar ciertas inversiones para lograr determinados beneficios. Las inversiones para el sector público de estos proyectos las realiza el estado y los beneficios los reciben los usuarios; estos beneficios se manifiestan en diferentes formas, principalmente en ahorros por disminución en costos de transporte, al reducir distancias o mejorar la superficie de rodamiento. Los tipos de carreteras asfaltadas, que se presentan en este trabajo, son los de tratamientos superficiales, que son más económicos y que dependen del volumen del tránsito, topografía del terreno y clima; y las de concreto asfáltico, que son más costosas, pero su vida útil es mayor.

1.2. Tipos de carreteras asfaltadas

1.2.1. Tratamientos asfálticos superficiales

1.2.1.1. Definición

Son pavimentos con una o tres capas de revestimiento de poco espesor, formada por riegos sucesivos y alternados de material bituminoso y agregados pétreos, destinada principalmente a recibir directamente la acción del tránsito.

La capa de rodadura debe proporcionar las condiciones necesarias de impermeabilidad, resistencia al desgaste y suavidad para el rodaje.

Cuando se diseña el pavimento, no se considera que aporte ninguna contribución de la carga.

1.2.1.2. Descripción

La construcción de un pavimento con tratamiento superficial consiste en la obtención, procesamiento y apilamiento de los agregados clasificados de bancos o canteras, la preparación y delimitación de la superficie a tratar, así como el suministro, acarreo y distribución uniforme superficial del material asfáltico y agregados pétreos. La compactación, los controles de laboratorio, durante todo el proceso de construcción de una o de varias capas de tratamiento asfáltico superficial, sobre la base previamente preparada, son de suma importancia para la calidad de la obra ya terminada. Todo el proceso de construcción debe estar establecido previamente e indicado en los planos y ajustándose razonablemente a los lineamientos horizontal y vertical, y secciones típicas de pavimentación, dentro de las tolerancias estipuladas dentro de las especificaciones técnicas generales y disposiciones especiales.

Dependiendo de los sucesivos riegos de agregado pétreo y material bituminoso, así se denominará el tipo de tratamiento, entonces sí se aplica un riego será tratamiento simple superficial, el cual es utilizado generalmente para hombros. Al aplicar dos riegos, éste será un pavimento de doble tratamiento

superficial, el cual es utilizado en proyectos, donde el volumen de tránsito no es muy elevado y la topografía del terreno no es accidentada.

1.2.1.3. Estructura del pavimento

I. Subrasante

Previo a construir la estructura, que la compone la sub-base y base, se debe preparar la capa del terreno natural que la soportará, la cual se denomina subrasante.

La preparación de esta capa se le llama reacondicionamiento de subrasante, la cual consiste en escarificar, homogenizar, mezclar, uniformizar, conformar, y compactarla. Este trabajo conlleva realizar cortes y rellenos, no mayores de 20 centímetros de espesor; con el objeto de regularizar y mejorar las condiciones de la misma y que funcionara como cimiento de la estructura del pavimento.

La limpieza de toda la vegetación y materia orgánica existente sobre el área de la sub-rasante que se va a reacondicionar; al igual que la regulación del tránsito y el control de laboratorio, es necesario para dejar una superficie que cumpla con especificaciones generales y sea adaptada a los alineamientos vertical y horizontal, secciones típicas de pavimentación, que se indica en los planos.

II. Capa de sub-base

Es la capa de la estructura del pavimento; su función es soportar, transmitir y distribuir con uniformidad las cargas del tránsito, de tal manera que el suelo de la sub-rasante la pueda soportar; y absorba las variaciones inherentes a dicho suelo y que puedan afectar a la base.

El material de sub-base debe cumplir ciertas especificaciones; su construcción consiste en obtener el material de un banco natural, transportarlo tenderlo, mezclarlo, humedecerlo, conformarlo y compactarlo sobre la subrasante ya preparada. El control de laboratorio y operaciones necesarias, para construir una o varias capas del espesor compactado requerido, es esencial para obtener una sub-base de acuerdo con lo indicado en los planos y que se ajusta a los alineamientos horizontal, vertical y secciones típicas de pavimentación, que se encuentre dentro de las tolerancias permitidas, de conformidad con las especificaciones técnicas.

III. Capa de base

Es la capa constituyente de la estructura del pavimento, cuya función principal es distribuir y transmitir las cargas originadas por el tránsito, a las capas subyacentes y sobre la que se coloca la capa de rodadura.

Según las necesidades del proyecto, esta capa puede ser: de grava o piedra triturada, base granular, base negra y, en determinadas situaciones, si los materiales no llenan los requisitos, se estabilizará, lo que se denomina base estabilizada.

- Capa de base de grava o piedra triturada

La capa de base está constituida por el material resultante del proceso de trituración de la piedra o grava, provenientes de bancos o canteras naturales, combinándolo con material de relleno. A los materiales combinados, que conforman la base, se les deben realizar los ensayos de laboratorio respectivos, para saber si cumplen o se encuentran dentro de las tolerancias que indican las especificaciones técnicas.

Se debe, además, tener control en la mezcla, apilamiento, transporte, tendido, conformación y compactado sobre la sub-base, lo cual se debe ajustar a lo indicado en los planos y especificaciones técnicas.

- Capa de base granular

Está formada por la combinación de piedra o grava, con arena y suelo, en su estado natural, clasificados o con trituración parcial.

La explotación de canteras y bancos, la trituración, clasificación de la piedra y del material de relleno para la mezcla, para formar la base, necesita realizar una serie de operaciones de construcción y ensayos de laboratorio, que indiquen que los materiales que se van a utilizar cumplen con las normas establecidas. En las operaciones de construcción de la base sobre la sub-base, también es necesario realizar sus controles de laboratorio y procedimientos constructivos.

- Capa de base negra

Está constituida por materiales granulares pétreos, recubiertos con material bituminoso, con el objeto de mejorar sus condiciones de resistencia a la humedad y estabilidad, proporcionando una mejor distribución de las cargas de tránsito a las capas subyacentes de la estructura del pavimento. Al igual que

la anterior, debe cumplir con normas de diseño, especificaciones técnicas de los materiales y de construcción.

- Capa de base estabilizada

En determinadas situaciones, por las características de los materiales y humedad, es necesario proceder a mejorar las condiciones de estabilidad y resistencia a la humedad, por medio de un material estabilizador, la cual se denomina base estabilizada. Está constituida por materiales pétreos y/o suelos mezclados con cemento Pórtland y agua, aplicando la técnica de estabilización, con el objeto de mejorar sus condiciones, y proporcionar una mejor distribución de las cargas de tránsito a las capas inferiores.

Al igual que las anteriores, es necesario realizar los ensayos de laboratorio, sin embargo, adicionalmente se debe verificar el material estabilizador, el método de estabilización, el equipo, las cantidades que se van a utilizar, el apilamiento, los tiempos, las operaciones de construcción, etc.

1.2.1.4. Capa de rodadura

La capa de rodadura del tratamiento asfáltico superficial está constituida por riegos sucesivos y alternados de material bituminoso y agregados pétreos, los cuales dependerán de los tratamientos que se requiera.

1.2.1.5. Ventajas y desventajas

a) Ventajas

- Económico
- Mejora las condiciones de circulación de vehículos
- El procedimiento de construcción de la capa de rodadura se realiza directamente en la obra
- La superficie de rodadura evita deslizamiento del tránsito en invierno.
- El costo por mantenimiento no es muy elevado.

b) Desventajas

- No es funcional en pendientes mayores del 14%.
- No es funcional en curvas con pendientes.
- En climas extremadamente fríos, se presenta el problema del desvestimiento de los agregados.
- La capa de rodadura es de muy poco espesor.
- La capa de rodadura no presenta la comodidad como el concreto asfáltico.
- No absorbe deflexiones que puedan sufrir las capas inmediatas inferiores.
- Se debe tener un control estricto de la calidad y cantidad de materiales en la construcción de la capa de rodadura.
- Poca vida útil.

1.2.2. Pavimento con concreto asfáltico

1.2.2.1. Definición

Es el sistema de construcción asfáltica, que consiste en la elaboración en planta y en caliente, de una mezcla de proporciones estrictamente controladas,

de materiales pétreos, polvo mineral y cemento asfáltico. Este tipo de pavimento es de características de calidad uniformes, que se puede tender y compactar de inmediato en la carretera.

El concreto asfáltico puede ser utilizado como capa de base o como superficie de rodadura, según lo determinen las disposiciones especiales.

1.2.2.2. Descripción

La elaboración del concreto asfáltico consiste en la obtención y explotación de canteras y bancos de piedra o grava para su trituración, y proceder a mezclarlas con arena y polvo mineral, para formar un agregado pétreo clasificado, así como la obtención, almacenamiento, suministro y aplicación del polvo mineral. El apilamiento, almacenamiento, acarreo, suministro, calentamiento y aplicación del agregado pétreo y del cemento asfáltico; la elaboración de la mezcla en planta fija, su transporte, tendido, conformación, compactación y regulación del tránsito. Todas las actividades, descritas anteriormente, deben estar sujetas a controles estrictos de laboratorio durante toda su elaboración, de conformidad con lo indicado en los planos y ajustarse razonablemente a los alineamientos horizontal y vertical, y secciones típicas de pavimentación, dentro de las tolerancias estipuladas en las especificaciones generales y disposiciones especiales.

1.2.2.3. Estructura del pavimento

La estructura del pavimento, con concreto asfáltico, está constituida al igual que la de tratamientos superficiales por sub-base y base. Los tipos, operaciones de construcción, requisitos de los materiales, y ensayos de

laboratorio son, por consiguiente, son los mismos. Los procedimientos, para la preparación de la subrasante, también se realizan como se indicó con anterioridad.

1.2.2.4. Capa de rodadura

La capa de rodadura, con concreto asfáltico, está constituida por la mezcla de piedra o grava, arena, polvo mineral y cemento asfáltico.

El espesor y ancho de la sección se diseñará, previo al estudio de volumen y tipo de tránsito que utilizará la carretera.

1.2.2.5. Ventajas y desventajas

a) Ventajas

- Mayor comodidad para el usuario.
- Mayor vida útil.
- La capa de rodadura absorbe la deflexión de las capas inferiores.
- Funcional para pendientes muy pronunciadas
- El espesor mínimo es de 5 centímetros.
- Funcional en climas fríos.

b) Desventajas

- Su costo es elevado.
- Superficie de rodadura con la lluvia es muy lisa.
- En su periodo de mantenimiento, sus reparaciones son costosas.

1.3. Estructuras de drenajes

1.3.1 Cunetas revestidas

Las cunetas, son los canales situados a ambos lados de línea central de la carretera, construidas con piedra bola o de cantera ligada con mortero.

El mortero puede ser simple fundido en sitio, prefundido, o mezclas asfálticas, que sirven para conducir el agua de lluvia, que cae sobre la carretera o taludes hacia los drenajes. La cimentación, las dimensiones, ubicación, tipos y formas de las cunetas revestidas, deben estar indicados en los planos.

1.3.2 Bordillos

Los bordillos son estructuras de concreto simple, que se construyen en el centro, en uno o en ambos lados de la carretera, y sirven para el ordenamiento del tráfico y seguridad del usuario. El detalle de los bordillos debe indicarse en los planos y su construcción, el cual obedece a las especificaciones para un concreto.

1.3.3 Cajas y cabezales

Estas estructuras se construyen en las entradas y salidas de las alcantarillas; su función principal es de encauzar el agua y protección de la

carretera. Son construidas de concreto ciclópeo, mampostería de piedra, o mampostería de ladrillo o bloque.

Las cajas y cabezales deben ser de los tipos y dimensiones indicados en los planos; los requisitos de los materiales y procedimientos de construcción dependerán del tipo de material que se utilice.

1.3.4 Alcantarillas

Son los conductos que se construyen por debajo de la sub-rasante de una carretera y otras obras viales, con el objeto de evacuar las aguas superficiales y profundas. Estas pueden ser de tubos de concreto reforzado, plásticas o de metal corrugado, sin embargo, actualmente se utilizan más las de metal.

Las alcantarillas de metal están formadas por tubos circulares y tubos abovedados anidables, y las de tubos circulares y bóvedas de planchas estructurales, de metal corrugado. El diámetro, longitud y ubicación de la tubería en la obra, debe indicarse en los planos constructivos.

1.3.5 Subdrenajes

Éstos se utilizan para drenar las aguas subterráneas, y se construyen con tubería perforada y materiales pétreos para filtro, o simplemente de materiales pétreos. La tubería que se va a utilizar puede ser de asbesto-cemento, concreto simple, plásticas o de metal corrugado perforada. Las perforaciones del tubo deben obedecer en número, diámetro, ubicación, establecidas en las especificaciones técnicas, así como la graduación del material filtrante.

1.4. Señalización

a) Líneas y marcas de tráfico

Están compuestas por el conjunto de líneas y marcas, que se pintan en el pavimento para el control y ordenamiento del tráfico de la carretera. Éstas deben cumplir con el tipo de la pintura, ancho, largo, dimensiones y colores indicados en los planos e indicaciones técnicas.

b) Señales de tráfico

La componen las figuras, letreros y rótulos pintados en postes y planchas, colocados a uno o ambos lados o encima de la carretera, que sirven para control y ordenamientos del tráfico.

La forma, dimensiones y colores deben de estar de acuerdo con el reglamento de señales de la dirección general de caminos.

1.5. Dispositivos para control de tránsito

Los dispositivos, están constituidos por las defensas que se colocan en las carreteras. Éstas estructuras están construidas de madera, concreto reforzado prefundido, concreto pre-esforzado o de metal, formando postes como miembros verticales y los rieles como miembros horizontales, que están

colocados a los lados de la carretera, para prevenir accidentes y disminuir la gravedad como consecuencia de los mismos.

Las defensas deben ser de los tipos, pesos, secciones y largos requeridos en los planos, así como las líneas y pendientes indicadas en los mismos. En este renglón, se incluyen, además de los miembros verticales y horizontales, los accesorios necesarios para su colocación en el lugar indicado en los planos, tratamientos preservativos necesarios y pintura.

2. LA SUPERVISIÓN EN EL CAMPO

2.1 Importancia de la supervisión

Dentro de todo el personal de las empresas constructoras que contribuye a la construcción de una obra de carreteras, el superintendente o ingeniero residente, que controla y supervisa los trabajos en obra, tiene los deberes más variados. Sus responsabilidades incluyen lo siguiente: establecer y mantener las oficinas de obra, las obras de señalización y seguridad, los turnos de guardianes, así como conocer los documentos de contratos; la planificación, las especificaciones técnicas específicas, las disposiciones especiales, así como ordenar, recibir, almacenar e instalar materiales; ordenar y operar las diferentes máquinas y equipos necesarios, así como informes diarios; ayudar a elaboración del programa cronológico de la obra, mantener la obra apegada al programa, informar sobre cualquier accidente; el control de horas extras; los cobros de reposición, y tratar con los inspectores o supervisores generales, subcontratistas y trabajadores; el control de las horas de entrada y salida del personal, y vigilar la seguridad general dentro de la obra.

Tener el conocimiento a fondo de los contratos celebrados y capacidad de interpretar los planos y especificaciones técnicas son habilidades imprescindibles para el desempeño de las muchas obligaciones del ingeniero

residente y de los supervisores generales. Las modificaciones sufridas en la obra, y que son necesarias para la mejor funcionalidad de la obra, generan trabajos extras o suplementarios, que sobrepasen lo estipulado en el contrato, conllevan la autorización del propietario del proyecto.

Los informes diarios de la supervisión residente constituyen un registro que contiene mucha información importante sobre la obra.

De ahí se obtienen datos, como nombres de trabajadores y horas laboradas por cada uno, actividades de los subcontratistas, descripción de los trabajos que efectúan, lista de materiales que se reciben, equipo y maquinaria recibidos o enviados, visitantes de la obra, observaciones, temperatura, clima, y accidentes u otras eventualidades.

2.2 Documentos necesarios para supervisar

Dentro de la variedad de proyectos de obra civil existentes, los de infraestructura vial, como las carreteras asfaltadas, por la magnitud de su inversión, necesitan contar con la mayor cantidad y calidad de los documentos de soporte legal y técnico. El no contar con la documentación necesaria ocasionaría gastos adicionales y un proyecto de mala calidad.

2.2.1 Planificación

Deberá contarse con planos completos, que contengan toda la información y detalles constructivos necesarios para realizar una buena ejecución; para realizar la supervisión adecuada, se debe solicitar al cliente todos los documentos de soporte necesarios.

En el caso particular de una carretera asfaltada, se necesita contar con los siguientes planos:

- Plano de localización
- Plano de ubicación
- Plano de ubicación de bancos de materiales
- Plano de planta y perfil
- Plano de planta general
- Plano de secciones transversales
- Plano de sección típica de pavimentación
- Plano de detalles de obras de drenajes
- Plano de detalles de obras especiales
- Hojas finales

2.2.2 Documentos legales

Las disposiciones generales establecen los derechos y las responsabilidades de las partes en los contratos de construcción; también incluyen las fianzas, los requisitos que rigen sus relaciones comerciales y legales, y la autoridad del ingeniero. Cuando la organización contratante publica especificaciones estándar, las especificaciones que se dan en un proyecto comprenden éstas; las modificaciones y los complementos, necesarios a los requisitos particulares del proyecto, se denominan en general disposiciones especiales.

Al contar con los documentos de tipo legal es de suma importancia; esto evitará tener problemas del mismo tipo, con personas o entidades, que de una u otra forma se relacionan con el proyecto.

El contratista debe conocer, cumplir y actuar de conformidad con todas las leyes, acuerdos y reglamentos de la república de Guatemala, relacionados con el trabajo que va a efectuarse.

Él será responsable directo por todos los daños y perjuicios causados durante la ejecución de la obra, ya sea por él o sus empleados, agentes o sub-contratistas; se encarga de indemnizar a las partes afectadas y eximir al gobierno, sus funcionarios públicos o empleados, de toda responsabilidad y reclamo derivados de dichos daños y perjuicios.

Adicionalmente del convenio o contrato, se debe contar con garantías y seguros, que garanticen la completa ejecución de los trabajos contratados; de la misma manera antes de iniciar la ejecución de los trabajos, se debe contar con todas las autorizaciones legales por escrito como:

- Derechos de paso
- Títulos legales de propiedad
- Derechos de explotación de bancos de materiales
- Licencias y permisos de construcción

Es muy importante cumplir con estos requisitos, pues si las obras que se ejecutan son obras públicas propiedad de las municipalidades, comunidades o gobierno central, por lo que en las propiedades donde se ejecutan, serán, en igual forma, propiedad municipal, comunitaria o del gobierno central.

Los convenios regularmente se suscriben entre dos instituciones y los contratos directamente con la constructora y el propietario del proyecto.

Los contratos de construcción de carreteras públicas normalmente se adjudican sobre la base de competencia en un concurso. En general, tales contratos deben elaborarse a precio unitario y no globalmente.

El contrato con precios unitarios es cuando no es posible establecer con exactitud los límites exactos de las cantidades de trabajo de los diferentes renglones que se van a ejecutar; por eso es que las cantidades de trabajo son estimadas.

Los pagos al contratista se harán sobre la base de la cantidad real de cada renglón ejecutado en la obra, al precio unitario establecido en el contrato.

De igual manera, en ambos, se debe plasmar la siguiente información:

a) Información general

- Redactarse en papel membretado de la institución.
- Datos generales del proyecto.
- Número de contrato y fecha de elaboración.
- Datos personales de los que intervienen en el contrato.

b) Información específica

- Base legal.
- Documentos que forman parte del contrato.
- Objeto del contrato.
- Monto del contrato y forma de pago.
- Plazo.
- Garantías.
- Supervisión, recepción y liquidación.

- Sanciones.
- Prohibiciones.
- Terminación anticipada del contrato.
- Casos fortuitos o de fuerza mayor.
- Controversias.
- Impuestos y retenciones.
- Lectura y aceptación.

Las garantías y seguros conforman la siguiente documentación:

a) Fianza de sostenimiento de oferta

La firmeza de la oferta se caucionará en efectivo o mediante fianza, por un porcentaje no menor del 1% ni mayor del 5% del valor del contrato. Cubrirá el período comprendido, desde la recepción y apertura de plicas, hasta la aprobación de la adjudicación; en todo caso, tendrá una vigencia de 120 días. Sin embargo, con el adjudicatario puede convenirse su prorroga, o deberá mantenerla vigente, hasta que la sustituya por la garantía de cumplimiento del contrato.

Los casos para hacer efectiva la garantía de esta fianza son:

- Cuando el adjudicatario no sostiene su oferta.
- Si no se suscribe el contrato dentro del plazo indicado anteriormente, o si habiéndolo hecho no presenta la fianza de cumplimiento, dentro de los 15 días siguientes a la firma del contrato.

b) Fianza de cumplimiento

Para garantizar el cumplimiento de todas las obligaciones estipuladas en el contrato, el adjudicatario deberá presentar fianza en los porcentajes, tiempo y demás condiciones, que señale el reglamento de la ley de contrataciones.

Cuando se trate de obras, la fianza oscila entre el 10% al 20% del monto del contrato respectivo.

Ésta fianza garantiza, con el 10%, el pago de salarios y prestaciones laborales de los trabajadores, que incluyen las cuotas patronales establecidas por la ley.

Con el 90% restante, el cumplimiento del contrato se hará de acuerdo con las especificaciones, planos y demás documentos contractuales, así como por la ejecución de la obra, dentro del período de tiempo estipulado. La vigencia de esta fianza termina, hasta que la entidad interesada extienda la constancia de haber recibido a satisfacción la garantía de conservación de obra.

c) Fianza de anticipo

El contratista la constituirá mediante fianza, previamente al recibo de cualquier suma, que por concepto de anticipo se le conceda, que garantice el 100% del mismo o del máximo saldo deudor, hasta la amortización total del anticipo. Conforme se amortice el anticipo otorgado al contratista, se podrá reducir en la misma medida la garantía del anticipo. Al concluir el plazo contractual original, el supervisor extenderá una certificación, donde conste el saldo del anticipo pendiente de amortizar, para que el contratista gestione el endoso de la reducción de la fianza. En caso de rescisión, resolución o terminación del contrato, el saldo del anticipo deberá tomarse en cuenta en la liquidación final.

d) Fianza de conservación de obra

El contratista responderá por la conservación de la obra, mediante fianza que cubra el valor de las reparaciones de las faltas o desperfectos que le sean imputables y aparecieren durante la vigencia de la misma, lo cual se fijará en las bases. El tiempo de responsabilidad de los trabajos por el contratista es de 18 meses, contados a partir de la fecha de recepción de la obra.

