



1

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES

**METODOLOGIA DE CONTROL
DE PLANTAS ASFALTICAS**

FUNDACION DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA PARA LA INVESTIGACION

**AUTORES:
Ing. Mario Arce Jiménez
Ing. Luis Guillermo Loría Salazar**



**Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos
Estructurales**

2000.

METODOLOGÍA PARA LA INSPECCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE MEZCLAS ASFÁLTICAS

1. Aspectos generales

La inspección o supervisión del proceso de producción de mezcla asfáltica es una labor que se debe ejecutar de forma permanente, y tiene como propósito fundamental, garantizar la calidad en cada una de las etapas del proceso, bajo un esquema de aseguramiento de la calidad previamente diseñado y puesto en ejecución.

Según sea el modelo de contratación, esta labor de supervisión la debe llevar a cabo el Contratista, la Administración o de forma compartida por ambas partes. El esquema metodológico que se propone en el presente informe, es genérico y aplica por igual, independientemente de cuál sea el tipo de supervisión de que se trate, por cuanto la labor de supervisión estará centrada en dos funcionarios, un ingeniero responsable de mantener el proceso bajo control (Ingeniero supervisor: IS) y uno o más inspectores (según la complejidad del proceso) que, en coordinación con el IS, debe ejecutar las tareas específicas de control para lograr el objetivo propuesto. Estos funcionarios, el IS y el Inspector, responderán por el trabajo realizado directamente a la Administración o ante el Contratista, dependiendo del modelo de contratación que se implante.

La calidad del producto final queda supeditada al control que se logre en cada una de las etapas del proceso. Por otra parte, lo racional y económico es identificar los problemas oportunamente para corregirlos, sin tener que esperar la valoración del producto final para determinar la idoneidad del proceso.

En estos conceptos se centra la labor de supervisión de las plantas, de producción de mezcla asfáltica, cuya meta es lograr producción que en todo momento cumpla con las especificaciones técnicas contractuales (cero defectos).

2. Esquema operativo y de supervisión del proceso de producción de mezcla asfáltica

El responsable profesional por la supervisión del proceso de producción debe ser un Ingeniero Supervisor (IS). Para desempeñar esta función, se apoya en un Inspector, que debe tener el entrenamiento y los conocimientos básicos suficientes para ejercer la labor de inspección de la planta de forma permanente, conforme a los lineamientos que adelante se especifican. De este conjunto de actividades que deben ejercer el IS y el Inspector se deducen detalladamente las responsabilidades inherentes a cada uno de estos funcionarios. Adicionalmente, si el nivel de producción lo amerita, el Inspector puede contar con la asistencia de un auxiliar que se encargue específicamente de tareas de rutina, como el despacho de la mezcla, control de la tara de los camiones, etc.