La garantía de conservación de obra deberá otorgarse por el equivalente al 15% del valor del contrato, como requisito previo a la recepción definitiva de la misma.

El vencimiento del tiempo anteriormente indicado no exime al contratista a asumir las responsabilidades de los desperfectos de la obra ocasionados por su culpa, dentro de un período de 5 años posteriores a la recepción definitiva de la obra.

Aprobada la liquidación, el contratista presentará esta fianza que sustituya a la de cumplimiento, en los porcentajes que cubran el costo total que resulte de la liquidación, conforme a la escala siguiente:

Figura No.1 Porcentajes para pago de fianza

COSTO DE LA OBRA (Q)				PORCENTAJE (%)
DE	1.00	A	200,000.00	10
DE	200,000.00	A	500,000.00	11
DE	500,000.01	A	1,000,000.00	12
DE	1,000,000.01	A	1,500,000.00	13
DE	1,500,000.01	A	2,000,000.00	14
DE	2,000,000.01	A	2,500,000.00	15
DE	2,500,000.01	A	3,000,000.00	16
DE	3,000,000.01	A	3,500,000.00	17
DE	3,500,000.01	A	4,000,000.00	18
DE	4,000,000.01	A	4,500,000.00	19
DE	4,500,000.01	A	En adelante	20

Fuente: Ley de contrataciones del estado y su reglamento.

e) Fianza de saldos deudores

Para garantizar el pago de saldos deudores que pudiera resultar a favor del estado, entidad correspondiente o de terceros en la liquidación, el contratista deberá presentar fianza, por el cinco por ciento (5%) del valor

original del contrato. Esta garantía deberá presentarse simultáneamente con la de conservación de obra. Al ser aprobada la liquidación, si no hubiere saldos deudores, se cancelará esta garantía.

f) Seguros

El adjudicatario deberá contratar seguros en que están sujetos los bienes, suministros u obras y la responsabilidad civil a favor de terceros. Estos seguros permanecerán en vigor, hasta que la autoridad correspondiente compruebe que el adjudicatario ha cumplido con las condiciones respectivas del contrato, y se extiende entonces la constancia para su cancelación.

2.2.3 Documentos adicionales de soporte técnico

Adicionalmente, es necesario contar con la siguiente documentación que será de mucha ayuda para realizar una supervisión efectiva, apegada a los objetivos establecidos:

- Especificaciones técnicas generales y específicas.
- Disposiciones especiales.
- Presupuesto detallado por renglones, debidamente autorizado por el departamento correspondiente.
- Cuadro de cantidades estimadas de trabajo.
- Cronograma de ejecución.
- Estudios de suelos.
- Estudio de impacto ambiental.

2.3 Actividades de campo

2.3.1 Control de equipo y maquinaria

El control del equipo y maquinaria que se está utilizando en la obra es de suma importancia, en vista de que, según los trabajos que se estén realizando, así será el tipo de maquinaria que se va a utilizar.

La selección adecuada de la maquinaria por utilizar tendrá como resultado un mejor rendimiento, avance y calidad de los renglones trabajados, por consiguiente, es la inversión de los recursos.

Partiendo de que se quiere obtener una obra con calidad que cumpla con los objetivos establecidos, el contratista debe proporcionar el equipo necesario para ejecutar el trabajo, de acuerdo con los planos, especificaciones, programa de trabajo aprobado y el tiempo estipulado para la ejecución y entrega de la obra.

En caso de que, en cualquier tiempo, el avance de la obra se retrasara respecto al programa o claramente se note que el contratista está incapacitado para terminar la obra en tiempo y forma especificados, se debe requerir el uso de equipo adicional y dar las justificaciones para ello.

El equipo que se utilice, en cada una de las etapas de ejecución, no deber dañar el camino, propiedades adyacentes u otras carreteras.

2.3.2 Herramientas de supervisión

Las construcciones de carreteras generalmente son financiadas por parte de alguna institución o fondo social, en que regularmente se utilizan las herramientas de supervisión. Estas son necesarias para informar del estado en que se encuentra la obra, dar inicio formal a los trabajos, evaluar al contratista, solicitudes de pago, etc; en las diferentes etapas de la ejecución de la obra, los formatos que se utilizan se presentan en las figuras del 12 al 18.

Las herramientas son las siguientes:

I. Orden de inicio.

Este documento permite que exista constancia por escrito y legalizada de la fecha de inicio de los trabajos, donde se anotan los datos importantes de la obra; debe ser llenada con los datos generales del proyecto, nombre, sello y firma del ejecutor, presidente del comité responsable, y del supervisor específico. La fecha de inicio del proyecto, al igual que el tiempo contractual, se indicará en el contrato o convenio correspondiente.

II. Informe preliminar de supervisión

Cuando se realice el cobro de la primera estimación o pago del segundo desembolso, en la documentación deberá incluirse este informe y la orden de inicio.

III. Carta alertiva en la ejecución del proyecto

Cuando en las diferentes visitas de supervisión realizadas a la obra, se encuentra la utilización de materiales de mala calidad, procedimientos constructivos inadecuados, atrasos, la supervisión procederá a enviarle la carta alertiva de acuerdo con el formato establecido, para que sean tomadas las medidas correctivas que se indicarán en la forma entregada; una copia de dicho documentos se entregará al Departamento de Supervisión par su conocimiento, y se deja constancia que se está procediendo conforme a los reglamentos internos de la institución.

IV. Evaluación a contratistas

En las diferentes etapas de construcción del proyecto, se realizarán evaluaciones a los contratistas para conocer el desempeño en su trabajo, la cual estará basada principalmente en el contenido de los informes de visitas de supervisión; después de tres evaluaciones insatisfactorias se le dará audiencia con el jefe del departamento de supervisión para desvanecer las causas que motivaron la evaluación negativa; si no logra lo indicado, el contratista quedará fuera del banco de contratistas.

V. Acta de suspensión de obra

Esta orden establece la suspensión de los trabajos, total o parcialmente, por el periodo que se juzgue necesario, sin que se rescinda el contrato, y el

periodo que pueda durar la suspensión, sin necesidad de compensar al contratista.

Estas causas pueden incluir el estado del tiempo y otras situaciones desfavorables para continuar con el trabajo, y aquellas que el contratista no cumpla con lo establecido en el contrato, o para corregir las condiciones inseguras para los trabajadores o para el público en general.

VI. Informe final de supervisión

Cuando la obra está completamente terminada, el contratista deberá solicitar por medios escritos a la supervisión, la inspección final de los trabajos y la comisión receptora y liquidadora de proyectos.

El supervisor tendrá un máximo de 15 días para visitar la obra para verificar que efectivamente se cumplió con las cantidades de trabajo de los renglones contratados y que cumplen con las especificaciones técnicas dadas. En esta visita, se elaborará la respectiva bitácora de campo, donde se indicará que la obra se encuentra al 100% de su ejecución física. Posteriormente, se elaborará el informe final de supervisión llenando la forma respectiva, en la cual se detallarán todos los datos de la obra, así como del contrato y la cronología de los eventos destacados en las diferentes etapas de ejecución

VII. Solicitud de recepción definitiva del proyecto

Elaborado el informe final de supervisión, con base en la visita de verificación de los trabajos, se procede a llenar el formato de solicitud de recepción definitiva del proyecto, en el cual el supervisor indica que ha realizado

la supervisión final de verificación, por lo que se solicita la recepción definitiva de la obra.

Además de esta solicitud, se debe acompañar de otra documentación, como es la bitácora de obra con un avance físico del 100%, la evaluación al contratista, la fianza de conservación de obra y de saldos deudores, las fotografías, los informes pormenorizados por parte del contratista, los documentos de cambio legalizados si existieran, y los planos finales. Para el trámite de recepción, es necesario que el plazo contractual se encuentre en vigencia o, por lo menos, que la notificación de terminación de trabajos tenga fecha dentro del plazo vigente.

2.3.3 Operaciones de construcción, especificaciones técnicas y ensayos de laboratorio

Para la construcción de una carretera, es indispensable contar con un equipo de laboratorio residente en obra, para verificar si los materiales y los trabajos ejecutados se encuentran dentro de las especificaciones técnicas establecidas y las tolerancias aceptadas. Los ensayos de laboratorio, especificaciones técnicas, procedimientos de construcción, que se deben cumplir para los diferentes renglones que componen una carretera, desde la subrasante hasta la capa de rodadura, son los siguientes:

A) Subrasante

Los suelos clasificados como A-8, según la especificación AASHTO M 145, que son altamente orgánicos, están constituidos por materiales vegetales, parcialmente carbonizados o fangosos; éstos son inapropiados.

Para identificar este tipo de suelo, no se necesita pruebas de laboratorio; solamente una inspección visual servirá para observar materia orgánica parcialmente podrida; generalmente tienen textura fibrosa; color café oscuro o negro; son altamente compresibles y de muy baja resistencia. Además, contienen basura o impurezas, que son perjudiciales para el cimiento del pavimento.

Las rocas mayores de 10 centímetros, que se encuentran 30 centímetros superiores de la capa de suelo de subrasante, también son inapropiadas.

Los suelos apropiados, de preferencia deben ser granulares con menos de 3% de hinchamiento, según ensayo AASHTO T-193 y no deben tener características inferiores a los suelos de los tramos que se están reacondicionando.

Para realizar los trabajos de reacondicionamiento de la subrasante, se deben atender a las siguientes operaciones:

- Hay que limpiar toda la vegetación existente sobre toda la superficie a reacondicionar.
- Se deben delimitar los tramos indicando claramente la estación inicial y final del tramo.
- Es conveniente reemplazar el material inapropiado, y proceder a señalar las áreas, excavar y reemplazarlo con material apropiado de préstamo o de sub-base, que llene las especificaciones técnicas para cada uno, y luego compactarlo.

- Hay que escarificar el área hasta una profundidad de 20 centímetros, eliminando las rocas mayores de 10 centímetros, y acondicionándolas fuera del camino; seguidamente, se procede a ajustar y conformar la superficie efectuando cortes y rellenos no mayores de 20 centímetros de espesor. El suelo a reacondicionar, previo a compactarse, se debe humedecer adecuadamente, chequeando la humedad óptima del material y secar el material, o por el método con carburo AASHTO T 217.
- Al presentarse casos donde es necesario realizar cortes mayores de 20 centímetros, para poder dejar los niveles respecto a como indica en los planos, se aceptan los cortes o completar rellenos con material de préstamo apropiado; dichos excedentes se trabajarán como trabajos suplementarios. Es aceptable una superficie reacondicionada de 3 centímetros en más o menos, respecto del nivel de conformación de superficie indicada en los planos.
- Debe compactarse hasta lograr el 95% de compactación respecto a su densidad máxima, según el método AASHTO T 180.
- La compactación en campo se debe comprobar de preferencia, según AASHTO T 191, con la aprobación del delgado residente. Se puede aceptar una tolerancia en menos del 2%, respecto al porcentaje de compactación del 95% especificado. Los ensayos se deben efectuar como mínimo a cada 400 metros cuadrados de subrasante reacondicionada.

- Para efectos de pago, la subrasante reacondicionada debe estar contratada por kilómetros lineales, con aproximación de tres decimales, y cubierta totalmente con el material de sub-base; no se permite que una longitud mayor de 2 Kilómetros, esté sin cubrirse. Debe estar apegada estrictamente a las especificaciones técnicas generales, disposiciones especiales y planos correspondientes. No se deben aceptar pagos por acarreo, sobre acarreos, suministros del agua, ni operaciones para su obtención.

B) Sub-base

El material de sub-base que se va a utilizar debe ser obtenido de bancos seleccionados por el contratista y que cumplan con los requisitos establecidos, acompañados por los respectivos resultados de los ensayos de laboratorio practicados.

El espesor compactado puede ser variable por tramos, lo cual dependerá de las condiciones y características de los suelos existentes en la sub-rasante, pero no se debe construir a menos de 10 centímetros ni mayor de 70 centímetros.

Los espesores requeridos deben ser los indicados en los planos y/o disposiciones especiales, o los resultantes del diseño de pavimento para el tramo correspondiente. En situaciones especiales, donde se requiera espesores de base mayores de 70 centímetros, debido a baches o mejoras en

la subrasante, se debe trabajar la subrasante, efectuando cortes y rellenos con material de préstamo que cumpla con las especificaciones técnicas de los materiales apropiados para subrasante.

El diseño del espesor compactado adecuado, debe ser determinado por medio de un método técnico de diseño de pavimentos reconocido profesionalmente, en donde se deben considerar las características y condiciones del tránsito probable, con las de la subrasante y así establecer el espesor total del pavimento. Al restar los espesores de las capas superiores especificadas, se deduce el espesor requerido de la sub-base.

De preferencia, el método de diseño que debe utilizar el delegado residente es el que establece el Instituto de Asfalto, MS-1, a no ser que se indique de otra forma en las disposiciones especiales.

I. Requisitos de los materiales

La capa de sub-base debe estar constituida por suelos de tipo granular, los cuales pueden obtenerse en bancos naturales o mezclarlos con otros materiales, siempre y cuando llenen los requisitos siguientes:

- Valor soporte

Debe tener un CBR, AASHTO T-193, de un mínimo de 30, efectuado sobre muestra saturada a 95% de compactación, AASHTO T-180, o bien un valor R, mayor de 50, AASHTO T-190.

- Piedras grande y exceso de finos

El tamaño máximo de las piedras, que contenga el material de sub-base, no debe exceder de 7 centímetros. No debe de tener más del 50% en peso, de partículas que pasen el tamiz No. 40 (0.425mm), ni más del 25% en peso, de partículas que pasen el tamiz No. 200.

- Plasticidad

La porción que pasa el tamiz No. 40 no debe tener un índice de plasticidad AASHTO T-90, mayor de 6, ni un límite líquido, AASHTO T-89, mayor de 25, determinado por una muestra preparada en húmedo, AASHTO T-146. Cuando las disposiciones especiales lo indican, el índice de plasticidad puede ser más alto, pero no mayor de 8.

- Equivalente de arena

No debe ser menor de 25, determinado por AASHTO T-176.

- Impurezas

Debe estar exento de materiales vegetales, basura, arcilla o cualquier sustancia que pueda ocasionar fallas en el pavimento.

Cuando existan varios bancos para su explotación, dentro de las condiciones normales de acarreo, se debe optar por usar el material que tenga mayor valor soporte, menor porcentaje que pase el tamiz No. 200, menor índice de plasticidad y mayor equivalente de arena.

II. Operaciones de construcción

- Colocación

Se debe colocar el volumen de material correspondiente al espesor de sub-base requerido por el diseño, sobre la sub-rasante preparada, reacondicionada y por supuesto recibida.

El material puede ser colocado por medio de volteo en pilas, (por medio de camiones de volteo), formando camellones o bien por medio de máquina especial esparcidora.

- Tendido

El material debe ser tendido en capas no mayores de 30 centímetros ni menores de 10 centímetros. Si se requieren capas mayores de 30 centímetros, se debe aplicar en dos o más capas nunca menores de 10 cm, y no permitir la colocación de la capa siguiente, sin antes revisar la compactación de la anterior.

El volumen a tender debe corresponder al espesor y ancho total establecido en la sección típica de pavimentación, tomando en cuenta su reducción de volumen por la compactación. La distancia máxima que se debe aceptar con sub-base tendida, sin que esté cubierta con material de base es 4 Kilómetros.

- Mezcla

Después de haberse colocado y tendido el material, cuando no se utilice máquina especial esparcidora y conformadora, debe procederse a su homogenización, mezclando el material con motoniveladora, escarificadora, estabilizadora o arado de discos. Al existir segregación de material, se debe proceder a abrir el tramo, y realizar nuevamente el procedimiento.

- Riego de agua

El material debe esparcirse, homogenizarse y conformarse agregándole la cantidad de agua necesaria para su compactación, la cual puede aplicarse cuando se este realizando la mezcla.

Cuando se utilice esparcidora y conformadora, el material puede humedecerse en la planta de producción del mismo, revisando la humedad óptima requerida al salir de la planta; en este caso se procederá a su compactación inmediata. La humedad en de campo se puede determinar secando el material o por el método con carburo.

- Conformación y compactación

Debe conformarse ajustándose a los alineamientos y secciones típicas de pavimentación y compactarse en su totalidad, hasta lograr el 100% de la densidad máxima determinada por el método AASHTO T 180. La densidad máxima se debe determinar a cada 2000 metros cúbicos de material de sub-base, o cuando se observen cambios en las características del material o cuando se explote un nuevo banco. Cuando se utilice el material de sub-base como base, se pueden colocar ambas capas en una sola operación, siempre que el espesor no exceda los 30 centímetros de espesor permitidos.

III. Ensayos por realizar

- a) Control de calidad de los materiales

- Valor soporte

Se debe efectuar a cada 500 metros cúbicos producidos, al iniciar la explotación de cada banco, hasta llegar a 3000 metros cúbicos, y seguidamente un ensayo a cada 3000 metros cúbicos colocados.

- Piedras grandes y exceso de finos

Las piedras mayores de 7 centímetros deben ser desalojadas de preferencia en el banco o planta de producción, antes de su colocación.

- Granulometría

Se debe efectuar un ensayo a cada 500 metros cúbicos de los primeros 3000 metros cúbicos producidos al iniciar la explotación de cada banco, seguidamente a cada 3000 metros cúbicos colocados.

- Plasticidad y equivalente de arena

Efectuar uno a cada 3000 metros cúbicos de material colocado.

Al verificar los ensayos con las especificaciones técnicas establecidas, más del 33% de los mismos no llenan los valores; se deberá corregir o rechazar el material.

b) Control de calidad de la construcción

- Compactación

Se debe controlar por medio de ensayos de laboratorio y de campo; ésta es la compactación que debe dar el material, según el equipo de laboratorio que se dispone; para lograr la densidad máxima especificada, se acepta hasta un 3% en porcentaje de compactación especificada. Se debe realizar un ensayo a cada 400 metros cuadrados de cada una de las capas que se compacten.

Las densidades de campo, de preferencia no deben de efectuarse a menos de 20 metros longitudinales, sobre la superficie compactada que se esté controlando, a menos que sea un tramo que se esté corrigiendo. Se sugiere realizar los ensayos entre orillas interiores de hombros, a una distancia mayor de 1 metro del borde de la sub-base, siguiendo un orden alterno: de derecha, centro e izquierda del eje central.

- Superficie y espesor

La conformación de la superficie terminada, debe verificarse mediante la utilización de un cordel delgado, atado en ambos extremos a la punta de dos varillas de igual altura, cada una se coloca directamente sobre trompos de construcción contiguos transversal y longitudinalmente, a continuación con una regla graduada se verifica si la altura del cordel es constante sobre la superficie en ambos sentidos. Si el material es el mismo para la base no se realiza esta prueba. No se aceptan irregularidades de ± 2 centímetros respecto a la cota de superficie correspondiente.

- Deflexión

Se debe controlar por medio de la viga Benkelman, si la deflexión de la sub-base, conformada y compactada no sobrepasa el valor de deflexión

máxima aceptable, de acuerdo con la carga e intensidad de tránsito de diseño de pavimento, indicado en las disposiciones especiales.

El valor máximo aceptable para la superficie no debe ser mayor de 0.2 pulgadas (5milímetros), respecto de un punto dado a una distancia no mayor de 12 pies en cualquier dirección. Se debe efectuar una prueba a cada 400 metros cuadrados a la superficie compactada para su aceptación, en la franja de mayor circulación del tránsito y siguiendo un orden alternado de derecha e izquierda del eje.

Cuando se tengan que realizar correcciones por defectos de construcción imputables al contratista, como defectos en la superficie, baches, grietas, laminación, falta de homogeneidad, irregularidades del espesor, se debe escarificar el área hasta una profundidad mínima de 10 centímetros, mezclando nuevamente el material con la humedad adecuada, por medio de motoniveladora o arado de discos, y proceder a hacer nuevamente las revisiones correspondientes que se hicieron al inicio. Cuando haya que realizar correcciones por variación en el diseño, no imputables al contratista, deben efectuarse y pagarse como orden de trabajo suplementario o como acuerdo de trabajo extra.

Para efectos de pago, la capa de sub-base debe estar contratada por metros cúbicos, con aproximación de dos decimales, medidos y compactados, contruidos satisfactoriamente y apegada a las especificaciones.

En ocasiones, cuando los materiales para sub-bases existentes en bancos naturales o por exceso de humedad, no cumplen las especificaciones técnicas establecidas, es necesario proceder a su estabilización, utilizando materiales estabilizadores hasta lograr su estabilización.

Esta capa es preparada y construida, para lo cual se aplica la técnica de estabilización de suelos, con lo cual se logra mejorar las características de fricción interna y cohesión, con la utilización de materiales o productos estabilizadores.

La mezcla del material por estabilizar, con el material estabilizador, requiere de un control permanente de la proporción y mezcla adecuada de los materiales. La utilización del equipo y maquinaria adecuada en el proceso es importante, así como los respectivos ensayos de laboratorio de los tramos, ya con material de sub-base estabilizada.

Los suelos que se van a estabilizar pueden ser los existentes en la subrasante previamente preparada y reacondicionada; los suelos provenientes de bancos naturales, varios de ellos mezclados o en combinación con material de subrasante. Estos no deben tener piedras mayores de 5 centímetros, material vegetal, basura, arcilla.

No deben utilizarse, para la sub-base estabilizada, los suelos que están comprendidos dentro de los inapropiados para sub-rasante, a menos que se vaya a utilizar cal para su estabilización; ni los que tengan un índice de plasticidad mayor de 20, ni más del 70% de partículas que pasen el tamiz No. 200, según AASHTO T-11, cuando se usa cal o cemento.

Cuando se utiliza material bituminoso, estos límites se reducen a un máximo de 15 de índice de plasticidad, y a no más del 50% de partículas que pasa el tamiz No. 200. No deben también utilizarse suelos que contengan cantidades elevadas de mica o talco.

C) Base

Para construcción del material de base con grava, granular o base negra, los materiales deben cumplir con los siguientes requisitos para cada caso:

I. Base de grava o piedra triturada

a) Requisitos de los materiales

El material debe consistir en piedra o grava de buena calidad, trituradas y mezcladas con material de relleno, de tal manera que el material resultante corresponda a los tipos de graduación especificados y que cumpla con los siguientes requisitos:

- Valor de soporte. Debe tener un CBR mínimo de 90%, efectuado sobre muestra saturada a 95% de compactación o bien un valor R mayor de 85.
- Abrasión. La porción de agregado, que pasa el tamiz No. 4 (4.75 milímetros), no debe tener un porcentaje de desgaste por abrasión mayor de 50 a 500 revoluciones, según AASHTO T 196.
- Caras fracturadas y partículas planas o alargadas. No menos del 50% en peso de las partículas retenidas en el tamiz No. 4 deben

tener por lo menos una cara fracturada, ni más del 20% en peso; pueden ser partículas planas o alargadas, con una longitud mayor de cinco veces el espesor promedio de dichas partículas.