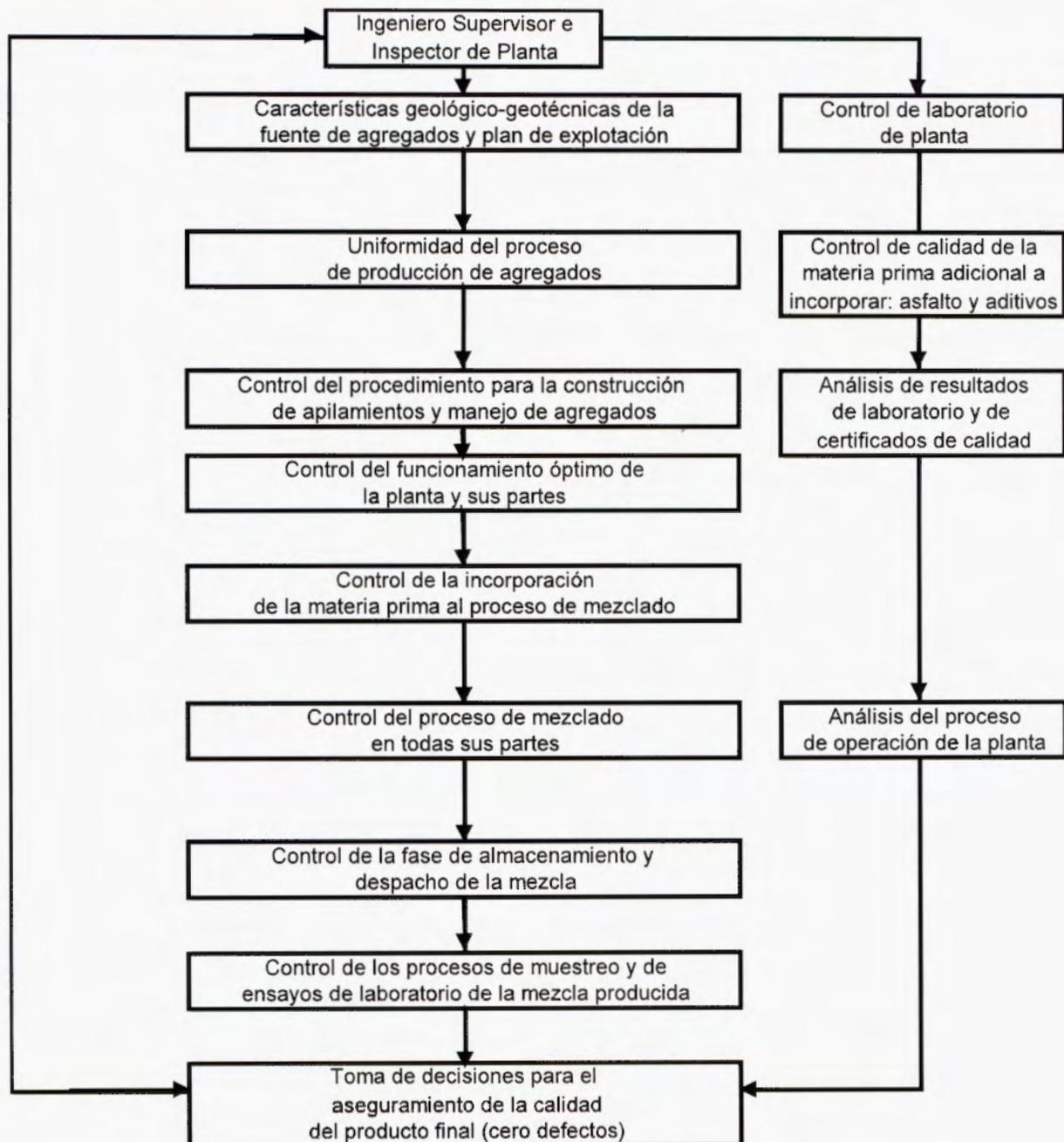
Los siguientes son los elementos básicos condicionantes, sobre los cuales se diseña, desde el punto de vista del aseguramiento de la calidad, el proceso de producción y su correspondiente sistema de control.

- i. Tipo y tamaño de la planta.
- ii. Espacios para el almacenamiento y manejo de agregados.
- iii. Características geológicas de la fuente de agregados (pueden ser varias).
- iv. Condiciones climáticas en el sitio de ubicación de la planta
- v. Sistema de explotación de las fuentes de agregados
- vi. Nivel de producción de la planta.
- vii. Tipos de materiales asfálticos que se producen.

En el diagrama siguiente se detallan las etapas del proceso de producción de la mezcla asfáltica que deben mantenerse una a una bajo control, como condición necesaria para que el proceso de producción opere bajo un esquema de aseguramiento de la calidad.

Dependiendo del modelo de control de calidad y de pago de obra vigente, el laboratorio para la ejecución de los ensayos puede pertenecer a la Administración o al sector privado, pero cualquiera que sea el caso debe contar con un sistema de aseguramiento de la calidad de ensayos, que le acredite para llevar a cabo esta tarea con idoneidad.

Etapas del proceso de producción de mezcla asfáltica



De conformidad con este diagrama, se detallan a continuación los elementos que se deben tomar en cuenta en cada etapa, para la supervisión total del proceso.

2.1 Control de las características geológico-geotécnicas de las fuentes de agregados y control del plan de explotación de la fuente.

Objetivos de la supervisión en esta etapa:

1. Asegurar que el control geológico de la fuente de agregados es adecuado para la explotación correcta de esta materia prima, de conformidad con las especificaciones contractuales y el diseño de mezcla en que se fundamenta la producción.
2. Asegurarse que el sistema de explotación de las canteras o graveras (tajos, ríos o fuentes de aluviones) es conforme con las características geológicas de las fuentes y con la calidad que se requiere de los agregados.
3. Verificar que se cumpla con las disposiciones ambientales vigentes para explotación de fuentes de agregados.

Los elementos a considerar para la supervisión en esta fase son los siguientes:

- I. Tamaño, estratigrafía, buzamientos, y demás características geológicas del tajo o fuente de materiales.
- II. Características mineralógicas y variabilidad de la fuente.
- III. Propiedades físico-mecánicas básicas: gravedad específica, absorción, dureza, grado de alteración y de contaminación, de los diferentes componentes de la fuente. Esta información se retroalimenta con los datos que se obtienen en la fase siguiente. Estos son los datos geológicos básicos que sirven de base para la explotación de la fuente de agregados, y

que deben actualizarse periódicamente, según la variabilidad, y el régimen de explotación.

- Esta información es la base sobre la cual se diseña el plan de explotación de la materia prima para la producción de la mezcla. En esta primera fase corresponde a la supervisión:
 - i. Asegurarse de que los estudios geológicos se encuentran debidamente actualizados. Esta actividad la ejecuta el IS y el Inspector le suministrará la información que al respecto le solicite el IS.
 - ii. Comprobar que lo señalado en los estudios geológicos coincide con las características de la fuente de explotación de los agregados que se están produciendo y con la estratigrafía y características mineralógicas de los materiales. Esta actividad la ejecuta el IS y el Inspector le suministrará la información que al respecto le solicite el IS.
 - iii. Verificar que el sistema de explotación es correcto y que no se está contaminando la materia prima que se produce, de conformidad con el plan de explotación. En primera instancia el Inspector debe estar vigilante de esta actividad e informará de inmediato al IS de cualquier anomalía que detecte. El IS realizará en este caso una labor de supervisión.
 - iv. Corroborar que los análisis de laboratorio coinciden en uniformidad y calidad, con las propiedades del material que especifica el diseño de mezcla. Esta actividad la ejecuta el IS y el Inspector le suministrará la información que al respecto le solicite el IS.
 - v. Verificar que el proceso de explotación de la fuente y de producción de agregados no está produciendo impactos ambientales negativos. Corresponde al Inspector mantener la vigilancia permanente de los aspectos ambientales e informar permanentemente al IS sobre estos aspectos.
 - vi. El inspector debe comunicar de inmediato al IS sobre cualquier situación anómala que se presente en esta etapa.

Información relevante para ejercer la supervisión:

- El plan de explotación de la fuente y la variabilidad de la fuente
- Informes geológicos
- Informes de laboratorio de los análisis de los agregados
- Visitas de inspección a las fuentes de explotación
- Visitas de inspección a los equipos de explotación de la fuente
- Valoración de los aspectos ambientales
- Informes ambientales de explotación de la fuente.

2.2 Control de calidad y de la uniformidad de la producción de los agregadosObjetivos

1. Tener conocimiento de la uniformidad (o dispersión) de la materia prima que se produce.
2. Tener conocimiento de los diferentes parámetros de calidad de la materia prima, y de su tendencia histórica.
3. Asegurarse de que el sistema de explotación de la fuente y de la producción de agregados se hace correctamente y no causa efectos negativos en la calidad y uniformidad de la materia prima.
4. Identificar los parámetros de calidad de mayor variabilidad de la fuente.
5. Verificar que los parámetros de calidad de la materia prima que se está produciendo, permiten cumplir con las exigencias de calidad del diseño de mezcla.
6. Conocer el tipo de quebrador que se está utilizando, la forma de ajuste y el tipo de control por tamaño y forma, de los agregados, que permite el quebrador.

Esta es una etapa muy importante en el proceso de producción de mezcla asfáltica, en virtud de que la calidad con que, al final del proceso se produce la mezcla, depende en gran medida de la calidad y uniformidad con que se produce esta MATERIA PRIMA. Además es importante tener claro que, con esta materia prima se construyen los apilamientos que servirán para la alimentación de las tolvas.