- Impurezas. El material debe estar razonablemente exento de materias vegetales, basura, terrones de arcilla o sustancias mezcladas dentro de la capa de base.
- El material debe llenar los requisitos de graduación determinados por AASHTO T 27 y T 11, según las especificaciones técnicas indicadas. Debe estar dentro de los tipos establecidos (véase la figura 19). La curva de graduación del material de base de grava o piedra triturada, debe ser uniforme, y de preferencia paralela a la curva de valores medios en los tamices especificados; no se aceptan cambios bruscos en dos tamices adyacentes.
- Plasticidad y cohesión. Lo que pasa el tamiz No. 40 no debe tener un índice de plasticidad mayor de 3 ni un límite líquido mayor de 25, determinados por muestras preparadas en húmedo. Esto es, si en las disposiciones especiales lo indica un índice mayor, pero que no sobrepase 6.
- Finos. El porcentaje que pasa el tamiz No. 200 debe ser menor que la mitad del porcentaje que pasa el tamiz No. 40.
- Equivalente de arena. No debe ser menor de 40.
- Material de relleno. Cuando se necesite mejorar las características de granulometría y cohesión con material de relleno, éste debe estar libre de impurezas y consistir en un suelo arenoso, limo inorgánico, polvo de roca, u otro material con un alto porcentaje de partículas que pasen el tamiz No. 10.

b) Operaciones de construcción para la capa de base de grava

- Colocación y tendido. La capa de base debe tenderse sobre la capa de sub-base previamente preparada y aceptada, por medio de camiones de volteo y motoniveladora.

Se deben evitar segregaciones y su distribución debe ser firme en un ancho no menor de 3 metros en capas no mayores de 30 centímetros ni menores de 10 centímetros. La longitud máxima a que puede ser colocada la capa de base no debe ser mayor de 4 kilómetros.

- Mezcla. La capa completa de material debe ser mezclado adecuadamente por medio de motoniveladora o cualquier otro método que realice la mezcla uniformemente.
- Riego de agua. Previamente a compactar la base, debe humedecerse hasta obtener la densidad máxima adecuada. Si el material se humedece en planta, debe compactarse inmediatamente al tenderse; en caso que se humedezca ya tendido, se debe mezclar mecánicamente con la maquinaria adecuada.
- Conformación y compactación. Debe conformarse, ajustándose razonablemente a los alineamientos y secciones típicas de pavimentación, compactarse en su totalidad, hasta lograr el 100% de la densidad máxima. La determinación de densidad máxima se debe efectuar por cada 5000 metros cúbicos de material de base, o cuando se observe que las características del material han cambiado.

c) Ensayos por realizar

- Valor soporte. Se debe efectuar un ensayo por cada 500 metros cúbicos producidos, al iniciar la explotación, hasta llegar a los 3000 metros cúbicos, posteriormente a cada 3000 metros cúbicos.
- Abrasión. Efectuar en cada banco un ensayo por cada 10000 metros cúbicos en su estado original y por cada 20000 metros cúbicos de material triturado.
- Caras fracturadas y partículas planas. En cada banco efectuar un ensayo por cada 100 metros cúbicos de los primeros 1000 metros cúbicos producidos, posteriormente por cada 5000 metros cúbicos.
- Granulometría. Se debe realizar el ensayo de granulometría por cada 50 metros cúbicos en los primeros 500 metros cúbicos producidos y posteriormente por cada 100 metros cúbicos triturados
- Plasticidad y coeficiente de arena. Efectuar un ensayo por cada 1000 metros cúbicos de base producida.
- Compactación. Se debe controlar por medio de los ensayos de laboratorio y de campo, la compactación requerida para lograr la densidad especificada. Los ensayos deben realizarse por cada 400 metros cuadrados de base y las densidades no debe efectuarse en menos de 20 metros en sentido longitudinal. El control de compactación debe realizarse en la franja de mayor circulación del tránsito previsto, siguiendo un orden alternado de derecha, centro e izquierda del eje.

- Superficie. La conformación de la superficie terminada debe verificarse por medio de un cordel delgado, atado en ambos extremos a varillas de igual altura, las cuales deben colocarse sobre los trompos de construcción contiguos, transversal y longitudinalmente; luego con una regla graduada, se verifica si la altura es constante; no se aceptan irregularidades en más o menos 1 centímetros, cuando la capa de rodadura es igual o menor de 5 centímetros, y si es mayor, se acepta hasta en más o en menos 2 centímetros.
- Deflexión. Se debe controlar, por medio de la viga Benkelman, la deflexión de la capa de base, la cual no debe sobrepasar el valor de deflexión máxima aceptable para dicha capa, indicada en las disposiciones especiales. El valor máximo de deflexión aceptada es de 2.5 milímetros, respecto a un punto dado en una distancia no mayor de 3.68 metros en cualquier dirección; si la capa de rodadura es menor o igual a 5 centímetros y si sobrepasa los 5 centímetros hasta 3.5 centímetros. Se debe efectuar un ensayo por cada 400 metros cuadrados en orden alternado.
- Espesor. Debe verificarse, al efectuar cada ensayo de compactación, a menos de que se hayan autorizado métodos no destructivos, en cuyo caso deben efectuarse perforaciones cada 200 metros. Se aceptan tolerancias de espesor total compactado de en más o menos 1.5 centímetros, sin embargo, el promedio aritmético determinado por cada kilómetro no debe diferir en más de 0.5 centímetros del estipulado en los planos.

II. Capa de base granular

Este tipo de base está formada por la combinación de piedra o grava, con arena y suelo, en su estado natural o con trituración parcial.

a) Requisitos de los materiales

El material debe consistir de preferencia en piedra o grava clasificadas sin triturar, o solamente con trituración parcial, combinada con arena y material de relleno; una vez mezclada, debe llenar las siguientes especificaciones:

- Valor soporte. Debe tener un CBR mínimo de 70% efectuado sobre muestra saturada, a 95% de compactación y un hinchamiento máximo de 0.5% en el ensayo efectuado, o bien un valor R, mayor de 65.
- Abrasión. La porción de agregado, retenida en el tamiz No.4, no debe tener un porcentaje de desgaste por abrasión mayor de 50 a 500 revoluciones.
- Partículas planas o alargadas. No debe haber más del 25% en peso del material retenido en el tamiz No.4 y pueden ser partículas planas o alargadas, con una longitud de cinco veces el espesor promedio de dichas partículas.
- Impurezas. El material debe de estar razonablemente exento de materiales vegetales, basura, terrones de arcilla o

cualquier otro material que pueda provocar fallas en la estructura.

- Graduación. Debe llenar los requisitos de graduación para el tipo que se indica en las disposiciones especiales. Debe estar dentro de los tipos establecidos (véase la figura 20).
- Plasticidad y cohesión. La fracción que pasa el tamiz No.4, incluyendo el material de relleno, no debe tener en la porción que pasa el tamiz No.40, un índice de plasticidad mayor de 6, ni un límite líquido mayor de 25. El equivalente de arena no debe ser menor de 30 y el porcentaje que pasa el tamiz No.200, debe ser menor que la mitad del porcentaje que pasa el tamiz No.40.
- Material de relleno. Si es necesario agregar adicionalmente material de relleno, para mejorar las características de granulometría y cohesión, debe de estar libre de impurezas y consistir en un suelo arenoso, polvo de roca, limo inorgánico u otro material con un alto porcentaje de partículas, que pasan el tamiz No.10.

b) Operaciones de construcción

- Colocación y tendido. La capa de base debe tenderse sobre la capa de sub-base previamente preparada y aceptada, por medio de camiones de volteo y motoniveladora. Se deben evitar segregaciones y su distribución debe ser firme en un ancho no menor de 3 metros en capas no mayores de 30 centímetros ni menores de 10 centímetros. La longitud máxima a que puede ser colocada la capa de base no debe ser mayor de 4 kilómetros.

- Mezcla. Después de tenderse el material, debe homogenizarse con la humedad adecuada, mezclándolo en todo el espesor, utilizando motoniveladora, escarificadora, estabilizadora, o arado de discos.
- Riego de agua. Previamente a compactar la base, debe humedecerse hasta obtener la densidad especificada. Si el material se humedece en planta, debe compactarse inmediatamente al tenderse; en caso que se humedezca ya tendido, se debe mezclar mecánicamente con la maquinaria adecuada.
- Conformación y compactación. Debe conformarse, ajustándose razonablemente a los alineamientos y secciones típicas de pavimentación, compactarse en su totalidad, hasta lograr el 100% de la densidad máxima. La determinación de densidad máxima, se debe efectuar por cada 3000 metros cúbicos de material de base, o cuando se observe que las características del material han cambiado.

c) Ensayos por realizar

- Valor soporte. Se debe efectuar un ensayo por cada 500 metros cúbicos producidos al iniciar la explotación, hasta llegar a los 3000 metros cúbicos, y posteriormente a cada 5000 metros cúbicos
- Abrasión. Hay que efectuar en cada banco un ensayo por cada 10000 metros cúbicos en su estado original y por cada 20000 metros cúbicos de material producido.

- Caras fracturadas y partículas planas. En cada banco, se debe efectuar un ensayo por cada 100 metros cúbicos de los primeros 1000 metros cúbicos producidos, y posteriormente por cada 5000 metros cúbicos.
- Graduación. Se debe realizar el ensayo de granulometría por cada 50 metros cúbicos en los primeros 500 metros cúbicos producidos, y posteriormente por cada 200 metros cúbicos.
- Plasticidad y coeficiente de arena. Efectuar un ensayo por cada 1000 metros cúbicos producidos y un ensayo por cada 5000 metros cúbicos colocados.
- Compactación. Se debe controlar, por medio de los ensayos de laboratorio y de campo, la compactación requerida para lograr la densidad especificada. Los ensayos deben realizarse por cada 400 metros cuadrados de base, estableciendo una tolerancia en menos del 3%, respecto del porcentaje de compactación especificado, y las densidades no debe efectuarse en menos de 20 metros en sentido longitudinal. El control de compactación debe realizarse en la franja de mayor circulación del tránsito previsto, siguiendo un orden alternado de derecha, centro e izquierda del eje.
- Superficie. La conformación de la superficie terminada debe verificarse por medio de un cordel delgado, atado en ambos extremos a varillas de igual altura, las cuales deben colocarse sobre los trompos de construcción contiguos, transversal y longitudinalmente; luego con una regla graduada, se verifica si la altura es constante; no se aceptan irregularidades en más o menos 1 centímetros cuando la capa de rodadura es igual o menor de 5 centímetros y, si es mayor, se acepta hasta en más o en menos 2 centímetros.

- Deflexión. Se debe controlar, por medio de la viga Benkelman, la deflexión de la capa de base, la cual no debe sobrepasar el valor de deflexión máxima aceptable para dicha capa, indicada en las disposiciones especiales.

El valor máximo de deflexión aceptada es de 2.5 milímetros, respecto a un punto dado en una distancia no mayor de 3.68 metros en cualquier dirección; si la capa de rodadura es menor o igual a 5 centímetros y si sobrepasa los 5 centímetros hasta 3.5 milímetros, se debe efectuar un ensayo por cada 400 metros cuadrados en orden alternado.

- Espesor. Debe verificarse al efectuar cada ensayo de compactación, a menos de que se hayan autorizado métodos no destructivos, en cuyo caso deben efectuarse perforaciones cada 200 metros. Se aceptan tolerancias de espesor total compactado en más o menos 1.5 centímetros, pero el promedio aritmético determinado por cada kilómetro no debe diferir en más de 0.5 centímetros del estipulado en los planos.

III. Capa de base negra

Está constituida de materiales pétreos, recubiertos con material bituminoso, con el objeto de mejorar sus condiciones de resistencia a la humedad y estabilidad, y proporcionar una mejor distribución de las cargas de tránsito a las capas inferiores.

a) Requisitos de los materiales

El material pétreo debe consistir en piedra o grava, combinadas con arena, polvo de roca y material de relleno, que al mezclarlos llene los siguientes requisitos:

- Abrasión. La porción de material retenida en el tamiz No. 4 no debe tener un porcentaje de desgaste por abrasión mayor de 50 a 500 revoluciones.
- No debe tener una pérdida de peso mayor del 15%, al ser sometido a cinco ciclos, según el ensayo.
- Cuando se triture, no menos del 50% en peso de las partículas retenidas en el tamiz No.4, deben tener una cara fracturada y no más del 20% en peso puede ser delgadas o alargadas, con una longitud mayor de cinco veces del espesor promedio de dichas partículas.
- No debe contener materias vegetales, basura o terrones de arcilla.
- El material debe cumplir con los requisitos de graduación, para los tipos establecidos en la figura 21, según lo indiquen las disposiciones especiales.
- La porción que pasa el tamiz No.4, incluyendo el material de relleno, debe tener un índice de plasticidad no mayor de 4 y un límite líquido no mayor de 25. El equivalente de arena no debe ser menor de 25.

- El material debe ser razonablemente uniforme en calidad y densidad, y su peso unitario no debe ser menor de 80 libras / pie cúbico.
- Las partículas de material, al ser cubiertas con el material bituminoso que va a usarse en la base negra, no debe presentar evidencia de desvestimiento, por lo que deben permanecer recubiertas en más del 70% al realizar el ensayo respectivo.
- Material de relleno. Si es necesario agregar material de relleno, adicionalmente al que se encuentra en el material natural, éste debe estar libre de impurezas y consistir en polvo de roca, limo inorgánico, cal hidratada, cemento Pórtland u otro material con alto porcentaje que pasen el tamiz No. 30.

Requisitos del material bituminoso y la mezcla:

- Material bituminoso. El tipo, grado, especificación y temperatura de aplicación del material bituminoso, que se va a utilizar, debe indicarse en las disposiciones especiales y estar dentro de la figura No. 22.
- Mezcla. La mezcla de material pétreo y bitumen debe llenar los requisitos de uno de los métodos de diseño establecidos (véase la figura No. 23).

b) Operaciones de construcción

Las operaciones siguientes se efectúan posteriormente de haber preparado la mezcla, en donde se consideraron los requisitos de los materiales, preparación, equipo utilizado, cantidades, temperaturas, etc.

- Colocación y tendido. La mezcla debe tenderse con máquina pavimentadora especial para este trabajo, que permita ajustar el ancho y espesor deseado. El espesor de cada capa no debe ser mayor de 15 centímetros, y no menor de 3 metros de ancho.
- Compactación. La mezcla debe ser compactada uniformemente, hasta lograr el 98% de compactación, respecto a la densidad máxima de laboratorio correspondiente al método de diseño que se haya adoptado. Cuando la capa de base negra exceda los 15 centímetros, debe tenderse en dos o más capas, y si la primera capa ha sido abierta al tránsito, se debe aplicar riego de liga antes de aplicar la otra capa.

c) Ensayos por realizar

- Abrasión. Se debe efectuar en cada banco un ensayo por cada 10000 metros cúbicos en su estado original y por cada 20000 metros cúbicos de material producido.
- Caras fracturadas y partículas planas. Hay que efectuar un ensayo por cada 100 metros cúbicos de los primeros 1000 metros cúbicos producidos, y posteriormente por cada 3000 metros cúbicos.

- Granulometría. Se debe efectuar un ensayo por cada 50 metros cúbicos de los primeros 500 metros cúbicos, y posteriormente a cada 500 metros cúbicos.
- Plasticidad y equivalente de arena. Es necesario efectuar un ensayo por cada 1000 metros cúbicos de agregado producido.
- Material bituminoso. Se debe tomar una muestra por cada 10,000 galones.
- Mezcla asfáltica. Es conveniente efectuar ensayos completos de estabilidad y características de la mezcla, incluyendo un porcentaje de bitumen, donde se determinará si llena los requisitos de diseño de mezcla adoptado; este ensayo se debe realizar por cada 400 metros cúbicos de mezcla colocada y compactada, y un ensayo de contenido de bitumen por cada 100 metros cúbicos de mezcla producida.
- Compactación. Se acepta una tolerancia del 2% en menos, respecto al porcentaje de compactación del 98%. Hay que efectuar un ensayo por cada 400 metros cuadrados de base compactada, y las densidades no debe efectuarse a una distancia menor de 20 metros lineales, a menos que sean tramos delimitados para corregir.
- Superficie. Para verificar la conformación de la superficie, se utiliza el mismo método del cordel utilizado con la base granular.
- Deflexión. Se debe controlar, por medio de la viga Benkelman, la deflexión de la capa de base, la cual no debe sobrepasar el valor de deflexión máxima aceptable para dicha capa, indicada en las disposiciones especiales. El valor máximo de deflexión aceptada es de 2.5 milímetros, respecto

a un punto dado en una distancia no mayor de 3.68 metros en cualquier dirección, si la capa de rodadura es menor o igual a 5 centímetros, y si sobrepasa los 5 centímetros hasta 3.5 milímetros, se debe efectuar un ensayo por cada 400 metros cuadrados en orden alternado.

- **Espesor.** Debe verificarse al efectuar cada ensayo de compactación, a menos que se hayan autorizado métodos no destructivos, en cuyo caso deben efectuarse perforaciones cada 200 metros. Se aceptan tolerancias de espesor total compactado de en más o menos 1.5 centímetros, y el promedio aritmético determinado por cada kilómetro no debe diferir en más de 0.5 centímetros del estipulado en los planos.

IV. Capa base estabilizada

Regularmente cuando el material de base no llena las especificaciones requeridas, se estabiliza con cemento Pórtland, la cual está constituida de materiales pétreos y/o suelos mezclados con cemento Pórtland y agua, aplicando la técnica de estabilización, con el objeto de mejorar sus condiciones de estabilidad y resistencia a la humedad, y así proporcionar una mejor distribución de las cargas de tránsito, a las capas subyacentes de la estructura.

a) Requisitos de los materiales pétreos

Los materiales deben consistir en piedra, grava o arena de río, solamente clasificadas sin triturar; cuando lo indiquen las disposiciones especiales pueden ser trituradas parcial o totalmente. Los materiales pétreos pueden combinarse

con material de relleno en proporciones adecuadas, para formar un material para estabilizar, que llene los requisitos siguientes:

- Abrasión. La porción de material, retenida en el tamiz No.4, no debe tener un porcentaje de desgaste por abrasión mayor de 50 a 500 revoluciones.

Si las disposiciones especiales así lo indican, puede permitirse un porcentaje de desgaste mayor, pero no más de 60.

- Desintegración al sulfato de sodio. No debe tener una pérdida de peso mayor de 15% al ser sometido a cinco ciclos, en el ensayo efectuado, según AASHTO T 104.
- Caras fracturadas y partículas planas o alargadas. Cuando se requiera piedra o grava trituradas, no menos del 50% en peso de las partículas retenidas en el tamiz No.4, deben de tener, por lo menos, una cara fracturada. En todo caso, no más del 20% en peso, pueden ser partículas planas o alargadas, con una longitud mayor de cinco veces el espesor promedio de dichas partículas.
- Impurezas. Debe estar razonablemente exento de materiales vegetales, basura y terrones de arcilla.
- Graduación. El material que se va a estabilizar debe cumplir con los requisitos de graduación especificado.
- Plasticidad. La fracción de material que se va a estabilizar que pasa el tamiz No.4, que incluye el material de relleno, no debe tener, en la porción que pasa el tamiz No.40, un índice de plasticidad mayor de 9, ni un límite líquido mayor de 30. El equivalente de arena no debe ser menor de 25 y el porcentaje

que pasa el tamiz No.200 debe ser menor que la mitad del porcentaje que pasa el tamiz No.40.

- Peso. Debe ser uniforme en calidad y densidad, y su peso unitario no debe ser menor de 60 libras / pie cúbico.

b) Requisitos de los suelos a estabilizar

Los suelos para estabilizar pueden ser los que se encuentran formando la capa de base o sub-base de un pavimento existente o de bancos naturales, o combinando varios de ellos.

Los suelos o combinación de estos, que conforman el material por estabilizar, deben llenar los siguientes requisitos:

- Piedras grandes y exceso de finos. El tamaño máximo de las piedras que contenga el material, que se va a estabilizar, no debe ser mayor de 5 centímetros. No debe de tener más del 50% en peso de partículas retenidas en el tamiz No. 4, ni más del 35% que pasan el tamiz No. 200.
- Plasticidad. El material, que pasa el tamiz No. 40, no debe tener un índice de plasticidad mayor de 15, ni un límite líquido mayor de 40.
- Impurezas. Debe estar razonablemente exento de material vegetal, basura o terrones de arcilla.

c) Requisitos para el cemento

Debe utilizarse el cemento Pórtland que llene los requisitos de la Norma AASHO M 85-63; generalmente se utilizan los tipos I y II. Para la determinación de la cantidad óptima de cemento, se deben realizar los ensayos respectivos, pero cuando se utiliza material pétreo que llene los requisitos para estabilizar, la cantidad aproximada de cemento debe estar comprendida dentro de un 3% mínimo a un 8% máxima por peso, respecto del peso del material que se va a estabilizar.

d) Requisitos para el material estabilizado

- Resistencia a la compresión. Debe tener una resistencia a la compresión mínima de 750 libras/pulgada cuadrada a los 7 días de edad, cuando se utiliza material pétreo y 500 libras/pulgada cuadrada, cuando se utilizan los suelos que llenen los requisitos para estabilizar.
- Resistencia a mojado y secado. Los especímenes, al someterse al ensayo de 12 ciclos de humedecimiento y secado, no deben tener una pérdida de peso mayor de 14%, es decir si han sido preparados con material pétreo y 10%, y si se utilizó el tipo de suelo que llene los requisitos para estabilizar.
- Requisitos del material de curado. El tipo, grado, especificación y temperatura de aplicación del bitumen para curado debe cumplir con la especificación establecida.

e) Operaciones de tendido de material de base estabilizada con cemento Pórtland

- Mezcla en carretera. El material que se va a estabilizar debe ser depositado por medio de camiones de volteo y tendido con

motiniveladora con un espesor no mayor de 30 centímetros. Cuando se necesite estabilizar el material de una capa existente, se debe escarificar el espesor requerido, retirando las piedras mayores de 5 centímetros. Posteriormente de preparado el tramo, se procede a aplicar el cemento uniformemente por medio de maquinaria adecuada en un mismo día de trabajo.

El material en el momento de aplicar el cemento debe tener una humedad menor a la óptima y no se debe aplicar colocando las bolsas sobre la superficie de la carretera. Al tener completamente realizada la mezcla, se procede a aplicar el agua en cantidad adecuada y mezclarla nuevamente, hasta lograr la homogeneidad y consistencia apropiadas.

- Mezcla en planta. Cuando la mezcla es realizada en planta, ésta debe esparcirse por medio de estabilizador o máquina esparcidora, que permita obtener un espesor uniforme de material mezclado y sin segregación.

f) Requisitos de tiempo para el tendido del material

- Para el esparcimiento, no deben transcurrir más de 30 minutos entre la colocación de fajas o tramos adyacentes, excepto en las juntas de construcción longitudinales y transversales
- El material estabilizado no debe pasar sin compactar más de 30 minutos, por lo que se debe considerar el tiempo de acarreo y tendido.
- Entre la aplicación del cemento y la terminación del afinamiento no deben pasar más de 6 horas, para las operaciones de construcción correspondientes.

- No deben transcurrir más de 60 minutos entre el inicio de la mezcla y su compactación.
- La compactación y el afinamiento deben realizarse en un tiempo máximo de 2 horas, y lograr una superficie firme sin laminaciones y material suelto.
- El riego de curado debe aplicarse dentro de las 24 horas siguientes, después de completar el afinamiento.
- La capa de base estabilizada debe ser curada por un tiempo mínimo de 7 días, antes de colocar una nueva capa y no permitir el paso de vehículos. La colocación de una capa sobre ésta no debe ser después de 14 días al terminar el tiempo de curado.

g) Ensayos que se van a realizar

- Compresión, mojado y secado. Efectuar ensayos por cada 300 metros cúbicos de los primeros 3000 metros cúbicos de mezcla, cada vez que se modifique la fórmula de dosificación; seguidamente cada 3000 metros cúbicos de mezcla en planta y por cada 1500 metros cúbicos para mezcla en el camino.
- Cemento. Se debe solicitar el certificado de calidad y el resultado de los ensayos de laboratorio del producto, por cada 100,000 kilogramos, o cuando se utilice cemento de otro tipo o marca.
- Material bituminoso. Se debe tomar muestra por cada 10,000 galones y verificar si llena los requisitos requeridos.

- Compactación. Hay que efectuar ensayos de laboratorio y campo para controlar la compactación que debe dar el material, para lograr la densidad especificada. Se acepta una tolerancia del 2% en menos, respecto al porcentaje de compactación especificado, efectuándose a cada 400 metros cuadrados en orden alterno, a una distancia mayor de 1 metro del borde de la base.
- Superficie. No se aceptan irregularidades mayores de 2 centímetro de la cota de superficie, lo cual se verifica por medio del cordel.
- Deflexión. Se utiliza la viga Benkelman, y no debe ser mayor de 2 milímetros, respecto a un punto dado a una distancia no mayor de 3.68 metros en cualquier dirección.

D) Imprimación

I. Requisitos de los materiales

- a) Material bituminoso. El tipo, grado especificación y temperatura de aplicación, debe ser uno de los que se presenta en la siguiente figura:

Figura No. 2: Bitumen para riego de imprimación

TIPO Y GRADO	ESPECIFICACIÓN	TEMPERATURA DE APLICACIÓN	
		FAHRENHEIT	CENTÍGRADOS
1) Asfaltos líquidos RC-70, MC-30, MC-70,	AASHTO M 81, M 82	120-160	49-71

RC-250, MC-250	AASHTO M 81, M82	160-200	71-93
2) Alquitrán			
RT-2	AASHTO M 52	60-125	16-52
RT-3	AASHTO M 52	80-150	27-66

Fuente: Especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes.

- b) Material secante. Debe estar constituido por arena natural o triturada, que cumpla con los siguientes requisitos:

Figura No. 3: Granulometría

TAMIZ	STANDAR mm	PORCENTAJE QUE PASA TAMIZ
3/8	9.5	100
4	4.25	90-100
200	0.0075	0-7

Fuente: Especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes.

- Plasticidad. La porción que pasa tamiz No.4 no debe tener un índice de plasticidad mayor de 6, y el límite líquido no debe ser mayor de 25.
- Impurezas. No debe contener materias vegetales, basura o terrones de arcilla.

II. Operaciones de construcción

a) Preparación de la superficie

- Barrido de la superficie. Antes de aplicar la imprimación, debe barrerse la superficie por medio de barredora mecánica, escoba giratoria y fuelle mecánico de sistemas con ruedas neumáticas. El fuelle debe utilizarse del centro al borde exterior y la superficie puede ser humedecida antes de aplicar el bitumen.
- Revisión de la superficie. Después de barrida la superficie, debe verificarse visualmente que esté libre de grietas, laminaciones y exceso de material suelto o humedad que perjudique la penetración del bitumen.
- Delimitación de la superficie. Se debe delimitar la superficie que se va a imprimir por medio de cordel, o se marca con pintura la línea que indique el borde de la misma y que servirá de guía para la barra de distribución. En los extremos del tramo, se debe colocar una faja de papel construcción en todo lo ancho, para que el derrame del exceso de bitumen no perjudique la superficie.
- Protección de estructuras adyacentes. Deben protegerse todas las estructuras y construcciones existentes en el área, para que no se salpiquen o sufran algún daño.

b) Preparación y aplicación del material bituminoso

- Almacenamiento. El almacenamiento del bitumen debe ser en tanques, ubicados en lugares estratégicos de fácil acceso e instalaciones adecuadas.
- Calentamiento. El equipo para calentar el bitumen, ya sea fijo o móvil, debe tener la capacidad adecuada para calentar el material sin dañarlo, con un sistema circulante con serpentines, y evitar el contacto directo de la llama del quemador con la superficie de los serpentines, tubería o ductos. La temperatura del bitumen debe obedecer a la especificación del tipo que se utilice.
- Cantidad de bitumen. Debe ser seleccionada, según la textura de la superficie y los tipos de materiales; la cantidad debe oscilar entre 0.10 y 0.50 galones por metro cuadrado. Cuando las disposiciones especiales lo indiquen, puede ser mayor pero no más de 1 galón por metro cuadrado. La operación de aplicación puede ser de primero media sección. Para efectos de pago, se aceptará únicamente una variación de 5% de la cantidad aplicada.
- Distribución de bitumen. Para la distribución, debe realizarse por medio de tanque distribuidor de asfalto a presión o remolque con tanque equipado con sistema de calentamiento. La unidad debe tener llantas neumáticas, y mantener una velocidad constante; debe estar equipada con tacómetro en unidad de operación separada adaptada al tanque distribuidor, graduado en unidades de velocidad de 3 metros/minuto.

En el sistema de distribución, debe conectarse un tacómetro al eje de la bomba calibrado en revoluciones por minuto. La barra de riego debe permitir ajustes longitudinal y vertical, así como las boquillas con válvulas de cierre inmediato. La capacidad de la bomba del tanque debe ser no menor de 250 galones / minuto, y tener un sistema de calentamiento adecuado, así como una manguera rociadora anexa para correcciones.

- **Clima.** No se debe efectuar riego cuando esté lloviendo o cuando la humedad del material de la superficie que se va a imprimir sea mayor del 60% de su humedad óptima.
- **Correcciones.** Cuando queden áreas sin cubrir, inmediatamente se debe aplicar el riego por medio de la manguera anexa. Al presentarse grietas o baches, debe removerse el material suelto y llenarse con bitumen, mezcla asfáltica o mezcla de arena y bitumen.

c) Control de tránsito y mantenimiento

- **Tránsito.** La imprimación debe dejarse sin cubrir con el material secante un tiempo mínimo de 24 horas y no dejar circular vehículos sobre ella. Al aplicar el material secante y barrer el excedente, debe controlarse la velocidad del tránsito.
- **Colocación de material secante.** Antes de dar paso al tránsito, debe aplicarse el material secante en una cantidad de 0.0030 a 0.0060 metros cúbicos por metro cuadrado, de preferencia con maquina distribuidora u otro equipo adecuado. Para mejorar la aplicación del secante, se puede

compactar con compactadora de llantas neumáticas, de la orilla al centro.

- **Mantenimiento.** Se debe mantener la superficie imprimada, hasta que se coloque la capa siguiente, lo cual incluye realizar riegos adicionales, barrido, limpieza y correcciones.

E) Capa de rodadura

I. Capa de rodadura con tratamientos asfálticos superficiales

a) Requisitos de los agregados

Los agregados deben ser partículas obtenidas de la trituración de grava o piedra de buena calidad, con los requisitos siguientes;

- No debe tener un porcentaje de desgaste por abrasión mayor de 35 a 500 revoluciones.
- No deben tener una pérdida de peso mayor de 12%, al ser sometidos a cinco ciclos.
- No menos del 75% en peso, de las partículas del agregado deben de tener por lo menos una cara fracturada, ni más del 10% en peso, podrán ser planas o alargadas, con una

longitud mayor de cinco veces el espesor promedio de dichas partículas.

- Deben estar exentos de materiales vegetales, basura, terrones de arcilla, polvo. Se puede aceptar el material cuando no tenga más de 0.75% de material que pase el tamiz No. 200.
- Los agregados deben ser regularmente uniformes en calidad y densidad, y su peso unitario no debe ser menor de 80 lbs/pie cúbico.
- Deben cumplir con los requisitos de graduación, para los tipos establecidos, según el tipo de tratamiento superficial que se requiera, según las disposiciones especiales. Para los tipos por utilizar, véase figura No. 24.
- El agregado debe ser de muy buena calidad, de tal manera que al ser cubierto con el material bituminoso no presente evidencia de desvestimiento, y permanecer más del 70% de las mismas perfectamente cubiertas con material bituminoso, al efectuar el ensayo por inmersión de agua a 60 grados centígrados.
- Material bituminoso. El tipo, grado, especificación y temperatura de aplicación debe corresponder a uno de los que se presenta en la figura No. 25.

b) Operaciones de construcción

- Barrido de la superficie. Antes de la aplicación de cada riego, debe barrerse la superficie con barredora mecánica, escoba giratoria y fuelle. Cuando se trate de la segunda o tercera aplicación, el barrido de los excesos de agregado se sugiere

se realice en las primeras horas de la mañana o por la tarde. Si los excesos de agregados cumplen con los requisitos, éstos pueden ser utilizados nuevamente.

- Revisión y delimitación de la superficie. Después de barrida la superficie, debe procederse a la verificación visual, para que no haya grietas, laminaciones y depresiones. No debe aplicarse la primera capa de tratamiento superficial, antes de 3 días de haber sido aplicada la imprimación. Para delimitar la superficie, se debe proceder con el mismo método de la imprimación.
- Protección de estructuras adyacentes. Todas las estructuras adyacentes al área de trabajo deben protegerse de las salpicaduras o daño.
- Clima. No se permite aplicar el riego de material bituminoso, si está lloviendo o la temperatura ambiente es menor a los 15 grados centígrados.

c) Aplicación del material bituminoso

- Cantidad y distribución. Previo a la aplicación del material, éste debe estar almacenado en depósitos y lugar adecuados. La cantidad que se va a aplicar debe estar dentro de la tabla que se presenta en la figura No. 27, y su distribución se debe realizar por medio de distribuidor a presión, graduada para la cantidad seleccionada y mantener una velocidad constante del camión. El equipo distribuidor debe tener una presión suficiente para asegurar un riego entre 0.05 y 2.50 galones /metro cuadrado. La aplicación del bitumen puede ser primero media sección.

d) Aplicación de los agregados

- Cantidad y distribución. La cantidad del agregado, dependiendo el tratamiento, debe estar comprendido dentro de las cantidades de la figura No. 28. Inmediatamente después de aplicar el bitumen, se procede a esparcir el agregado con distribuidor propulsado de llantas neumáticas, tolvas y banda transportadora, que permita una aplicación uniforme y constante que varía entre 0.0020 y 0.0200 metros cúbicos por metro cuadrado. Para efectos de pago, no se aceptarán variaciones mayores el 5% de la cantidad ordenada, tanto en el bitumen como en los agregados.
- Remoción y compactación. Inmediatamente después de la aplicación del agregado, se debe remover el exceso de material granular por medio de escoba de arrastre o manualmente, corrigiendo las áreas descubiertas. Seguidamente, se procede a compactar por medio compactadora de rodillo de acero y neumática equipada con un mínimo de 9l ruedas de baja presión y cara lisa, ambas con un peso entre 4 y 8 toneladas.

La compactación debe realizarse dentro de los 30 minutos siguientes del esparcimiento, como mínimo 6 pasadas a todo lo ancho del borde exterior al centro, y las curvas del inferior al superior. De preferencia, la primera y última pasada deben hacerse con el rodillo de acero.

e) Control de tránsito

Se debe señalar y dirigir el tránsito, y no permitir el paso antes de concluir el proceso de compactación, y durante las próximas 48 horas siguientes, hay que controlar que la velocidad de los vehículos se mantenga en la máxima de 10 kilómetros/hora.

f) Mantenimiento

Se debe barrer el exceso de agregados que no se adhirió y realizar las correcciones necesarias por baches, desprendimientos o cualquier desperfecto que presente la superficie, antes de la siguiente aplicación. No se debe aplicar la capa inmediata superior, antes de 24 horas de haber aplicada la inferior.

g) Ensayos por realizar

- Material bituminoso. Tomar una muestra cada 10,000 galones o cada vez que se cambie de tipo, grado o marca.
- Graduación y peso unitario de agregados. Una muestra a cada 50 metros cúbicos en los primeros 250 metros cúbicos producidos y posteriormente a cada 500 metros cúbicos.
- Abrasión, desintegración al sulfato de sodio y desvestimiento de agregados. A cada 3,000 metros cúbicos en su estado natural y después por cada 2,000 metros cúbicos producidos.

II. Capa de rodadura con concreto asfáltico

a) Riego de liga

- Requisitos del material bituminoso. El tipo, grado, especificación y temperatura de aplicación debe estar dentro de las cantidades que se presentan en la figura No. 26.
- Cantidad tipo y distribución del bitumen. Previo a la aplicación, el material debe estar almacenado en depósitos y lugares adecuados. Dependiendo de la textura de la superficie y el tipo del bitumen, así será la cantidad, pero debe estar comprendida entre 0.05 y 0.20 galones por metro cuadrado. Si se utiliza la emulsión asfáltica, antes del riego, se debe diluir al 50% con agua aprobada.

Al utilizar asfalto RC, el riego se debe realizar con anticipación para permitir la evaporación de volátiles; pero si se usa cemento asfáltico, el riego se debe hacer inmediatamente antes, y no muy largo, para evitar que el A.C se enfríe demasiado. La distribución se debe hacer con equipo adecuado.

- Clima. No se permite realizar el riego cuando está lloviendo o la temperatura ambiente es menor a los 15° C.

b) Concreto asfáltico

Requisitos del agregado pétreo:

- Abrasión. La porción de agregado, retenida en el tamiz No.8, no debe tener un desgaste mayor de 40 a 500 revoluciones.

- Desintegración al sulfato de sodio. El agregado retenido, en el tamiz No.8, no debe tener una pérdida de peso mayor del 10% al ser sometido a cinco ciclos.
- Caras fracturadas y partículas planas o alargadas. No menos del 90% por peso, de las partículas retenidas en el tamiz No. 8, deben tener por lo menos una cara fracturada. No menos del 75% en peso de las retenidas, en el mismo tamiz, debe de tener por lo menos dos caras fracturadas y no más del 8% por peso; éstas pueden ser partículas delgadas o alargadas con una longitud mayor de cinco veces el su espesor promedio.
- Impurezas. Debe estar exento de cualquier material que produzca efectos negativos al pavimento.
- Peso. Su peso unitario no debe ser menor de 85 lbs/pie cúbico.
- Graduación. El agregado pétreo para la mezcla con el asfalto debe cumplir con los requisitos de graduación, para uno de los tipos que se presenta en la figura No.29, y su tamaño máximo debe ser menor que la mitad del espesor a la capa que va a compactar.
- Plasticidad. Lo que pasa en el tamiz No. 40, incluyendo el polvo mineral, no debe tener un índice de plasticidad mayor de 4, ni un límite líquido mayor de 20. El equivalente de arena no debe ser menor de 35.
- Desvestimiento. El 70% de partículas deben permanecer recubiertas con cemento asfáltico al realizar el ensayo respectivo

Requisitos del polvo mineral:

Puede ser polvo de roca, cemento Pórtland, cal hidratada o cualquier otro material que llene los requisitos de graduación siguientes:

Figura No. 4: Requisitos del polvo mineral

TAMIZ	STANDARD mm	% POR PESO QUE PASA
30	0.300	100
50	0.300	95-100
200	0.075	70-100

Fuente: Especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes

Requisitos del concreto asfáltico

La mezcla del cemento asfáltico con el material pétreo debe cumplir con los requisitos de diseño de uno de los métodos establecidos, según lo estipulen las disposiciones especiales, conforme se presenta en la figura No. 30.

Requisitos del cemento asfáltico:

El tipo, grado, especificación y grado de aplicación debe estar dentro de los requisitos que se presenta en la figura No. 31.

Operaciones de construcción

- Transporte de la mezcla. La mezcla debe ser transportada de la planta fija al lugar de colocación por medio de camiones de volteo cubierta con lona.
- Colocación y tendido. La mezcla, en el momento de colocarse y tenderse, debe tener una temperatura mínima de 130° C, con máquina pavimentadora.
- Compactación. El concreto asfáltico debe estar a una temperatura no menor de 107° C, para lograr su compactación del 100%, respecto de su densidad máxima. Todas las compactadoras deben estar provistas de un sistema que mantenga mojados los rodillos, para evitar la adherencia del bitumen, pero deben evitarse los excesos de agua. La compactación debe realizarse, tan pronto como lo permita la temperatura de la mezcla, con una compactadora de rodillo metálico no mayor de 8 toneladas.

El procedimiento de compactación debe realizarse en sentido longitudinal de la orilla al centro y en las curvas del borde inferior al superior, teniendo cuidado de dejar traslapes no menor de la mitad del ancho del rodillo. No se debe dejar estacionada la compactadora sobre la mezcla que se está compactando.

Ensayos por realizar

a) Calidad de los materiales

- Abrasión, desintegración al sulfato de sodio y desvestimiento. Efectuar ensayo por cada 10,000 metros cúbicos de material

en su estado original y por cada 20000 metros cúbicos de material triturado.

- Peso unitario, caras fracturadas y partículas planas. Efectuar ensayo cada 100 metros cúbicos de los primeros 1000 metros cúbicos producidos de cada banco, posteriormente por cada 2000 metros cúbicos de material triturado.
- Granulometría. Se debe efectuar por cada 50 metros cúbicos de los primeros 500 producidos, y posteriormente por cada 100 metros cúbicos.
- Plasticidad y equivalente de arena. Efectuar un ensayo por cada 1000 metros cúbicos de material pétreo producido, que incluya polvo mineral.
- Cemento asfáltico. Tomar una muestra por cada 10000 galones o cuando se cambie de tipo de material o fuente de aprovisionamiento.
- Mezcla de concreto asfáltico. Realizar ensayos completos de estabilidad y características de la mezcla, incluyendo porcentaje de bitumen y graduación después de la extracción, por cada 100 metros cúbicos de mezcla colocada y compactada, hasta completar 5000 metros cúbicos y seguidamente por cada 200 metros cúbicos; y un ensayo de extracción, del contenido de bitumen de la mezcla, por cada 100 metros cúbicos producida.

b) Calidad de la construcción

- Compactación. Se establece una cantidad de 3% en menos, respecto del porcentaje de compactación especificado. Hay que realizar un ensayo por cada 500 metros cuadrados de

concreto asfáltico compactado; las densidades no deben de efectuarse a una distancia menor de 20 metros lineales.

- Superficie. Verificar la conformación, por medio de una varilla o regla de 3 metros de longitud graduada, determinando si la altura es constante sobre la superficie en sentido transversal y longitudinal. No se permiten irregularidades mayores de 0.25 centímetros.
- Espesor. Se debe verificar el espesor al efectuar cada ensayo de control de compactación, a menos que se hayan autorizado métodos no destructivos; si es así, hay que efectuar perforaciones a cada 200 metros. Se establece una tolerancia de más o en menos de 0.5 centímetros para el espesor compactado, pero para el promedio aritmético determinados por cada kilómetro, no debe diferir en más de 0.25 centímetros, del espesor indicado en planos.
- Deflexión. Debe verificarse, por medio de la viga Benkelman, la deflexión máxima permitida, la cual para el concreto asfáltico es de 1.3 milímetros, respecto a un punto específico, si su espesor es menor de 5 centímetros, pero si es mayor se permite 3.5 milímetros. Se debe efectuar la prueba de campo por cada 400 metros cuadrados de concreto asfáltico compactado y recibido, en el área de mayor circulación.

F) Estructuras de drenajes

Requisitos de los materiales para cunetas con piedra ligada con mortero:

- I. Piedra. Ésta puede ser de canto rodado o material de cantera labrada o no; también se puede utilizar residuos de pavimento de

concreto. La piedra debe ser dura, sana, libre de grietas, con una de sus caras plana y un espesor no menor de 10 centímetros. Si se utiliza canto rodado, no necesariamente debe tener una de sus caras planas.

- II. Mortero. Debe estar formado por una parte de cemento Pórtland y tres de agregado fino, proporción en peso. El agregado fino debe cumplir con los requisitos de graduación.

Requisitos de las cunetas construidas con concreto simple fundido en sitio:

El concreto, para el revestimiento de las cunetas, debe ser de clase 2000 y los materiales que lo conforman, como el cemento, agregado fino y grueso, deben cumplir con los requisitos establecidos para su fabricación.

Requisitos de las cunetas construidas con concreto simple prefundido:

- I. Planchas. Éstas deben ser fabricadas con concreto de 2000 lbs/pulgada cuadrada, y debe cumplir con los requisitos para la fabricación del concreto.
- II. Mortero. El mortero para la unión de las planchas debe estar conformado por una parte de cemento Pórtland y tres de agregado fino, proporción en peso, que llene los requisitos de graduación correspondientes.

Requisitos de las cunetas construidas con mezclas asfálticas:

La mezcla puede ser de concreto asfáltico en caliente, mezclada en planta o bien mezcla en frío; en ambos casos debe cumplir con los requisitos necesarios para su elaboración.

Operaciones de construcción:

I. Piedra ligada con mortero

- Humedecer las piedras, limpiarlas e incrustarlas en la superficie compactada y humedecida.
- La separación entre las piedras no debe ser menor de 3 centímetros ni mayor de 5.
- No golpear las ya colocadas ni rodarlas sobre la cuneta.
- Al aplicar el mortero, deben mantenerse húmedas por seis horas.
- No aplicar ninguna carga exterior sobre las cunetas terminadas, por los menos, durante los dos días después de haber terminado.