Información relevante para ejercer la supervisión en este proceso

La supervisión para el control permanente de la producción del agregado (como materia prima), comprende los siguientes aspectos:

a. Conocimientos de las características del quebrador

1. Tipo de quebrador (impacto, centrifuga, cono, etc.)
2. Ajustes que es factible realizar, por tamaño y forma del agregado, en el quebrador primario y en los secundarios.
3. Tamaño del agregado en los quebradores secundarios y número de quebradores secundarios.

b. Conocimientos de las propiedades de los agregados que se producen:

1. Gravedad específica y absorción.
2. Forma del agregado grueso (partículas planas y elongadas).
3. Caras fracturadas.
4. Angularidad del agregado fino.
5. Uniformidad granulométrica de la producción.
6. Contenido de polvo de los agregados.
7. Plasticidad o equivalente de arena de la fracción fina.
8. Resistencia ante la acción de sulfatos (sanidad).
9. Resistencia ante la abrasión. (Los Angeles)
10. Durabilidad

El IS debe garantizar la uniformidad, limpieza y calidad (forma, dureza, durabilidad) de los agregados, de modo que esta materia prima se mantenga bajo control durante la producción, para que no altere los diferentes diseños de mezcla de las plantas a que sule los agregados. El usuario de la materia prima (la planta de mezcla asfáltica) debe recibir un producto uniforme en todos sus parámetros, de lo contrario podría ocurrir que el diseño de mezcla se salga de la especificación, aún cuando las proporciones por peso de las diferentes fracciones de agregados (gruesos, intermedios y finos) se mantengan constantes.

c. Conocimientos de la sensibilidad del diseño de mezcla con respecto a los agregados.

En síntesis, en esta fase se determina el nivel de calidad y dispersión con que se está produciendo la materia prima, en cada una de las fracciones en que se subdivide la producción del quebrador.

El número de ensayos a realizar, debe ser el necesario y suficiente, y la frecuencia depende de la dispersión misma del proceso. Procesos uniformes (bajo control) requieren de menor cantidad de ensayos, en consecuencia, la frecuencia de ensayo debe ser tal que sus resultados muestren de forma fehaciente y confiable la uniformidad (o grado de dispersión) con que se está produciendo esta materia prima, en función de los parámetros de calidad antes indicados.

En general, los ensayos antes señalados se clasifican, según la tabla siguiente (el tipo de ensayo corresponde a la numeración de la anterior lista):

Tabla No.1: Frecuencia de ensayo

Tipo de ensayo	Frecuencia		
	Alta	Media	Baja
1	X ^(a)		
2		X	
3		X	
4		X	
5	X		
6		X	
7		X	
8			X
9			X
10			X

(a) Podría ser de frecuencia media en fuentes de materiales uniformes respecto a este parámetro.

Como se indicó anteriormente, no se puede establecer de previo el número de ensayos a realizar por cada 100 m³ de agregado producido, porque dicha frecuencia depende de la variabilidad de la fuente y del propio proceso de explotación.

El conjunto de los datos históricos de estos análisis, permite determinar de forma fehaciente la calidad de la materia prima que se está produciendo, bajo un proceso controlado, así como advertir de cualquier cambio en los agregados que amerite por ejemplo, modificaciones al diseño de mezcla y por ende, al proceso de construcción de los apilamientos, o ajustes en los procesos del quebrador.

Adicionalmente, con esta información, el productor de agregados tendría una especie de "certificado de calidad", con el cual el cliente estaría debidamente informado de las propiedades de la materia prima que compra.

d.1 Información relevante para ejercer la supervisión en esta fase del proceso de producción de agregados

En esta fase corresponde a la supervisión:

- I. Mantener un archivo actualizado con los datos de laboratorio. Corresponde al IS suspender el proceso y hacer que se realicen las correcciones que corresponda, cuando algunos de los parámetros se sale de control. El Inspector se mantiene informado de la tendencia histórica de los parámetros de calidad e informa de inmediato al IS de cualquier anomalía que detecte.
- II. Realizar evaluaciones visuales antes y después del proceso de triturado, para detectar de previo cualquier situación irregular, como por ejemplo: cambios en los materiales para trituración, contaminación con arcilla de los agregados, exceso de partículas de pequeño tamaño en piedras de río a triturar, etc. El Inspector debe estar atento a cualquier situación anómala e informar de inmediato al IS. El IS debe garantizar que se hace una evaluación visual correcta de los materiales.
- III. Determinar la variabilidad de los parámetros de calidad en el quebrador y prestar especial atención a los de mayor dispersión, asociándoles con las especificaciones y tolerancias del diseño de mezcla. El IS debe tener claro que produce materia prima para elaborar mezcla asfáltica y debe asociar los parámetros de calidad de los agregados que produce con las especificaciones de la mezcla asfáltica (forma, angularidad, gravedad específica, absorción, granulometría, etc), por tanto, debe mantener la producción de agregados dentro de las tolerancias de especificación. En el caso de que se incumpla esta condición, debe decidir entre: corregir el proceso de triturado (si esto es posible), buscar soluciones alternativas

mezclando agregados de la misma fuente, pero de diferente tamaño o advirtiéndolo que se requiere cambiar el diseño de mezcla.

- d. Conocimiento detallado del proceso de producción y del manejo (ajustes) del quebrador.
- e. Conocimiento del tipo de quebrador y su relación con la uniformidad de la producción de agregados.
- f. Conocimiento de los rendimientos del proceso de producción.
- g. Valoración de los aspectos ambientales.
- h. Valoración de las condiciones de seguridad y del ambiente de trabajo.
- i. Procedimientos de manejo y mantenimiento del equipo del quebrador (incluido las mallas y los sistemas de lavado).
- j. Procedimientos utilizados para revisar y ajustar periódicamente los quebradores.
- k. Uso de la información de la etapa anterior (fase geológica) para el control de las fuentes de explotación y verificación de las propiedades de los agregados que anticipaban los estudios geológicos.
- l. Informes de laboratorio y datos históricos de los parámetros de calidad, incluidos análisis de tendencia histórica y dispersión.
- m. Visitas de inspección a los quebradores.

2.3 Control de la metodología de construcción y manejo de apilamientos y alimentación de tolvas

Objetivos

1. Conocer e identificar los agregados, según la fuente de donde provienen.
2. Conocer la metodología que se utiliza para construir los apilamientos y asegurar que se construyen utilizando procedimientos adecuados.
3. Conocer los parámetros de calidad de los apilamientos y su dispersión, de acuerdo con la secuencia con que se van construyendo.
4. Conocer los procedimientos de control de humedad de los apilamientos y de ajuste de la dosificación del ligante asfáltico, y su relación con las condiciones climáticas.
5. Asociar los parámetros de calidad de los apilamientos y el proceso de alimentación de las tolvas, con la curva granulométrica del diseño de mezcla.
6. Evitar la segregación y contaminación de los agregados
7. Asociar el tamaño de los apilamientos con el volumen de producción de la mezcla asfáltica.

Esta fase de construcción y manejo de apilamientos está estrechamente ligada con la granulometría del diseño de mezcla y con la dosificación del ligante asfáltico y por ende con la calidad de la mezcla.

En esta fase, la inspección requiere conocer lo siguiente:

1. La metodología que se utiliza para construir los apilamientos.
2. El número de tolvas y apilamientos con que se logra la curva granulométrica del diseño de la mezcla.
3. El origen de los agregados con que se construyen los apilamientos.

4. Los parámetros de uniformidad granulométrica conforme se van construyendo los apilamientos (media móvil, desviación estándar móvil, otros), para asociarlos con el diseño de mezcla y las tolerancias de especificación.
5. Las variaciones reales de humedad de los frentes de los apilamientos de donde se alimentan las tolvas, en función de las condiciones de clima que se presentan.
6. El procedimiento que se utiliza para ir incorporando agregados a los apilamientos.
7. El procedimiento que se utiliza para tomar los agregados de los apilamientos e incorporarlos a las tolvas.
8. El grado de cumplimiento de los agregados en relación con los parámetros de aceptación para la mezcla asfáltica, incluido la resistencia retenida. Aquí solo se harán los ensayos complementarios que no se ejecutaron en la fase anterior (fuente de agregados).