II. Concreto simple fundido en sitio

- La superficie debe estar compactada y humedecida.
- Se debe iniciar colocando el concreto, principiando en el extremo y avanzando en sentido ascendente de la pendiente de la misma.
- Dejar juntas cada dos metros.
- El espesor mínimo debe ser de 7 centímetros.

III. Concreto simple prefundido

- La superficie debe estar compactada y humedecida.
- El espesor mínimo de las planchas debe ser de 7 centímetros.
- Se deben humedecer las planchas al colocarlas.
- La separación entre plancha y plancha no debe ser menor de 1.5 centímetros ni mayor de 3, la cual debe llenarse completamente con mortero.

El mortero debe cumplir con los requisitos de construcción correspondientes.

IV. Mezclas asfálticas

- Debe prepararse la superficie antes de aplicar la mezcla.
- Dependiendo de la mezcla a utilizar, así deberá cumplir con los requisitos de construcción.
- Sí se utiliza concreto asfáltico, el espesor mínimo en planta debe ser de 3 centímetros, y si se usa mezcla en frío será de 4 centímetros.

G) Bordillos

Requisitos de construcción:

- Concreto. Los bordillos deben construirse como mínimo con concreto clase 2500 lbs/pulgada cuadrada, y debe cumplir con los requisitos mínimos para la elaboración de un concreto.
- Colocación. En los planos constructivos, deben indicarse las cotas de cimentación, dimensiones, tipos y secciones de los bordillos. Cuando se construyen por medios manuales, se

deben dejar juntas de dilatación a cada 10 metros como máximo, con un espesor máximo de 1.5 centímetros. En el caso de que se construyan con equipo especial, solamente se deben realizar ranuras del mismo espesor a cada 2 metros.

H) Cajas y cabezales

Requisitos de construcción:

I. Concreto ciclópeo

- La profundidad de la cimentación, espesores y dimensiones, deben estar indicadas en los planos.
- El volumen de piedra que lo compone no debe exceder de 1/3 del volumen total del concreto ciclópeo.
- La piedra puede ser de canto rodado o partida no mayor de 30 centímetros
- La piedra debe estar limpia y ser colocada a mano.
- Cada piedra debe estar rodeada de por lo menos 8 centímetros de concreto y no debe colocarse ninguna a menos de 25 centímetros de cualquier superficie superior, ni a menos de 8 centímetros de cualquier otra estructura que se esté construyendo.
- Si es necesario interrumpir la fundición, al dejar la junta de construcción, deben dejarse piedras sobresaliendo, a no menos de 10 centímetros para formar llave.

El concreto ciclópeo no se debe de usar en estructuras, cuya altura sea menor de 60 centímetros y/o un espesor menor de 30 centímetros.

II. Mampostería de piedra

- El mortero debe estar formado por una parte de cemento Pórtland y tres de agregado fino, y proporción en peso.
- La piedra puede ser canto rodado o material de cantera labrado o no; debe tener cualquier forma y sus dimensiones, que pueden oscilar entre 10 a 30 centímetros, con un peso mínimo de 1390 kilogramos/metro cúbico.
- Las piedras, al colocarse, deben formar hiladas regulares, estar limpias, y las separaciones no deben ser menores de 1.5 centímetros ni mayor de 3 centímetros.
- Colocar las piedras de mayor dimensión en la base o parte inferior, con la cara de mayor dimensión en un plano horizontal.
- El mortero para ligar la piedra debe utilizarse en un máximo de 30 minutos.
- Hay que mantener húmeda la mampostería durante tres días y no aplicar carga externa durante 14 días.

I) Alcantarillas

I. De metal corrugado

a) Requisitos del material corrugado

- Solicitar certificado de calidad y garantía.
- Verificar que el diámetro sea el indicado en planos.
- Que no tenga forma defectuosa.
- Que los traslapes no estén desnivelados.
- Los agujeros no deben estar mal alineados o espaciados.

- Las láminas no deben estar dobladas o abolladas.
- Que sea del metal y calibre especificado.

b) Instalación

- La excavación estructural debe efectuarse, de conformidad con el alineamiento, dimensiones y pendientes mostrados en los planos.
- La excavación de las paredes deben ser lo más verticales posibles.
- El fondo de la zanja debe ser conformada y compactada, de tal manera que, por lo menos el 10% de la altura total o diámetro vertical de la alcantarilla, quede en contacto con el fondo de la zanja.
- Cuando la cota del coronamiento de la alcantarilla, está a un nivel superior de la superficie del nivel natural del terreno, se debe proceder a construir un terraplen, para realizar posteriormente la excavación para la alcantarilla.
- Cuando se encuentre roca, ésta deberá retirarse y remplazarse por arena u otro material compactado, que tenga un espesor mínimo de 30 centímetros.
- Si el material es suave, esponjosos o inestable, y no se logra obtener una base firme, éstos deben removerse en un ancho igual al de la excavación de que se trate.
- La colocación de las alcantarillas debe principiar en el extremo de aguas abajo.
- El relleno de la zanja debe ser controlado

II. De concreto reforzado

a) Requisitos de los tubos:

- Deben cumplir con los requisitos para tubos clases III y IV de AASHTO M 170 (ASTM C 76), salvo que las disposiciones especiales indiquen otra forma.
- Los tubos deben ser fabricados, siguiendo los métodos de construcción y curado, que está indicado en las especificaciones generales para la construcción de carreteras y puentes.
- Los tubos deben tener marcas que indiquen la clase de tubo, fecha de fabricación y fabricante.
- Los tubos deben estar libres de grietas largas y profundas, desportillamientos profundos y de rugosidades superficiales.
- Los planos de corte en los extremos del tubo deben ser perpendiculares al eje longitudinal.
- Las variaciones del diámetro interior no deben exceder en más o en menos del 1.5%, para tubos que tengan diámetros de 12 a 24 pulgadas, y el 1% ó 3/8 de pulgada para mayores.
- El espesor de las paredes no debe ser menor del propuesto en el diseño en más de 5% ó de 3/16 de pulgada en cualquier punto.
- Las variaciones, en el largo entre dos lados opuestos del tubo, no deben exceder de 1/8 de pulgada por pie de diámetro con un máximo de 5/8 de pulgada.
- Las variaciones en la posición del refuerzo no deben exceder en más o en menos del 10% del espesor de la pared del tubo, y su recubrimiento no debe ser menor de 1/2 pulgada en cualquier punto.

- Las muestras del lote de tubos que sean sometidos a la prueba de carga última de compresión transversal, deben cumplir con las especificaciones indicadas en AASHTO M 170 (ASTM C 76)
- El 80% del número de tubos probados deben cumplir con la prueba de absorción determinada por ASSHTO T 33, la cual no debe exceder de 8% del peso en seco.

a) Instalación

- Antes de colocar el tubo se debe verificar que las zanjas hayan sido excavadas, según con los requisitos; además, los lechos o camas deben estar conformadas y terminados como se indica en los planos.
- Para la colocación de los tubos, se debe principiar en el extremo, aguas abajo, con los extremos de campana o ranura en la dirección aguas arriba.
- Cuando se utilice una alcantarilla circular con refuerzo elíptico, o elíptica con refuerzo circular, ésta debe ser colocada en tal posición que la marca de fabrica, no estén desplazadas más de 5 grados del plano vertical, a través del eje longitudinal de la alcantarilla.
- En tubos de 36 pulgadas, con refuerzo elíptico, se debe colocar entranquillado interior horizontal.
- Cuando sea necesario colocar dos líneas de tubería paralelas, el espaciamiento libre entre ambas debe ser igual a 1/2 diámetro, pero no menor de 24 pulgadas.
- Las juntas de los tubos deben ser calafateadas y llenadas con mortero o lechada espesa de cemento.

- Las juntas en su interior deben quedar a nivel, y la exterior debe ser de un espesor que permita formar un anillo protector.
- Los tubos deben quedar debidamente alineados.
- No se debe realizar ningún relleno antes que el mortero esté suficientemente duro.
- El relleno debe ser controlado.

III. De material plástico

Las alcantarillas de material plástico pueden ser: tipo C corrugada de polietileno, tipo S corrugada de polietileno, celular o nervurada de polietileno, celular o nervurada de cloruro de polivinilo (PVC), o de acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS).

a) Requisitos de los materiales

- Las tuberías de polietileno tipo C y S deben cumplir con los requisitos de AASHTO M 294, y deben ser fabricadas de compuestos vírgenes de polietileno de alta densidad.
- Las tuberías de polietileno nervuradas o celulares deben cumplir con los requisitos de ASTM F 894, y deben ser fabricadas de compuestos vírgenes de polietileno de alta densidad.
- Las tuberías nervuradas o celulares de cloruro de polivinilo deben cumplir con la norma AASHTO M 304.
- Las tuberías ABS deben cumplir con la norma AASHTO M 264 y los compuesto de ABS utilizados en la fabricación de las alcantarillas deben cumplir con la norma ASTM D 1788.

- Las tuberías, construidas por compuestas de polietileno de alta densidad, deben estar dentro de los límites de clasificación para las propiedades primarias, según ASTM D 3350.
- Las tuberías fabricadas, por compuestos de cloruro de polivinilo, deben estar dentro de las propiedades primarias, según ASTM D 1784.
- El espesor, rigidez y masa unitaria, de cada tipo de tubería debe cumplir con las normas especificadas.

b) Instalación

- Las zanjas deben estar debidamente excavadas, los lechos o superficies de cimentación conformados y terminados, como lo indican los planos.
- La colocación de la tubería en la zanja debe realizarse por medio de lazos o cables de manila.
- La unión de dos tubos puede ser del tipo integral de campana y espiga o del tipo de anillo de acople.
- La instalación debe iniciar aguas abajo, con los extremos de campana en la dirección aguas arriba.
- En el caso de unión de tipo campana, se debe utilizar un empaque de hule o un cementante.
- Al utilizar anillo de acople, el mismo se cementará a ambos tubos.

- Los empaques utilizados deben cumplir con los requisitos correspondientes.
- El lubricante que se va a utilizar para el ensamblaje no debe tener defectos en el empaque o en la alcantarilla, y debe ser el recomendado por el fabricante.
- Los cementos solventes para la unión de alcantarilla PVC deben cumplir con la especificación correspondiente.
- El contratista debe presentar un certificado de calidad para cada tipo de alcantarilla utilizada.
- El relleno debe ser controlado.
- Se debe realizar un control topográfico adecuado de la estructura, mientras duren las operaciones de colocación del relleno, para verificar los movimientos de deflexión de la estructura.

J) Subdrenajes

I. De tubería perforada

a) Requisitos de la tubería

- Las perforaciones para cualquier tipo de tubería no deben ser menores de 3/16" ni mayores de 3/8" de diámetro.
- El número de hileras perforadas deben estar repartidas por mitad en dos grupos en ambos lados del tubo, en los segmentos comprendidos entre la mitad superior y su tercio inferior.
- Las separaciones entre hileras no deben ser menores de 2.5 centímetros.

- No debe haber perforaciones en el tercio inferior ni la mitad superior del tubo.

b) Requisitos de los materiales

- Agregado fino. El agregado fino debe ser arena natural limpia o material compuesto de partículas de piedra, que cumpla con los requisitos de graduación correspondientes.
- Agregado grueso. El agregado grueso debe consistir en piedra triturada o grava, libres de exceso de piedras alargadas o delgadas que cumplan con los requisitos de graduación. Debe evitarse que el agregado sea arrastrado y se segregue, así como la capa debe ser suficientemente permeable.
- Capa impermeable. Sobre las capas de materiales filtrantes, se debe colocar una capa de material impermeable, de preferencia arcilla o cualquier otro material que evite el deterioro del filtro.

c) Requisitos de construcción

- Se debe colocar la tubería sobre una capa de agregado fino de 5 centímetros en el fondo
- La tubería se debe colocar de tal manera que no haya perforaciones en la mitad superior de ella.
- La pendiente debe ser 0.5% mínimo y 1.00% como máximo.
- Se debe rellenar con agregado grueso hasta, una altura de 2 diámetros del tubo y 10 centímetros a cada lado del rostro

del mismo, y de estos límites hasta las paredes de la excavación, se rellenará con agregado fino. Posteriormente se debe rellenar con agregado fino en capas debidamente apisonadas en todo lo ancho hasta la altura requerida, como lo indican los planos.

- Sobre el material fino, se colocará la capa impermeable compactada en capas no mayores de 10 centímetros.

II. De drenaje francés

a) Requisitos de los materiales

- El material para filtro puede ser piedra de canto rodado o material de cantera de cualquier forma y dimensión, y no debe cumplir con ninguna granulometría definida.
- Sobre el material de filtro, se debe colocar una capa de material impermeable de preferencia arcilla.

b) Requisitos de construcción

- Hay que colocar las piedras de mayor dimensión al fondo, y las de menor dimensión hacia arriba en forma decreciente, y a continuación, el material fino.
- La dimensión menor de la piedras, que van en el fondo, debe ser de un 35% del ancho de la excavación.
- Las pendientes deben ser 0.3% mínimo y 0.5% máximo.
- Sobre el agregado fino, se debe colocar una capa impermeable.

K) Señalización

I. Líneas y marcas

- Esferas de vidrio. Deben ser limpias, claras, transparentes, resistentes al aplastamiento y altamente reflectivas. Sus características y graduación deben cumplir con las especificaciones correspondientes.
- Cinta reflectiva termoplástica. Puede ser amarilla o blanca y debe ser aplicada fundida, por medios mecánicos y con una aplicación superficial de esferas de vidrio, según la especificación del fabricante.
- Cinta reflectiva termoaplicada. Debe ser aplicada por medio de soplete en caliente.

b) Operaciones de aplicación

- Las superficies deben estar limpias, seca y libre de polvo, grasa y aceites.
- No debe aplicarse cuando esté lloviendo, con neblina o húmedo.
- No debe aplicarse en superficies muy calientes ni muy frías; la temperatura mínima de la superficie debe ser 10°C y una temperatura ambiente mínima de 15.5°C.
- La demarcación para las líneas de tráfico se debe hacer, por lo menos a cada 2 metros en tramos rectos y a cada metro en curvas.
- Las líneas deben tener un ancho de 10 centímetros.

- Las líneas longitudinales centrales se pintan únicamente cuando la calzada tiene dos carriles en diferente sentido.
- La línea central se pinta continua, para indicar que los vehículos no pueden rebasar, y discontinua cuando se puede rebasar.
- Las líneas longitudinales no centrales se pintan en las carreteras, cuya calzada tiene dos o más carriles.
- La línea no central se pinta continua, cuando se pinta a la orilla de los hombros y limita el ancho de rodadura, y se traza discontinua en caso de carreteras con dos o más carriles en el mismo sentido, y delimita el ancho de carriles.

c) Señales de tráfico

- Pueden ser de madera, concreto y metal, pero deben cumplir con las especificaciones para cada uno.
- Deben fijarse de tal forma que estén seguras.

L) Dispositivos para control de tránsito

- Deben colocarse en lugares estratégicos, en puentes y en los lados de la carretera, para prevenir accidentes.
- La sección de los postes debe ser circular o rectangular
- El diámetro menor de un poste circular es de 15 centímetros
- La sección de los rieles debe ser rectangular, y ninguno de sus lados debe ser menor de 15 centímetros, ni mayor de 30 cm.

- La construcción de los dispositivos, independientemente del material, debe indicarse en los planos y cumplir con los requisitos para cada cual.
- Los postes deben estar orientados hacia el pavimento a un mínimo de 90 centímetros de la capa de rodadura
- Los rieles deben estar a una distancia mínima del suelo de 45 centímetros a la parte inferior de la viga.

2.3.4 Medición de renglones ejecutados

En la construcción de una carretera, es indispensable contar con la presencia permanente de un ingeniero en la obra, no sólo para el control de la calidad de los trabajos, sino también para la verificación exacta de las cantidades de trabajo que se están ejecutando.

La supervisión constante de una obra de carretera es importante, ya que de no hacerlo, ocasiona inconvenientes para chequeos de la calidad de los trabajos, cuantificación de las cantidades de trabajo ejecutadas en las diferentes etapas y en algunos casos encarecimiento de la misma. Para el ingeniero supervisor, quien no realiza supervisiones periódicas, debe solicitar al ingeniero residente una bitácora en obra, que registre todos los trabajos, modificaciones, avance de obra, y además contar con fotografías, equipo de topografía, y laboratorio permanente en la obra, que ayudaría grandemente a obtener una información bastante real de la ejecución de los trabajos.

Para la medición de las cantidades de trabajo de los diferentes renglones que se contratan, es importante que éstos estén totalmente terminados y verificarlos con los planos constructivos. Adicionalmente, hay que auxiliarse con cinta métrica, clinómetro de mano, brújula óptica o de mano, calculadora de bolsillo, odómetro, cámara fotográfica, altímetro, formularios de reporte y contar con la siguiente información en campo:

a) Reacondicionamiento de sub-rasante

- Se debe contar con el replanteo topográfico de la carretera, marcando los estacionamientos a cada 100 metros en piedras o árboles.
- Hay que verificar el reacondicionamiento mínimo de ancho y profundidad especificado.
- El renglón debe estar contratado en kilómetros.
- Se debe conocer la cantidad de kilómetros contratada.
- Debe estar marcado el estacionamiento inicial y final del tramo reacondicionado.
- Si existieran los renglones de cortes y rellenos, debe solicitarse los datos topográficos de los mismos para su revisión.
- La medición de los trabajos, para su aceptación, debe cumplir con los requisitos de calidad y cantidad establecidos, por lo que se deben solicitar los ensayos de laboratorio de soporte correspondientes.
- Tener tendido sobre ella el material de sub-base.
- Hay que elaborar un cuadro de control de los trabajos ejecutados a la fecha.
- Se deben verificar los caminamientos marcados por medio de odómetro o GPS.

b) Capa de sub-base

- Se debe conocer el espesor, ancho y cantidad, contratados y especificado.
- El renglón debe estar contratado en metros cúbicos.
- Se debe haber recibido a satisfacción la subrasante reacondicionada.
- El tramo por medir debe tener marcado su estacionamiento inicial y final.
- El material debe cumplir con los requisitos de calidad, establecidos en las especificaciones, por lo que se deben solicitar los ensayos de laboratorio correspondientes.
- Debe contarse en campo con la cota de subrasante y la cota final de sub-base con datos topográficos reales con estacas o trompos, colocados en las orillas y en la línea central, para los chequeos respectivos del espesor.
- Tener tendida sobre ella el material de base.
- Hay que elaborar un cuadro de control de los trabajos ejecutados a la fecha.
- Se deben verificar los caminamientos marcados por medio de odómetro.

c) Capa de base

- Conocer el espesor, ancho y cantidad, contratados y especificado.
- El renglón debe estar contratado en metro cúbico.
- Haber recibido a satisfacción la sub-base.

- El tramo por medir, debe tener marcado su estacionamiento inicial y final
- El material debe cumplir con los requisitos de calidad establecidos en las especificaciones, por lo que se deben solicitar los ensayos de laboratorio correspondientes.
- Debe contarse en campo con la cota de sub-base y la cota final de base con datos topográficos reales con estacas o trompos, colocados en las orillas y en la línea central, para las revisiones respectivos del espesor.
- Debe estar imprimado el tramo que se va a medir.
- Hay que elaborar un cuadro de control de los trabajos ejecutados a la fecha.
- Se deben verificar los caminamientos por medio de odómetro.

d) Imprimación

- Hay que conocer la cantidad contratada.
- El renglón debe estar contratado en galones.
- Se debe haber recibido satisfactoriamente la base.
- El tramo a medir, debe estar marcado su estacionamiento inicial y final.
- Se debe haber definido con anterioridad el material bituminoso y el punto de riego por utilizar.
- Debe estar protegida con el material secante.

e) Capa de rodadura con doble tratamiento

- Conocer la cantidad contratada.

- Los dos riegos de agregado pétreo deben estar contratados en metros cúbicos.
- Los dos riegos de asfalto para el doble tratamiento deben estar contratados en galones.
- Se debe haber definido con anterioridad el volumen y tipo de agregado pétreo por utilizar en ambos riegos, al igual que el punto de riego y material bituminoso que se va a utilizar en los dos riegos.
- El tramo por medir debe estar marcado su estacionamiento inicial y final.
- El material debe cumplir con los requisitos de calidad establecidos en las especificaciones, por lo que se deben solicitar los ensayos de laboratorio correspondientes.

f) Capa de rodadura con concreto asfáltico

- Se debe conocer la cantidad contratada.
- Hay que revisar la unidad de medida contratada, ya que se puede contratar en metros cúbicos o en toneladas.
- Si se contrata en toneladas, se debe conocer el volumen que se cubre por tonelada de concreto asfáltico.
- Hay que conocer el espesor especificado de la carpeta asfáltica.
- El tramo a medir, debe estar marcado su estacionamiento inicial y final.
- La superficie por medir debe estar totalmente terminada.
- Los materiales de la mezcla y ella, en sí, debe cumplir con los requisitos de calidad establecidos, por lo que se deben solicitar los respectivos ensayos.

g) Drenajes transversales

- Se debe conocer la cantidad contratada.
- La unidad debe ser en metros lineales.
- El diámetro y material debe ser el indicado en planos.
- Indicar el caminamiento de ubicación y longitud de la transversal.

h) Cunetas revestidas

- Se debe conocer la cantidad contratada.
- Si la unidad de medida es en metros lineales, se debe contar con la sección diseñada.
- Si la unidad de medida es en metros cuadrados, se debe revisar el perímetro mojado y espesor.
- Hay que solicitar los ensayos del concreto que se van a utilizar.
- Se debe indicar el caminamiento de la cuneta, y si es derecha o izquierda.

i) Cajas y cabezales

- Debe estar contratado en unidades.
- Su construcción debe estar de acuerdo con los planos correspondientes.
- Solicitar los ensayos del concreto por utilizar.
- Indicar el caminamiento de ubicación.

2.3.5 Avances físico y financiero

2.3.5.1 Sistema de control de avance físico y financiero

Para lograr que una obra se ejecute en el tiempo establecido y se garantice la óptima inversión de los recursos, es importante tener el control de los avances físico y financiero, los cuales deben desarrollarse paralelamente.

El grado de avance físico de cada uno de los renglones contratados se establecerá en cada visita que realice el supervisor, determinando si el avance ha sido normal o, por el contrario, especificar las razones, por las cuales han existido problemas en la ejecución de los mismos.

En el caso de adelantos en la ejecución de actividades del proceso, el supervisor deberá examinar conjuntamente con el contratista, si tal situación afecta considerablemente la planificación y programación del resto del proceso, particularmente en lo que se refiere en aprovisionamiento de recursos y financiamiento.

Si éste fuera el caso, junto con el contratista decidirán e implementarán las medidas necesarias para nivelar el trabajo, lo antes posible, al programa del proceso de construcción; en caso contrario, aceptará el adelanto y comprobará que se hagan las correcciones necesarias de dicho programa.

En el caso de atrasos en la ejecución de actividades, el supervisor deberá establecer si la actitud atrasada afecta la duración total del proceso o, bien, si no afecta tal duración

Al establecer que las causas del atraso son imputables al contratista, le deberá informar para que recupere el tiempo atrasado y no proceder a sancionarlo. El avance físico se puede controlar mejor exigiéndole al contratista un programa de trabajo, el cual puede ser en forma de barras.

Para el avance financiero, se realiza el análisis del mismo, y luego se procederá a medir físicamente en la obra, los volúmenes reales de trabajo ejecutados en las actividades reportadas en las estimaciones correspondientes, incluyendo las ampliaciones o decrementos que ha sufrido el contrato, durante el tiempo de ejecución establecido en el contrato, de obra. Se hará un análisis de los pagos realizados en cada renglón de trabajo, así como el saldo pendiente de pago.

Para el control de los avances físico y financiero de la obra, se sugiere utilizar las siguientes tablas:

Figura No.5: Control de avance físico

SISTEMA DE CONTROL DE AVANCE FÍSICO

NOMBRE DEL PROYECTO:
CÓDIGO:
UBICACIÓN:
EJECUTOR:

FECHA INICIO:
FECHA FINAL:
PLAZO:

FECHA :

No.	RENLÓN	%	FACTOR PONDERADO	% AVANCE
1				
2				
3				
			AVANCE ACTUAL	
			AVANCE ANTERIOR	

OBSERVACIONES:

- 1.- El porcentaje en la tercera columna se refiere al avance por renglón.
- 2.- El factor ponderado para cada renglón se obtiene de dividir el costo total del mismo entre el valor total del proyecto.
- 3.- El porcentaje de avance de la columna 5 se obtiene de multiplicar la columna 3 con la columna 4.

Figura No. 6: Control de avance financiero

CONTROL DE AVANCE FINANCIERO

NOMBRE DEL PROYECTO:
 PERÍODO DEL INFORME
 COSTO ORIGINAL
 COSTO AJUSTADO:
 FECHA INFORME:

CONTRATISTA:
 SUPERVISOR:
 FECHA DE INICIO:
 FECHA FINALIZACIÓN:
 PLAZO CONTRACTUAL:

ESTIMACIÓN		PORCENTAJE DE ANTICIPO: %		RETENCIÓN: %		
No.	PERÍODO (MES)	MONTO BRUTO ESTIMACIONES	AMORTIZACIÓN DEL ANTICIPO	OTRAS DEDUCCIONES	OBSERVA.	TOTAL LÍQUIDO
1	MES 1	0.00	0.00	0.00		0.00
2	MES 2	0.00	0.00	0.00		0.00
3	MES 3	0.00	0.00	0.00		0.00
4	MES 4	0.00	0.00	0.00		0.00
5	MES 5	0.00	0.00	0.00		0.00
6	MES 6	0.00	0.00	0.00		0.00
TOTALES		Q -	Q -	Q -		Q -

2.3.5.2 Sistema de control de avances programados

Cuando se inicia el proyecto, se tienen programadas todas las actividades que se van a realizar en la obra, partiendo de una fecha establecida y programada para finalizar en el tiempo contractual establecido. Para el

control de los avances programados, se debe contar con el programa de trabajo elaborado por el contratista, ya sea por medio de barras o por el de la ruta crítica, y compararlo con el avance establecido en las visitas de supervisión realizadas a la obra; así posteriormente se puede concluir si existe atraso, para poder exigir la agilización de los trabajos y reprogramar la obra.

Para el control de los avances programados, se sugiere utilizar las siguientes tablas.

Figura No. 7: Control de avance físico programado

**SISTEMA DE CONTROL DE AVANCE FÍSICO
DEL PROGRAMA DE TRABAJO**

PROYECTO:

CÓDIGO:

UBICACIÓN:

EJECUTOR:

SUPERVISOR:

FECHA DE INICIO:

FECHA DE FINALIZACIÓN:

FECHA ACTUALIZACIÓN DE PROGRAMA:

PERÍODO:

RENGLON		AVANCES	MESES					OBSERV.
No.	DESCRIPCIÓN		MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	SUMA	
1		PROGRAMADO	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
		EJECUTADO	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
2		PROGRAMADO	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
		EJECUTADO	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
3		PROGRAMADO	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
		EJECUTADO	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
4		PROGRAMADO	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
		EJECUTADO	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
5		PROGRAMADO	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
		EJECUTADO	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
6		PROGRAMADO	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
		EJECUTADO	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
7		PROGRAMADO	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
		EJECUTADO	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	

Figura No. 8: Control de avance financiero programado

**SISTEMA DE CONTROL DE AVANCE FINANCIERO
PROGRAMADO**

PROYECTO:
CÓDIGO:
UBICACIÓN:
EJECUTOR:
SUPERVISOR:

FECHA DE INICIO:
FECHA DE FINALIZACIÓN:
ACTUALIZACIÓN DE PROGRAMA:
PERÍODO:

RENGLÓN		CANT.	U.M	PRECIO		AVANCES	MESES			SUMAS
No.	DESCRIPCIÓN			P.U	TOTAL		1	2	3	
1						FIS. POND.				
						FINANC.				
						GASTO	Q -	Q -	Q -	
2						FIS. POND.				
						FINANC.				
						GASTO	Q -	Q -	Q -	
3						FIS. POND.				
						FINANC.				
						GASTO	Q -	Q -	Q -	
4						FIS. POND.				
						FINANC.				
						GASTO	Q -	Q -	Q -	
TOTAL						FÍSICO				
ANTICIPO						FIS. ACUM.				
						A. FINAN.				
						A. FIN. ACU.				
						GASTO MES				
						GASTO ACU.				

2.3.6 Registro en bitácora de trabajos ejecutados

La visita de supervisión a la obra no tiene ninguna validez, si no se da fe en la bitácora de los avances de los trabajos, las modificaciones que sufre la obra, las correcciones que se solicitan que se realicen por malos trabajos, etc.

La información mínima que debe contener una bitácora es la siguiente:

- a) Datos generales del proyecto. Debe contener número de proyecto, ubicación geográfica, tipo de proyecto.
- a) Número de visita de supervisión.
- b) No. de contrato o convenio.
- c) Datos del tiempo de ejecución. Debe contener tiempo contractual, fecha de inicio, fecha de terminación, fecha de la visita de supervisión, y nueva fecha de vencimiento, si existiera prórroga autorizada.
- d) Nombre del contratista.
- e) Avance financiero. Se debe indicar el monto en quetzales y en porcentajes de los pagos efectuados.
- f) Avance físico. Se debe incluir un cuadro que contenga los renglones de trabajo contratados y el factor ponderado para cada renglón. El factor es obtenido con base en el costo del renglón. El avance total de la obra se obtiene al verificar el avance de cada renglón en obra, multiplicado por su factor; el resultado es el avance del renglón en cuestión, y la suma de cada avance de renglón es el avance total de la obra. Además, debe contener una columna que indique el avance programado de cada renglón a la fecha.
- g) Observaciones generales:

- Estado actual de la obra. Se debe indicar el estado actual de la obra, en que se trabaja o si está paralizada.
- Modificaciones. Se deben indicar si se solicita modificar algún renglón de la obra.
- Correcciones. Se deben indicar claramente los trabajos mal ejecutados, y cómo se deben corregir.
- Equipo y maquinaria. Se debe indicar la maquinaria existente en la obra, y si es adecuada para el tipo de trabajo que se esté realizando.
- Materiales y mano de obra. Se debe indicar si los materiales existentes son para la estructura del pavimento, capa de rodadura o para estructuras de drenajes. La mano de obra se refiere a los trabajos de albañilería que se van a realizar en la carretera.
- Condiciones climáticas. Se deben indicar las condiciones climáticas que imperan, en el lugar no sólo en la visita de supervisión; si no es así, revisar que chequear la bitácora en obra o el cuadro de control de clima, para establecer los días de lluvia que ocasionarán posible atrasos.
- Constancia de visita. Debe contener las firmas de las personas que participaron en la visita, supervisor, contratista, y contralor social.

En la figura 32, se presenta un formato de una bitácora de supervisión.

2.3.7 Informes especiales

Los informes especiales de supervisión deben contener información clara y precisa, así como todos los elementos necesarios para generar los informes generales, que deberán ser realizados de acuerdo con el modelo que se presenta a continuación, para que sean uniformizados; se incluyen gráficas y fichas técnicas para poder conocer los avances físicos, financieros y posibles cambios, que pueda tener el proyecto durante la ejecución de los trabajos.

Los informes especiales deben contener la siguiente información:

a) Antecedentes.

Deberán contener toda la información general del contrato de obra del proyecto; dicha información deberá ser clara, con el objeto de conocer las características del contrato, la cual deberá contener como mínimo la siguiente información:

- Número de cotización en la que fue adjudicado, así como la fecha de la adjudicación.
- Tipo de proyecto por ejecutar.
- Fecha de inicio de obra.
- Orden de inicio.
- Tiempo contractual.
- Ampliación del tiempo contractual (sí existiera).
- Número y fecha del contrato.
- Nombre de la empresa.
- Ubicación del proyecto.
- Costo del proyecto.
- Fianza de anticipo.
- Fianza de cumplimiento y seguros.

b) Descripción del proyecto

Se describirán las características del proyecto tomando, en cuenta las especificaciones técnicas del mismo, así como todos los componentes de la obra que se van a ejecutar.

c) Avances físico y financiero

El avance físico se determinará realizando la visita al proyecto, con la observación y medida de todos los renglones que se encuentran en ejecución, lo cual concluirá en que el avance de la obra ha sido normal; en caso de que existiera atraso, se deben especificar claramente las razones que lo justifiquen.

El avance financiero se determinará analizando detenidamente las ampliaciones o decrementos que ha sufrido el contrato a la fecha del informe, lo mismo que los pagos efectuados por los trabajos y el saldo pendiente.

d) Pagos efectuados

De acuerdo con el número de estimaciones pagadas y el anticipo otorgado, se deberá hacer un análisis de la cantidad amortizada hasta la última estimación pagada y cuando sea para pago de estimación, se debe incluir la cantidad que se va a amortizar en la estimación correspondiente.

e) Justificaciones de documentos de cambio

Cuando sea necesario, reajustar las cantidades de trabajo, se deberá presentar la justificación que respalde la necesidad de crear las órdenes de trabajo necesarias, para mejorar las condiciones del proyecto de acuerdo con los renglones de trabajo por decrementar o incrementar, según sea el caso, así como el tiempo adicional que sea requerido para ejecutar las ampliaciones requeridas.

- f) Resultados de reuniones efectuadas con personas que tengan relación directa con el proyecto

Como cualquier proyecto, es necesario convocar a reuniones periódicas con las personas interesadas, en que el mismo finalice de la mejor manera posible. Cuando existan estas reuniones con cualquiera de los involucrados, se deberá anotar en este informe lo acordado y actuado en las mismas, así como las recomendaciones que se hayan generado.

- g) Anotaciones realizadas en bitácora

Se deberá anotar todo lo actuado en la visita de supervisión, así como, lo anotado en el formato de bitácora, que se llena normalmente en cada visita de supervisión.

- h) Conclusiones

Se harán todas las observaciones de lo actuado en la visita de supervisión realizada, así como las medidas que se han tomado para la buena ejecución del proyecto.

- i) Recomendaciones

Se darán todas las recomendaciones que sean necesarias y que se consideren importantes, para que el proyecto sea construido adecuadamente y de acuerdo con las especificaciones técnicas establecidas.

j) Documentos adicionales de soporte técnico

Los informes presentados deberán incluir todas las gráficas que servirán como soporte, para conocer el grado de avance en que se encuentra la obra, las cuales se procesarán en el sistema general de la institución o propietario del proyecto. Las gráficas son las siguientes:

- Ficha técnica
- Información general del contrato de obra
- Información variable de la ejecución de la obra
- Cantidades estimadas de trabajo, precios unitarios y totales
- Cuadro analítico de cantidades de trabajo
- Sistema de control del avance del programa de trabajo
- Programa de trabajo autorizado
- Estado financiero de la construcción
- Gráfica de avance financiero
- Gráfica de avance físico
- Documentos de cambio en trámite
- Resumen de documentos de cambio aprobados
- Medias de mitigación ambiental
- Fotografías y anexos

2.4 Documentos de campo

2.4.1 Orden de campo

Dentro de los diferentes trabajos que se ejecutan en una carretera, la orden de campo no es más que la orden escrita, en el lugar de la obra, que emite el supervisor, sus ingenieros auxiliares o inspectores expresamente facultados para ello, para que el contratista ejecute un trabajo cubierto por el contrato.

Figura No. 9: Boleta de orden de campo

DEPARTAMENTO DE SUPERVISIÓN

ORDEN DE CAMPO No. _____
NOMBRE DEL PROYECTO: _____
CÓDIGO: _____
UBICACIÓN: _____
FECHA: _____

REALIZAR LOS SIGUIENTES TRABAJOS:

No.	REGLÓN	CANTIDAD CONTRATADA	ACUMULADO ANTERIOR	REALIZAR	ACUMULADO A LA FECHA	UBICACIÓN DE LOS TRABAJOS POR EJECUTAR

AUTORIZADO POR: _____

2.4.2 Bitácora en obra

Por la magnitud de un proyecto de carretera, el control de las operaciones constructivas, modificaciones, imprevistos, variaciones en cantidades de trabajo, calidad de los trabajos, visitas de personalidades relacionadas con el proyecto, etc, es de suma importancia contar con un cuaderno de bitácora en la obra, que se registren y tengan validez todos los acontecimientos que se den en las diferentes etapas de la construcción de la obra.

Esta bitácora debe ser autorizada por el supervisor general de la obra, a partir del día que inicia la obra, y cualquier información que sea importante debe plasmarse en ella diariamente. El supervisor, en su visita, debe solicitarla y revisarla, realizando las observaciones, correcciones, modificaciones, que el crea conveniente y firmarla para que tenga validez.

Es importante que en ella se informe detalladamente de los avances diarios de cada renglón en la obra. Los problemas con el clima, acceso de materiales, maquinaria, etc, deben anotarse para las justificaciones de los atrasos en la obra.

2.4.3 Sistema de control de clima

El considerar el clima, en una obra de carretera, es quizá lo más importante, ya que se podría tener una obra de mala calidad, incurrir en atrasos, gastos adicionales, ampliaciones, y hasta la quiebra de la empresa contratista.

Debido a lo anterior, las obras de carretera se sugiere que se trabajen en tiempo de verano; si por la magnitud de la misma, es necesario utilizar el tiempo de invierno, debe ser considerado en su programa de trabajo.

Aunque controlar el clima es una tarea imposible de realizar, se debe anotar en un cuadro los días y tiempo de lluvias; esto es con el objeto de conocer el comportamiento de la lluvia. El control ayudará a programar los horarios de trabajo de los renglones que son afectados por la lluvia, y además, para poder solicitar ampliación del tiempo contractual adicional, por los atrasos a causa de las lluvias.

Figura No. 10: Boleta de control de lluvias

DEPARTAMENTO DE SUPERVISIÓN

BOLETA No.

NOMBRE DEL PROYECTO:

CÓDIGO:

UBICACIÓN:

CONTROL DE TIEMPO DE PRECIPITACIONES EN PROYECTO

MES:

SEMANA DEL: AL:

DÍAS	DURACIÓN EN MINUTOS					TOTAL DIARIO
LUNES						
MARTES						
MIÉRCOLES						
JUEVES						
VIERNES						
SÁBADO						
DOMINGO						
TOTAL SEMANAL						

RESPONSABLE:

Vo. Bo.

3 LA SUPERVISIÓN EN GABINETE

3.1 Ingreso de bitácora de campo en sistema de control general

Generalmente, las obras de carreteras son financiadas por instituciones del estado, en donde se desarrollan varios proyectos de diferentes tipos, por lo que es indispensable contar con un sistema de información central, que contenga los datos generales del proyecto y su desarrollo. El ingreso de la información recabada, en el campo por medio de la bitácora, ayudará a que los diferentes departamentos que de una u otra forma se relacionan con el proyecto por cuestiones de pagos, cambios, plazos etc., puedan realizar los trámites correspondientes con la información ingresada. Para cada trámite que se realice al proyecto, se necesita conocer el estado en que se encuentra, ya que para cada uno se necesitan diferentes requisitos.

3.2 Solicitud de pago de estimaciones de trabajo y desembolsos

Al elaborar un contrato o convenio, en una de las cláusulas estipula la forma de pago, que se hará al contratista por los trabajos ejecutados, los cuales se dan por estimaciones de trabajo o desembolsos. En proyectos de carretera, por su magnitud y estimación de las cantidades de trabajo, que conforman los diferentes renglones, normalmente se utiliza la forma de pago por estimaciones.

Para el pago de estimaciones de trabajo, el contratista entregará al supervisor la estimación, dentro de los 5 días siguientes al vencimiento del

periodo establecido en el contrato; el supervisor dentro de los 5 días siguientes de haberlo recibido deberá revisarla y conciliar cualquier diferencia en las cantidades de trabajo. Sí existiera diferencia a favor o en contra del contratista, podrá ajustarse en la próxima estimación o en la liquidación.

3.2.1 Procedimientos para pago de estimaciones de trabajo

Para el pago de estimaciones de trabajo, inicialmente el plazo contractual tiene que estar vigente, y por supuesto, las cantidades de trabajo por cobrar estarán ejecutadas en su totalidad. Para el trámite de pago, en algunos contratos, se indican los documentos que se van a solicitar, pero en general los documentos que se van a solicitar y presentar, por parte del supervisor, son los siguientes:

- El cuadro de estimación de cantidades de trabajo ejecutadas por cobrar durante el período que se indique.
- El cuadro de generadores de cantidades de trabajo ejecutadas (cuadros analíticos de renglones de trabajo ejecutados).
- La factura contable debidamente timbrada (en algunos casos cuando los timbres se colocan en el contrato, no es necesario).
- La copia de recibo de pago de IGSS al período de la estimación.
- La constancia de pago de sueldos extendida por contador registrado.
- La fotocopia de fianzas y la fotocopia en que conste que el pago de seguros se encuentre vigente.
- Las medidas de mitigación ambiental, que se han tomado como consecuencia de los trabajos ejecutados.
- La declaración jurada que certifique la calidad de los materiales utilizados en la ejecución de los diferentes renglones de trabajo, que son ejecutados dentro del período de presentación de estimación.

- La bitácora de campo y la bitácora ingresada en sistema general.
- Las fotografías de los trabajos.
- La copia de contrato.
- El adéndum de ampliación de plazo (sí existiera).
- Otros documentos que describa el contrato.

Cuando es pago de primera estimación, adicionalmente de lo anteriormente descrito, se debe presentar:

- Copia de orden de inicio.
- Informe preliminar de supervisión.

Para el pago de la última estimación, se debe solicitar y presentar la siguiente documentación:

- El acta de recepción de la obra.
- La factura contable original.
- La fianza de conservación obra.
- La fianza de saldos deudores.
- La copia de recibo de pago de IGSS.
- Los planos finales (sí el contrato lo requiere).
- La fotocopia de fianza de cumplimiento y la fotocopia, en que conste que el pago de seguros se encuentre vigente.
- La constancia de pago de sueldos extendida por contador autorizado.
- El cuadro de estimación de obra ejecutada.
- Cuadro de generadores de trabajos ejecutados.
- Fotografías del proyecto.

En las figuras 33 y 34, se presenta un formato de cantidades de trabajo ejecutadas, que se denomina sabana de estimación, y el formato de generadores de obra, denominados cuadros analíticos, que son necesarios para el trámite de pago de una estimación.

3.3 Elaboración de documentos de cambio

Cuando por características propias de la obra se hace necesario realizar documentos de cambio, para complementar renglones que han estado deficientes por malas evaluaciones, es necesario implementar para mejorar la calidad de la obra o para no dejarla inconclusa, fallas geológicas, fenómenos de la naturaleza, condiciones de terreno o cualquier otra causa que haga imposible el cumplimiento normal de lo pactado o la terminación del proyecto, entonces se podrán autorizar los cambios solicitados, previa justificación técnica por parte de la supervisión y avalada por la jefatura del Departamento de Supervisión.

Dicho procedimiento se hará de acuerdo con la ley de contrataciones del estado, utilizando el formato para cada documento, el cual se presenta en las figuras 35,36 y 37.

Los documentos serán analizados por el departamento de costos de la institución, para verificación de cantidades de trabajo y precios unitarios.

Según la institución, así tendrá que ser revisado en los departamentos correspondientes para su aprobación; de lo contrario, no tendrán validez.

Los documentos de cambio que se van a utilizar y que son avalados por la ley de contrataciones son:

3.3.1 Orden de cambio

Es la orden que se le da al contratista, para que se efectúe cualquier cambio o modificación a los planos o especificaciones, o para disminuir o suprimir las cantidades de trabajo de uno o más renglones; y en casos especiales, da derecho a compensación para el contratista, elaborando lo que se denomina acuerdo de cambio.

3.3.2 Orden de trabajo suplementario

Es la orden que se le da al contratista, para que ejecute ciertas unidades adicionales de uno o más renglones de trabajo que tengan precios unitarios aprobados, cuando las cantidades originales del contrato creadas o revisadas por otro documento contractual se han agotado. Esta orden no conlleva a ajustes en los precios unitarios.

3.3.3 Acuerdo de trabajo extra

Es el acuerdo suscrito entre el supervisor y el contratista, para la ejecución de un trabajo extra, con base en el precio unitario conciliado entre el centro de costos de la institución y el contratista, para lo cual no existía renglón ni precio establecido en el contrato. De no llegar a un acuerdo en los precios unitarios de los renglones de trabajo, el contratista hará los trabajos compensándole de la siguiente manera:

- a) La mano de obra utilizada para la ejecución de los trabajos extras, se pagará de acuerdo con los salarios que el contratista tenga en vigor al autorizarse el trabajo, aplicando a su monto total el factor de prestaciones y contribuciones laborales, que corresponda, y

este resultado se incrementará en 25%, para cubrir los gastos de dirección, suministro y reparación de herramientas y equipos menores; no se hará pago por personal de administración.

- b) Todos los materiales empleados en el trabajo se pagarán contra comprobantes, incluyendo los gastos de transporte, carga, descarga, y/o acarreo, incrementando al monto total el 25% para cubrir los gastos de administración.
- c) El contratista recibirá pago por la renta de cualquier maquinaria y equipo, por el tiempo necesario para la ejecución de los trabajos. Para determinar el valor de la renta, se utilizará el listado de precios disponibles de la Cámara Guatemalteca de la Construcción, en la fecha próxima anterior a la ejecución de los trabajos, sin incrementarles ningún porcentaje.

Cuando las variaciones no sobrepasen del 20% del valor original ajustado del contrato, se regularán con los documentos de cambio anteriores; y se celebrará un contrato adicional, si la ampliación excede del porcentaje antes indicado, sin sobrepasar el 40%.

3.4 Solicitud de ampliaciones de plazo

Para la construcción de una carretera, se estipula en el contrato el tiempo en que se pretende concluir la misma, tomando en consideración una serie de

factores que podrían ocasionar un atraso y, por consiguiente, pérdidas económicas.

Después de que se inicien las operaciones de construcción, debe haber una comparación continua entre el desempeño de la obra y su programa cronológico. Al darse cuenta de que no se avanza como se indicó en el programa, pueden ponerse en práctica ciertos métodos para alertar a la administración y corregir los atrasos. Las fases de inspección constante del tiempo de obra consisten en la medición periódica del avance real de los trabajos, en comparación de estos datos con los objetivos establecidos. El control del avance, respecto del tiempo, permite establecer si la obra se terminará en el tiempo establecido. Al no terminar la obra, el contratista procede a solicitar una ampliación del tiempo contractual, para concluir los renglones que tienen pendientes de ejecutar; el análisis de los avances y atrasos que ha sufrido la obra en las diferentes etapas determinara si procede la ampliación de plazo solicitada. Dentro del contrato, se estipulan las causas por las que al contratista se le puede autorizar la prórroga, para lo cual necesita justificar en forma clara qué causas ocasionaron el atraso y que no le son imputables. Si las causas son imputables al contratista, se procede a aplicar las sanciones correspondientes, que suscribe el contrato en una de sus cláusulas.

Dentro de las causas que no son imputables al contratista y que dan lugar autorizar una prórroga están: órdenes de modificación que aumentan trabajo adicional al descrito en el contrato, suspensiones del trabajo o demoras

debidas a causas distintas de las condiciones meteorológicas usuales, y el acceso de los materiales o maquinaria al área de trabajo.

Cuando las causas sí se le imputan al contratista, se toman disposiciones para que éste pague una suma de dinero por cada día de retraso en la terminación de etapas específicas o de la obra contratada, después de la fecha de vencimiento. El convenio sobre daños elimina los litigios y las disputas que pueda haber acerca del casi interminable daño real, a la vez que da un incentivo al contratista para que termine el trabajo a tiempo. Cuando la suma especificada no es representativa del daño real sufrido por el contratante en el aumento de sus costos, la misma llega a ser, de hecho, un castigo por la demora en la terminación.

Para la solicitud de una ampliación de plazo para una obra de carretera, se necesita presentar la siguiente documentación:

- Solicitud del contratista, donde estipule los días que necesite para concluir los trabajos.
- Justificación del porqué del atraso.
- Gráfica donde se incluya el avance programado y el real que presenta la obra.
- Reprogramación de la obra.
- Se debe indicar en un cuadro los datos del proyecto, donde incluya fecha de inicio, fecha de finalización programada, la nueva fecha de finalización y el número de ampliación que corresponde.

3.5 Solicitud de terminación de contratos

En la ejecución de una obra de gran envergadura, como es una carretera, la rescisión e incumplimiento de contrato es un tema que debe manejarse de la forma más adecuada, por lo que la manera de establecer la terminación del contrato es muy importante. Las maneras de cómo terminar un contrato son:

- Por rescisión. Si un funcionario público, actuando en interés público, estatal o en el de una dependencia ordena que se detenga la obra, puede dar lugar a que el propietario rescinda el contrato. Cuando el contratista no ha sido incumplido, se llega a un acuerdo respecto al costo de trabajo terminado, del trabajo en proceso y de los costos de movilización del lugar del proyecto, sin hacer concesiones por una utilidad anticipada.
- Por incumplimiento. Cuando se abandona el proyecto o cualquier parte de él se ha demorado innecesariamente o el contratista no puede terminarla en el tiempo especificado, o cuando viola a sabiendas las cláusulas del contrato o la cumple de mala fe, el supervisor puede declarar el incumplimiento por parte del contratista y notificarle que suspenda el trabajo en el proyecto. Cuando un contratista no cumple, el material y equipo disponible en la obra puede ser utilizado para terminar la misma, apoyándose en la fianza de cumplimiento de contrato o en otros medios que considere necesarios, para terminar el proyecto en forma aceptable. Todos los costos, por arriba de los costos presupuestados en el contrato, en que se incurran para terminar el proyecto, se cargan al contratista o a la afianzadora.

Es importante considerar que para proceder a terminar el contrato por incumplimiento, debe estar vigente el plazo contractual de la obra o, por lo menos, estar dentro de los 30 días posteriores a la fecha

programada de terminación indicada en la orden de inicio, para que pueda ser aplicada la fianza correspondiente. Además, el seguimiento que le da a la obra la supervisión debe indicar al contratista que el avance es lento o que la calidad de la obra es baja; hay que enviarle cartas alertivas y para tener antecedentes de las acciones que se tomaron por parte de la supervisión.

La documentación necesaria para la solicitud de terminación de contratos es la siguiente:

- Copia de contrato.
- Copia de orden de inicio.
- Copia de cartas alertivas.
- Cálculo de cantidades de trabajo ejecutadas.
- Cálculo exacto de las cantidades de trabajo incumplidas, donde se incluya el porcentaje por daños y perjuicios, recontractación y alza en costos directos e indirectos.
- Fotografías.

3.6 Solicitud de comisiones receptoras

Cuando la obra esté terminada, el contratista deberá dar aviso por escrito al supervisor de la conclusión de los trabajos para su verificación, con lo que se interrumpirá el plazo contractual, acompañado de las fianzas de conservación de obra y de saldos deudores.

El supervisor hará la inspección final dentro de los siguientes 15 días hábiles, manifestando por escrito al contratista; si la obra no está con base en planos y especificaciones técnicas, se indica que proceda a corregir las deficiencias en un tiempo determinado.

En caso de que los trabajos estuvieran correctamente terminados, se deberá proceder a levantar la bitácora, registrando en ella el 100% de avance físico de los trabajos. Cuando existan documentos de cambio, éstos deberán estar debidamente legalizados, antes de dar el 100% a la obra. Tomando en consideración las indicaciones anteriores, el supervisor procederá a solicitar al jefe inmediato superior la comisión receptora y liquidadora, para lo cual necesitará de la siguiente documentación:

- Aviso de contratista de terminación de trabajos.
- Formato de solicitud de recepción definitiva proyecto lleno.
- Bitácora de campo con el 100% de avance físico.
- Bitácora digital del sistema general, si existiera.
- Informe pormenorizado.
- Evaluación al contratista.
- Fianza de conservación de obra.
- Fianza de saldos deudores.
- Fotografías.

Dentro de los cinco días siguientes de la solicitud, la autoridad administrativa superior procederá a nombrar la comisión receptora y liquidadora de la obra, integrada por tres miembros, quienes contarán con la colaboración del supervisor y representante del contratista.

Según la magnitud de la obra, la comisión deberá elaborar el acta de recepción definitiva, dentro de los 35 días siguientes a la notificación de su nombramiento.

Inmediatamente después que la obra haya sido recibida, la comisión, en un plazo de 90 días, procederá a efectuar la liquidación del contrato y a establecer el importe de los pagos o cobros, que deban hacerse al contratista.

3.7 Solicitud de auditorias técnicas y financieras

Es importante realizar las auditorias técnicas y financieras a la obra, las cuales pueden ser parciales o finales. Estas pueden realizarse en las diferentes etapas de ejecución de la obra, y ayudarán al supervisor a determinar los avances físicos, financieros y calidad de trabajos, que presenta la obra en el momento en que se practiquen; estos se podrán comparar con los registros que el lleva en el seguimiento que se le ha dado como parte de la supervisión.

Las auditorias financieras son muy importantes realizarlas cuando el financiamiento de la carretera se maneja a través de municipalidades, comités o ONG's, en vista de que éstas organizaciones subcontratan a empresas para la ejecución de los trabajos, y ocasionan divergencia entre el contratante y contratado en el flujo de caja, lo cual provoca atrasos en los trabajos y, en casos extremos, la paralización de los mismos.

3.8 Cálculo de sobrecostos

Para la autorización de sobrecostos en los contratos de obra de carreteras, la autoridad superior de la entidad reconocerá y autorizará el pago al

contratista y, en su caso, requerirá del mismo las diferencias a favor del estado, cuando se registren fluctuaciones de precios que afecten:

- Materiales, suministros, bienes o servicios.
- Transporte, combustibles, lubricantes y otros productos derivados del petróleo que se utilicen en el desarrollo de la obra.
- Maquinaria, equipo, repuestos y llantas.
- Mano de obra, prestaciones laborales y cuotas patronales establecidas por la ley.

Los pagos se harán de acuerdo con los montos que se obtengan de la aplicación de las fórmulas para el reajuste de precios.

Para los renglones que componen los contratos de obra, se utiliza el sistema de fórmulas siguiente:

$R = (C - 1) A * E$; en donde

R = Valor del reajuste

A = Factor de anticipo. Se aplicará calculando la relación porcentual entre el anticipo no amortizado y el monto original del contrato sobre el cual se concedió el mismo, de acuerdo con la siguiente tabla:

Figura No. 11: Factor A

RELACIÓN PORCENTUAL	FACTOR A
Mayor de 15 hasta 20	0.88
Mayor de 10 hasta 15	0.91

Mayor de 5 hasta 10	0.94
Mayor de 0 hasta 5	0.97
0	1.00

Fuente: Ley de Contrataciones del Estado y su Reglamento.

E = Monto bruto de la estimación o pago.

C = Factor del reajuste de cada renglón, que se calculará de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$C = K_0 + \sum K_e \times I_e / I_0$$

Donde:

K_0 = Coeficiente de ponderación que representa los gastos fijos del contrato, el cual no debe exceder del 6%, salvo cuando se convenga un porcentaje mayor en contratos, con renglones que contemplen su pago parcial o total en moneda extranjera y se utilicen índices de precios de otros países.

\sum = Sumatoria

K_e = Coeficiente de ponderación de cada elemento dentro del renglón del contrato.

I_e = Índice de precios del elemento del mes que corresponde la estimación, de acuerdo con el programa de trabajo vigente.

I_0 = Índice de precios del elemento en el mes de apertura de ofertas o de presentación de precios, para trabajos extras y variaciones del contrato.

La sumatoria de todos los coeficientes de ponderación debe dar como resultado la unidad.

La entidad interesada establecerá, de ser posible en las bases de licitación y obligatoriamente en los contratos, las fórmulas desarrolladas

particulares de reajuste de precios, derivadas de la fórmula general aplicable en cada caso, según la naturaleza de la contratación. El cálculo de la fluctuación causada por la aplicación de la fórmula particular, será con base en los índices de precios publicados por el Instituto Nacional de Estadística (INE) o los que se pacten contractualmente en caso que la INE no los publique.

CONCLUSIONES

1. Se estandarizan los mecanismos para supervisar y disminuir la carga laboral del supervisor.
2. La utilización de las herramientas básicas de supervisión facilitará el control de las obras.
3. Para que la información generada en la supervisión de campo sea de calidad, esto no depende únicamente de los conocimientos técnicos, sino del conocimiento de los procedimientos de control y documentación necesaria que lo conforman.
4. Una supervisión, adecuada a un proyecto de carretera, mejorará la calidad de la obra y garantizará la óptima inversión de los recursos.
5. Una guía que sea utilizada en la supervisión de carreteras asfaltadas favorecerá a la institución o empresa que ejecute el proyecto, ya que el supervisor aumentará su capacidad laboral.
6. El trabajo de supervisión no termina en la obra; también el trabajo de gabinete es muy importante.

RECOMENDACIONES

1. El ingeniero supervisor deberá tener los conocimientos básicos de los renglones que conforman una carretera asfaltada.
2. La supervisión de una carretera deberá realizarse periódicamente y contar con toda la documentación necesaria.
3. Para facilitar el control de los trabajos en ejecución, es conveniente la utilización de las herramientas de supervisión y formatos de control existentes.
4. Por la magnitud y estimación de los trabajos que componen una carretera asfaltada, es necesario profundizar en sus controles, por lo que se deberá apoyar en determinado momento, según las especificaciones generales, para la construcción de carreteras y puentes.
5. El ingeniero supervisor, está sujeto a la aplicación de lo que establece la ley de contrataciones del estado y su reglamento, por lo que se deberá apoyar en las cláusulas que lo involucran, para evitar problemas posteriores.
6. Se deberá llevar un estricto control de los avances físicos y financieros, la calidad de materiales, la calidad de los trabajos en la obra, así como de las modificaciones que se realicen.

BIBLIOGRAFÍA

1. **Enciclopedia de la Construcción Arquitectura e Ingeniería.**
(España:Oceano, 1990) p.227.

2. Congreso de la República de Guatemala y Ministerio de Finanzas Públicas. **Ley de Contrataciones del Estado y su Reglamento.** Trascrito por Lic. Luis Emilio Barrios Pérez, Ediciones legales comercio e industria, 2000.
3. Fondo Nacional Para La Paz FONAPAZ. Departamento de supervisión. **Herramientas de Supervisión.** 1997.
4. Merritt, Frederick S. **Manual del Ingeniero Civil.** 3a.ed. México: McGraw-Hill,1992. pp. sección 3 y 4.
5. Ministerio de comunicaciones, Infraestructura y Vivienda. **Especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes** Guatemala: s.e.,2000.
6. Peurifoy, R.L. **Métodos, planeamiento y equipos de construcción.** (15ava. reimpresión, México:Diana, 1982) pp.26-66.
7. Rodas Barrera, Max Fernando. Manual de Supervisión de Obras en campo. Tesis Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería, 1990.
8. SCEP, CODEDUR,RENICAM,INFOM,GTZ **Supervisión de obras civiles.** Instrumentos para el seguimiento de proyectos comunitarios y municipales. Guatemala,1999.

ANEXOS

Figura No. 12: Orden de inicio



Nombre del proyecto: _____ Código: _____

Convenio No. _____ Contrato No. _____

Comunidad: _____

Municipio: _____ Departamento: _____

Representantes de la comunidad beneficiada:

Representante de la Entidad Ejecutora: _____

Presentes:

Por este medio, se le autoriza para dar inicio a la ejecución del proyecto anteriormente descrito; de acuerdo con los términos que se establecen en el convenio o contrato de obra.

Esta orden tiene vigencia a partir de la fecha: ____ de ____ del 20 ____ por lo que teniendo un plazo de ejecución de: _____ meses; la fecha de finalización del proyecto es el ____ de ____ del 20 ____.

Nombre del supervisor: _____

Firma y sello: _____

Enterados:

Nombre y firma del presidente del Comité responsable: _____

Aceptado:

Nombre y firma del representante del ejecutor: _____

Lugar y fecha de emisión de orden de inicio _____

Fuente: Herramientas de supervisión, FONAPAZ.

Figura No. 13: Carta alertiva en la ejecución de un proyecto

CARTA ALERTIVA EN LA EJECUCIÓN DE UN PROYECTO
--

Guatemala, ____ de ____ de 200 ____

Señor: _____

Estimado señor:

Tengo el agrado de dirigirme a usted, en su calidad de: _____
_____ de la entidad _____ que participa
como _____ en la ejecución del proyecto código
No. _____ que consiste en _____ para la
comunidad _____ Municipio de _____
_____ Departamento de _____.

Para indicarle que, de acuerdo con la información obtenida en las diferentes visitas de supervisión realizadas a la obra, sobre la participación del sector que usted representa en la ejecución del proyecto en referencia, se han presentado los siguientes aspectos que consideramos necesarios hacer de su conocimiento:

- 1.- _____
- 2.- _____
- 3.- _____

Con base a lo indicado, se solicita tomar las siguientes medidas:

- 1.- _____
- 2.- _____
- 3.- _____

De no realizar las sugerencias indicadas, se procederá a aplicar las cláusulas correspondientes que reza el contrato.

Atentamente:

(f)Supervisor de proyectos

Vo.Bo.

Fuente: Herramientas de supervisión, FONAPAZ.

Figura No. 14: Evaluación a contratistas

EVALUACIÓN A CONTRATISTAS

Evaluación No. _____

Nombre del supervisor: _____

1.-Datos generales del proyecto.

Nombre de Proyecto: _____	Código: _____
Comunidad: _____	
Municipio: _____	Departamento: _____
Ejecutor: _____	

2.-Condiciones.

La presente evaluación corresponde al criterio técnico del supervisor del proyecto, sobre el desempeño del contratista en su trabajo; dicha evaluación está basada principalmente en el contenido de los informes de visitas de supervisión durante el período indicado.

Si el contratista tiene tres o más respuestas negativas, en la presente evaluación, se considera que es INSATISFACTORIA. Si el ejecutor acumula tres evaluaciones insatisfactorias durante la ejecución del proyecto, se le citará para explicar las causas que provocaron la negativa; si no logra desvanecer lo indicado, se procederá a parar la obra y proceder legalmente.

3.-Evaluación de los trabajos ejecutados.

		SI	NO
3.1	La ejecución obedece a las especificaciones técnicas		
3.2	Se encuentra dentro del plazo contractual o prórroga autorizada		
3.3	Se ejecuta de acuerdo con el programa de trabajo acordado		
3.4	Se ejecuta de acuerdo con los planos autorizados		
3.5	Se ha contado con apropiada mano de obra calificada		
3.6	Se ha contado con la calidad adecuada de materiales e insumos		
3.7	Cuenta con maquinaria y equipo adecuado		
3.8	Se han atendido las recomendaciones de la comunidad		
3.9	Se han atendido las recomendaciones del supervisor		
3.10	Se cuenta con una apropiada y permanente dirección técnica.		

4.-Conclusión

De la evaluación realizada, el contratista ha obtenido _____ respuestas negativas, por lo que se concluye que el resultado de la evaluación es _____

(f) Supervisor del proyecto

Fuente: Herramientas de supervisión, FONAPAZ.

Figura No. 15: Acta de suspensión de obra

ACTA DE SUSPENSIÓN DE OBRA

Datos generales del proyecto:

Clase de proyecto: _____	Código: _____
Comunidad: _____	Contrato de obra No. _____
Municipio: _____	Departamento: _____

En el lugar de la ejecución del proyecto en cuestión, a las _____ horas del día _____ de _____ del 200_____, con presencia del supervisor: _____ en representación de la entidad: _____ a cargo de la supervisión del proyecto, arriba indicado; luego de comprobar que en la obra en referencia, es necesario suspenderla temporalmente por un período de _____ días, de acuerdo con lo estipulado en la (s) cláusula (s) _____ del contrato o convenio No. _____, con base en los argumentos siguientes:

- 1.- _____
- 2.- _____
- 3.- _____

Por lo indicado, a partir de la fecha, el supervisor del proyecto en representación de la entidad: _____, suspende temporalmente la obra, y no habiendo más que hacer constar y para los usos de la institución, se levanta la presente en el mismo lugar y fecha a las: _____ del día _____ del: _____.

(f) Supervisor del proyecto

Enterado:

(f) Ejecutor

Fuente: Herramientas de supervisión, FONAPAZ.

Figura No. 16: informe preliminar de supervisión

INFORME PRELIMINAR DE SUPERVISIÓN

Fecha de la visita: _____ de _____ del 200 _____

Nombre del supervisor: _____

1.-Datos generales del proyecto.

Clase de proyecto: _____	Código No. _____
Comunidad: _____	
Municipio: _____	Departamento: _____
Ejecutor: _____	Situación fianza: _____
Fecha de orden de inicio: _____	Plazo de ejecución: _____
Fecha de finalización: _____	Días de ampliación de plazo: _____
Nueva fecha de finalización: _____	Contrato No. _____
Monto del contrato: Q _____	Aportes: Q _____
Otros. _____	
Fianza de cumplimiento No. _____	
Presidente del comité: _____	

2.-Condiciones físicas del lugar del proyecto

3.-Capacidad y disposición de la comunidad para participar en el proyecto

4.-Ubicación y calidad de los materiales locales

Continuación figura No. 16.

5.-Comentarios al expediente y planos

--

6.-Comentarios varios

7.-Anexos que deben acompañar al presente informe.

- 7.1-Esquema de localización de la localidad
- 7.2-Esquema de ubicación de la obra
- 7.3-Copia de la hoja de bitácora llenada en la visita
- 7.4-Copia de orden de inicio
- 7.5-Fotografías.

Fuente: Herramientas de supervisión, FONAPAZ.

Figura No. 17: Informe final de supervisión

INFORME FINAL DE SUPERVISIÓN

Nombre del supervisor: _____

1.-Datos generales del proyecto.

Clase de proyecto: _____	Código No. _____
Comunidad: _____	
Municipio: _____	Departamento: _____
Ejecutor: _____	Situación de fianza: _____
Fecha de orden de inicio: _____	Plazo de ejecución: _____
Fecha de finalización: _____	Días de ampliación de plazo: _____
Nueva fecha de finalización: _____	Contrato No. _____
Monto del contrato: Q _____	Aportes: Q _____
Otros. _____	

2.-Sanciones (Para proyectos ejecutados por contratos administrativos)

- 2.1 Por atraso en _____ días en al ejecución del proyecto. Sanción contractual por día de atraso: Q _____ /1000 del monto del contrato.
Total de sanción por atraso incurrido: Q _____.
- 2.2 Otras sanciones: indicar _____
Total de sanciones al ejecutor: Q _____.

3.-Cronología de los eventos destacados y etapas de ejecución

No. visita	Fecha	Etapas de ejecución de la obra

4.-Impacto del proyecto en la comunidad

5.-Participación de la comunidad

Continuación de figura No. 17.

6.-Calidad técnica empleada

7.-Cumplimiento del programa de trabajo

8.-Comentarios generales

9.-Anexos

- 9.1-Boleta de evaluación del contratista
- 9.2-Cartas alertivas
- 9.3-Documentos de cambio
- 9.4-Fotografías.

Fuente: Herramientas de supervisión, FONAPAZ.

Figura No. 18: Solicitud de recepción definitiva del proyecto

SOLICITUD DE RECEPCIÓN DEFINITIVA DEL PROYECTO	
1.-Datos generales del proyecto.	
Clase de proyecto:	Código No.

Comunidad: _____	
Municipio: _____	Departamento: _____
Ejecutor: _____	Situación fianza: _____
Fecha orden de inicio: _____	Plazo de ejecución: _____
Fecha de finalización: _____	Días de ampliación de plazo: _____
Nueva fecha de finalización: _____	Contrato No. _____
Monto del contrato: Q _____	Aportes: Q _____

Lugar y fecha: _____ de _____ del 200 _____

Señor Supervisor del proyecto: _____

En mi calidad de Ejecutor del proyecto en referencia y de acuerdo con procedimientos establecidos, le notifico la **TERMINACIÓN DEL PROYECTO**, por lo que le solicito realizar la supervisión final de verificación.

Atentamente:

Nombre y Razón social del ejecutor (f) Ejecutor

Señor Supervisor:

En mi calidad de Presidente del Comité responsable del proyecto en referencia y de acuerdo con los procedimientos establecidos, tengo el agrado de notificarle nuestra **NO OBJECCIÓN A LA TERMINACIÓN DEL PROYECTO**, por lo que le solicito realizar la supervisión final de verificación.

Atentamente:

Nombre y firma del presidente de comité o Alcalde municipal

Señor: _____

Jefe del departamento de supervisión

En mi calidad de Supervisor del proyecto en referencia y de acuerdo con los procedimientos establecidos, le notifico que he realizado la **SUPERVISIÓN FINAL DE VERIFICACIÓN**, y al haber encontrado el proyecto terminado a entera satisfacción, de acuerdo a los términos contractuales, le solicito realizar la Recepción Definitiva.

Atentamente:

Nombre del Supervisor del proyecto (f) El supervisor

Fuente: Herramientas de supervisión, FONAPAZ.

Figura No. 19: Tipos de graduación para material de base de grava

**TIPOS DE GRADUACIÓN PARA MATERIAL DE BASE
DE GRAVA O PIEDRA TRITURADA**

TAMIZ No.	STANDARD mm	PORCENTAJE POR PESO QUE PASA UN TAMIZ DE ABERTURA CUADRADA AASHTO T 27					
		TIPO "A" 2" máximo		TIPO "B" 1 1/2" máximo		TIPO "C" 1" máximo	
		A-1	A-2	B-1	B-2	C-1	C-2
2	50.0	100	100				
1 1/2	37.5			100	100		
1	25.0	65-85	70-90	70-95	70-100	100	100
3/4	19.0	50-80	50-75	55-85	60-90	70-100	70-100
3/8	9.5				45-75		50-80
No.4	4.8	30-60	25-60	30-60	30-60	35-65	35-65
10	2.0				20-50		25-50
40	0.425	10-25	7-30	10-25	10-30	15-25	15-30
200	0.075	3-10	0-15	3-10	5-15	3-10	5-15

Figura No. 20: Tipos de graduación para material de base granular

**TIPOS DE GRADUACIÓN PARA MATERIAL DE BASE
GRANULAR**

TAMIZ No.	STANDARD mm	PORCENTAJE POR PESO QUE PASA UN TAMIZ DE ABERTURA CUADRADA AASHTO T 27					
		TIPO "A" 2" máximo		TIPO "B" 1 1/2" máximo		TIPO "C" 1" máximo	
		A-1	A-2	B-1	B-2	C-1	C-2
2	50.0	100	100				
1 1/2	37.5			100	100		
1	25.0	70-90	60-85			100	100
3/4	19.0			60-90			
No.4	4.75	25-60	20-50	30-60	20-50	35-65	40-70
No.40	0.425					15-30	
No.200	0.075	3-15	3-10	5-15	3-10	5-15	3-15

Fuente: Especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes.

Figura No. 21: Tipos de graduación para material pétreo de capa de base negra

**TIPOS DE GRADUACION PARA MATERIAL PÉTREO
DE CAPA DE BASE NEGRA**

TAMIZ No.	STANDARD mm	PORCENTAJE POR PESO QUE PASA UN TAMIZ DE ABERTURA CUADRADA AASHTO T 27			
		TIPO "A" 2" máximo	TIPO "B" 1 1/2" máx.	TIPO "C" 1" máximo	TIPO "D" 3/4" máximo
2	50.0	100			
1 1/2	37.5	100			
1	25.0	70-90	70-100	100	
3/4	19.0	50-85	60-90	70-100	100
1/2					80-100
3/8	9.5		45-75	50-80	70-90
No.4	4.75	25-60	30-60	35-65	50-70
8					18-29
10	2.0		20-50	25-50	
40	0.425	7-30	10-30	15-30	
200	0.075	3-15	5-15	5-15	4-10

Fuente: Especificaciones para la construcción de carreteras y puentes.

Figura No. 22: Requisitos del bitumen para mezcla de base negra

**REQUISITOS DEL MATERIAL BITUMINOSO PARA LA MEZCLA
DE LA CAPA DE BASE NEGRA**

TIPO Y GRADO	ESPECIFICACIÓN	TEMPERATURA DE APLICACIÓN	
		FAHRENHEIT	CENTÍGRADOS
1) Cemento Asfáltico 85-100 120-150 AC-10 AC-20	AASHTO M 20, M 226	275-325	135-160
2) Asfáltios Líquidos RC-250 RC-800 MC-250,SC-250 MC-800,SC-800	AASHTO M 81 AASHTO M 81 AASHTO M 82, M 141 AASHTO M 82, M 141	80-150 150-200 140-170 180-200	27-66 66-93 60-77 82-93
3) Emulsiones Asfálticas SS-1, CSS-1 SS-1h, CSS-1h MS-2, CMS-2 MS-2h, CMS-2h	AASHTO M 140, M 208 AASHTO M 140, M 208 AASHTO M 140, M 208 AASHTO M 140, M 208	75-130 75-130 75-130 75-130	24-55 24-55 24-55 24-55
4) Alquitranes RT-10, RT-11, RT-12 RT-5, RT-6 RT-7, RT-8, RT-9	AASHTO M 52 AASHTO M 52 AASHTO M 52	175-250 80-150 150-225	80-120 27-66 66-107

Fuente: Especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes.

Figura No. 23: Requisitos de la mezcla de base negra

REQUISITOS DE LA MEZCLA DE BASE NEGRA

MÉTODO DE DISEÑO	ESPECIFICACIÓN	VALORES	LÍMITES
		MÍNIMO	MÁXIMO
1) MARSHALL 75 golpes de compactación en cada extremo del espécimen	ASTM D 1559		75
Estabilidad		700 libras (320 Kgs.)	1200 libras (550 Kgs.)
Flujo en 0.01 de pulgada (0.25 mm)		8	16
Porcentaje de vacíos		3	8
Porcentaje de vacíos rellenos con asfalto		60	75
2) HUBBARD FIELD	AASHTO T 169 ASTM D 1138		
Estabilidad		1200 libras (550 Kgs.)	2000 libras (910 Kgs.)
Porcentaje de vacíos		2	5
3) HVEEM	ASTM D 1560		
Valor estabilómetro		40	
Valor cohesiómetro		50	
Hinchamiento en pulgadas			0.03 (0.75 mm)
Porcentaje de vacíos		3	

Fuente: Especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes.

Figura No. 24: Graduación de agregado para tratamientos asfálticos superficiales

**TIPOS DE GRADUACIÓN PARA AGREGADOS DE
TRATAMIENTOS ASFÁLTICOS SUPERFICIALES**

TIPO Y GRADO	PORCENTAJE POR PESO QUE PASA UN TAMIZ DE ABERTURA CUADRADA
--------------	---

TIPO 1 AGREGADOS PARA PRIMERA APLICACIÓN

	1 1/4" (31.5 mm)	1" (25.0mm)	3/4" (19.0mm)	1/2" (12.5mm)	3/8" (9.5mm)	No.4 (4.75mm)	No.8 (2.36mm)
1-A	100	90-100	30-60	0-10		0-2	
1-B	100	95-100		0-30	0-6		
1-C		100	90-100	20-55	0-15	0-5	
1-D			100	90-100	40-70	0-15	0-5

TIPO 2 AGREGADOS PARA SEGUNDA APLICACIÓN

	3/4" (19.0 mm)	1/2" (12.5mm)	3/8" (9.5mm)	No.4 (4.75mm)	No.8 (2.36mm)	No.16 (1.18mm)	No.100 (0.150mm)
2-A	100	65-100	0-30		0-1		
2-B		100	85-100	10-30	0-10	0-5	0-2

TIPO 3 AGREGADOS PARA TERCERA APLICACIÓN

	3/8" (9.5mm)	No.4 (4.75mm)	No.10 (2.00mm)	No.16 (1.18mm)	No.40 (0.425mm)	No.100 (0.150mm)
3-A	100	45-70	0-20	0-4		
3-B	100	70-100	10-50		0-5	0-1

Recomendaciones:

- 1.- Utilizar 1-D si es un riego.
- 2.- Utilizar 1-C con 2-B ó 1-A con 2-A si son dos riegos.
- 3.- Utilizar 1-A, 2-A y 3-B ó 1-B,2-B y 3-A si son tres riegos.

Fuente: Especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes.

Figura No. 25: Bitumen para tratamientos asfálticos superficiales

**REQUISITOS DEL MATERIAL BITUMINOSO PARA
TRATAMIENTOS ASFÁLTICOS SUPERFICIALES**

TIPO Y GRADO	ESPECIFICACIÓN	TEMPERATURA DE APLICACIÓN	
		FAHRENHEIT	CENTÍGRADOS
1) Cemento asfáltico Penetración: 120-150, AC-10 200-300, AC-5	AASHTO M 20, M226 AASHTO M 20, M226	285-350 260-325	140-177 127-163
2) Asfáltios líquidos RC-250 RC-800	AASHTO M 81 AASHTO M 81	145-220 180-255	63-104 82-124
3) Emulsiones asfálticas RS-1, CRS-1 RS-2, CRS-2	AASHTO M 140, M 208 AASHTO M 140, M 208	75-130 110-160	24-54 43-71

Fuente: Especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes.

Figura No. 26: Bitumen para riego de liga

**REQUISITOS DEL MATERIAL BITUMINOSO PARA
RIEGO DE LIGA**

TIPO Y GRADO	ESPECIFICACIÓN	TEMPERATURA DE APICACIÓN	
		FAHRENHEIT	CENTÍGRADOS
1) Cemento asfáltico Penetración: 85-100, AC-20	AASHTO M 20, M226	290-400	143-204
2) Asfáltios líquidos RC-70	AASHTO M 81	120-160	49-71
3) Emulsiones asfálticas SS-1, SS-1h, CSS-1, CSS-1h Diluiría al 50% con agua.	AASHTO M 140, M 208	75-130	24-55
4) Alquitranes RTCB-5, RTCB-6	AASHTO M 52	60-120	16-49

Fuente: Especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes.

Figura No. 27: Cantidades de bitumen, para tratamientos asfálticos superficiales

**CANTIDADES APROXIMADAS DE MATERIAL BITUMINOSO,
PARA TRATAMIENTOS ASFÁLTICOS SUPERFICIALES**

TIPO Y GRADO DE MATERIAL BITUMINOSO	PRIMERA APLICACIÓN		SEGUNDA APLICACIÓN		TERCERA APLICACIÓN	
	Galones/M2	Litros/M2	Galones/M2	Litros/M2	Galones/M2	Litros/M2
Cemento asfáltico						
Penetración						
120-150, AC-10	0.30-0.60	1.14-2.27	0.25-0.45	0.95-1.70	0.15-0.25	0.57-0.95
200-300, AC-5	0.25-0.50	0.95-1.89	0.20-0.40	0.76-1.50	0.18-0.28	0.68-1.06
Asfaltos líquidos						
Re-250	0.35-0.60	1.32-2.25	0.30-0.50	1.14-1.89	0.20-0.30	0.76-1.14
Re-800	0.24-0.40	0.90-1.50	0.26-0.40	0.98-1.51	0.16-0.25	0.61-0.95
Emulsiones asfálticas						
Rs-1/CRS-1	0.40-0.62	1.50-2.35	0.35-0.53	1.32-2.00	0.20-0.30	0.76-1.14
Rs-2/CRS-2	0.38-0.60	1.44-2.27	0.26-0.40	0.98-1.51	0.19-0.25	0.72-0.95

Figura No. 28: Cantidades de agregado, para tratamientos asfálticos superficiales

**CANTIDADES APROXIMADAS DE AGREGADO,
PARA TRATAMIENTOS ASFÁLTICOS SUPERFICIALES**

TIPO Y GRADO DE AGREGADO		METROS CÚBICOS/METROS CUADRADOS	
TIPO 1 Agregados para primera aplicación	1-A	0.0170	0.0190
	1-B	0.0150	0.0180
	1-C	0.0136	0.0175
	1-D	0.0120	0.0140
Tipo 2 Agregados para segunda aplicación	2-A	0.0100	0.0120
	2-B	0.0080	0.0090
Tipo 3 Agregados para tercera aplicación	3-A	0.0045	0.0045
	3-B	0.0035	0.0040

Fuente: Especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes.

Figura No. 29: Graduación de agregados para concreto asfáltico

**TIPOS DE GRADUACIÓN DE AGREGADOS
PARA CONCRETO ASFÁLTICO**

TAMIZ ESTÁNDAR No.	ESTÁNDAR mm	TIPO "A" 2 1/2" máx		TIPO "B" 1 1/2" máximo			TIPO "C" 1" máximo			TIPO "D" 3/4" máximo					TIPO "E" 1/2" máximo				
		A-1	A-2	B-1	B-2	B-3	C-1	C-2	C-3	C-4	D-1	D-2	D-3	D-4	D-5	E-1	E-2	E-3	E-4
2 1/2	63	100																	
2	50																		
1 1/2	37.5	35-70	100	100															
1	25.0		70-100	75-100	80-100	100	100	100	100										
3/4	19.0	0-15	50-80	60-85	70-90	70-100	75-100	80-100	82-100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1/2	12.50									70-90	70-100	75-100	80-100	82-100	85-100	100	100	100	100
3/8	9.50		25-60	40-65	55-75	35-60	45-70	60-80	60-82	45-75	60-85	70-90	68-90		70-100	75-100	85-100	82-100	100
4	4.75		10-30	30-50	45-62	15-35	30-50	48-65	42-70	20-40	35-55	50-70	50-79	65-80	20-40	35-55	65-80	56-88	
8	2.36	0-5	5-20	20-35	35-50	5-20	20-35	35-50		5-20	20-35	35-50		50-65	5-20	20-35	50-65		
10	2.00								30-60				36-67					40-75	
16	1.18													35-52				37-52	
30	0.60			5-20	19-30		5-20	19-30			10-22	18-29		25-40		10-22	25-40		
40	0.425								15-40				17-44						19-48
50	0.30				3-12	13-23	3-12	13-23			6-16	13-23		18-30		6-16	18-30		
80	0.18								8-26				9-29						10-32
100	0.15			2-8	7-15		2-8	7-15			4-12	8-16		10-20		4-12	10-20		
200	0.075	0-3	0-4	0-4	0-8	0-4	0-4	0-8	3-8	0-4	2-8	4-10	3-8	3-10	0-4	2-8	3-10	4-9	

Fuente: Especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes.

Figura No. 30: Requisitos para el concreto asfáltico

REQUISITOS PARA EL CONCRETO ASFÁLTICO

MÉTODO DE DISEÑO	ESPECIFICACIÓN	VALORES	LÍMITES
		MÍNIMO	MÁXIMO
1) MARSHALL 75 golpes de compactación en cada extremo del espécimen Estabilidad Flujo en 0.01 de pulgada (0.25 mm) Porcentaje de vacíos para superficie Porcentaje de vacíos para base Porcentaje de vacíos para relleno con asfalto	AASHTO T 245 ASTM D 1559	1000 libras (454 Kgs.) 8 3 3 70	3800 libras (1724 Kgs.) 18 5 8 85
2) HUBBARD FIELD Estabilidad Porcentaje de vacíos para superficie Porcentaje de vacíos para base	AASHTO T 169 ASTM D 1138	1800 libras (816 Kgs.) 2 2	2800 libras (1270 Kgs.) 5 8
3) HVEEM Valor estabilómetro Valor cohesiómetro Hinchamiento en pulgadas Porcentaje de vacíos para superficie Porcentaje de vacíos para base	AASHTO T 246 ASTM D 1560	40 50 3 4	0.03 (0.75 mm)

Figura No. 31: Requisitos para el cemento asfáltico para el concreto asfáltico

REQUISITOS DEL CEMENTO ASFÁLTICO PARA EL CONCRETO ASFÁLTICO

TIPO Y GRADO		ESPECIFICACIÓN	TEMPERATURA DE APICACIÓN	
			FAHRENHEIT	CENTÍGRADOS
Cemento asfáltico				
Penetración	Viscosidad			
60-70	AC-40			
85-100	AC-20			
120-150	AC-10	AASHTO M 20, M226	280-330	138-167
		AASHTO M 20, M226	275-325	135-163
		AASHTO M 20, M226	225-300	107-150

Fuente: Especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes.

APÉNDICES

ESTIMACIÓN DE TRABAJO No. _____

PROYECTO:
 CONTRATISTA:
 CONTRATO DE OBRA No.
 MONTO DEL CONTRATO:
 MONTO ACTUALIZADO:
 PERÍODO DE COBRO:
 FECHA:

PLAZO:
 FECHA DE INICIO:
 FECHA DE FINALIZACIÓN:
 PRÓRROGA:

RENGLÓN No.	REGLONES Y CANTIDADES DE TRABAJO ESTIMADAS			COSTOS			CANTIDADES EJECUTADAS			COSTO DE LA EJECUCIÓN												
	DESCRIPCIÓN	U	CANTIDAD CONTRATADA	CANTIDAD AJUSTADA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL ESTIMADO	COSTO TOTAL AJUSTADO	ESTE PERÍODO	ACUMULADO ANTERIOR	TOTAL A LA FECHA	ESTE PERÍODO	ACUMULADO ANTERIOR	TOTAL A LA FECHA									
1																						
2																						
3																						
4																						
5																						
6																						
7																						
TOTALES																						
TOTALES																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">CONTROL DEL ANTICIPO</td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> <tr> <td>ANTICIPO OTORGADO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>AMORTIZACIÓN EN ESTE PERÍODO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>AMORTIZACIÓN ANTERIOR</td> <td></td> </tr> <tr> <td>TOTAL AMORTIZADO</td> <td></td> </tr> </table>													CONTROL DEL ANTICIPO		ANTICIPO OTORGADO		AMORTIZACIÓN EN ESTE PERÍODO		AMORTIZACIÓN ANTERIOR		TOTAL AMORTIZADO	
CONTROL DEL ANTICIPO																						
ANTICIPO OTORGADO																						
AMORTIZACIÓN EN ESTE PERÍODO																						
AMORTIZACIÓN ANTERIOR																						
TOTAL AMORTIZADO																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">VALOR DE ESTIMACIÓN</td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> <tr> <td>AMORTIZACIÓN DEL ANTICIPO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>OTRAS DEDUCCIONES</td> <td></td> </tr> <tr> <td>NETO AL CONTRATISTA</td> <td></td> </tr> <tr> <td>LIQUIDO POR RECIBIR</td> <td></td> </tr> </table>													VALOR DE ESTIMACIÓN		AMORTIZACIÓN DEL ANTICIPO		OTRAS DEDUCCIONES		NETO AL CONTRATISTA		LIQUIDO POR RECIBIR	
VALOR DE ESTIMACIÓN																						
AMORTIZACIÓN DEL ANTICIPO																						
OTRAS DEDUCCIONES																						
NETO AL CONTRATISTA																						
LIQUIDO POR RECIBIR																						

 (f) Ejecutor

 (f) Supervisor

 Vo.Bo.

Figura No. 34: Cuadro analítico de cantidades de trabajo

VARIACIONES AL MONTO DEL CONTRATO:

MONTO ORIGINAL Q _____
MONTO DE L CONTRATO MODIFICADO POR DOCUMENTO ANTERIOR Q _____
MONTO DE ESTA ORDEN DE CAMBIO No. ____ Q _____
MONTO DEL CONTRATO MODIFICADO POR ORDEN DE CAMBIO No. _____ Q _____
ESTA MODIFICACIÓN REPRESENTA UN PORCENTAJE MENOR DE: _____ %

(f) Solicita: Supervisor de proyectos

(f) Centro de costos

(f) Jefe de supervisión

(f) Máxima autoridad

Figura No. 36: Orden de trabajo suplementario

DOCUMENTO DE CAMBIO No. ____

FECHA: _____

DATOS GENERALES DEL PROYECTO.

Clase de proyecto: _____ Código No. _____
Comunidad: _____
Municipio: _____ Departamento: _____
Ejecutor: _____
Fecha de orden de inicio: _____ Plazo de ejecución: _____
Monto del contrato: _____

POR LA PRESENTE SOLICITO: ORDEN DE TRABAJO SUPLEMENTARIO No. _____
NOMBRE DEL SUPERVISOR: _____

LA CONSTRUCCIÓN Y/O MODIFICACIÓN ES: INCREMENTO EN RENGLONES

No.	Renglón	Unidad	Cantidad	P/Unitario	Total
				Total	

ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN:

VARIACIONES EN EL PLAZO CONTRACTUAL:

ESTE DOCUMENTO GENERA AMPLIACIÓN DE: _____ DÍAS, POR LO QUE LA NUEVA FECHA DE VENCIMIENTO ES: _____

Continuación de figura No. 36

VARIACIONES AL MONTO DEL CONTRATO:

MONTO ORIGINAL Q _____

MONTO DEL CONTRATO MODIFICADO POR DOCUMENTO ANTERIOR Q _____

MONTO DE ESTA ORDEN DE TRABAJO SUPLEMENTARIO No. _____ Q _____

MONTO DEL CONTRATO MODIFICADO POR ORDEN DE TRABAJO SUPLEMENTARIO No. _____ Q _____

ESTA MODIFICACIÓN REPRESENTA UN PORCENTAJE MAYOR DE: _____ %

(f) Solicita: Supervisor de proyectos

(f) Centro de costos

(f) Jefe de supervisión

(f) Máxima autoridad

Figura No. 37: Acuerdo de trabajo extra

VARIACIONES AL MONTO DEL CONTRATO:

MONTO ORIGINAL Q _____
MONTO DEL CONTRATO MODIFICADO POR DOCUMENTO ANTERIOR Q _____
MONTO DE ESTE ACUERDO DE TRABAJO EXTRA No. _____ Q _____
MONTO DEL CONTRATO MODIFICADO POR ACUERDO DE TRABAJO EXTRA No. _____ Q _____
ESTA MODIFICACIÓN REPRESENTA UN PORCENTAJE MAYOR DE: _____ %

(f) Solicita: Supervisor de proyectos

(f) Centro de costos

(f) Jefe de supervisión

(f) Máxima autoridad