Si en esta etapa del proceso se constata alguno de los incumplimientos que seguidamente se enumeran, se debe detener el proceso hasta que se corrija la situación:

1. Los agregados se están apilando sin la técnica adecuada, y se produce segregación, contaminación o mezcla de agregados de diferente topo o tamaño.
2. Se advierte que los agregados que vienen del quebrador sufren cambios que conllevan al incumplimiento de granulometría o equivalente de arena.
3. Se detectan cambios en las propiedades del agregado que conllevan a la mezcla al incumplimiento de especificaciones, como por ejemplo: absorción, gravedad específica, caras fracturadas, angularidad del agregado fino, forma del agregado grueso, durabilidad.
4. El control de humedad de los agregados no es confiable, especialmente cuando se presentan periodos de lluvia.

5. Ingresar agregados de otras fuentes que no corresponden al diseño de mezcla.

En esta etapa la inspección debe realizar las siguientes tareas:

- I. Supervisar el ingreso de los agregados y verificar la fuente de donde provienen. El Inspector realiza esta labor rutinariamente y el IS es responsable por la ejecución correcta de esta tarea.
- II. Verificar los parámetros de calidad de los apilamientos. El IS revisa los datos de laboratorio de dichos parámetros para comprobar que corresponden con los del diseño de mezcla. El Inspector revisa diariamente esta información e informa de inmediato al IS de cualquier detalle relevante que detecte.
- III. Supervisar permanentemente el proceso de construcción de los apilamientos y de alimentación de las tolvas. Esta tarea la realiza el Inspector, pero el IS es responsable por su correcta ejecución.
- IV. Inspeccionar permanentemente el muestreo para determinar el contenido de agua de los agregados. El Inspector debe tomar nota de la ubicación y cantidad de muestreos que se realizan y debe conocer los resultados de los ensayos y de los ajustes que se hacen para el contenido de asfalto. El IS, con conocimiento de estos datos debe verificar además, cómo afecta la condición de humedad de los agregados el tiempo de secado, el tiempo de mezclado y el contenido de agua de la mezcla. Ante cualquier situación irregular se debe suspender el proceso.

En la tabla siguiente se muestra la lista de parámetros de calidad para la producción de mezcla asfáltica. La frecuencia de ensayo depende de la variabilidad de cada parámetro y del volumen de producción.

Tabla 1: Parámetros de calidad para la mezcla asfáltica

Parámetros de Aceptación	Parámetros de Control	Parámetros para Pago
Agregados (por fuente de agregado)	Agregados	Mezcla producida
a) Agregado grueso Índice de abrasión en máquina Los Angeles Sanidad (resistencia al efecto de sulfatos) Durabilidad (el ensayo que indique el cartel) Residuo insoluble en la prueba de carbonatos solubles (si los agregados son de origen calcáreo) Absorción (si lo especifica el cartel)	Granulometría Partículas planas y elongadas Límites de Atterberg Caras fracturadas Gravedad específica Absorción Equivalente de arena Vacíos en el agregado fino no compactado Residuo insoluble en la prueba de carbonatos solubles Ensayo de azul de metileno Contenido de humedad Índice de abrasión en máquina Los Angeles Sanidad (resistencia al efecto de sulfatos) Durabilidad (el ensayo que indique el cartel) Coeficiente de pulimento acelerado	Porcentaje de sfalto Granulometría
b) Agregado fino Gravedad específica Absorción (si lo especifica el cartel) Sanidad (resistencia al efecto de sulfatos) Equivalente de Arena Durabilidad (el ensayo que indique el cartel) Límites de Atterberg		Mezcla colocada Porcentaje de vacíos Porcentaje de vacíos Espesor de capa
Agregados mezclados (según diseño de mezcla)	Otros ensayos	Acabado superficial
Agregado grueso Caras fracturadas Gravedad específica y absorción Partículas planas y elongadas	Asfalto Viscosidad a 125 C, 135 C, 145 C. Temperatura de mezclado y de compactación Viscosidad retenida Pérdida de masa en película delgada Ductilidad y penetración retenida Viscosidad absoluta a 60 C Penetración a 25 C Razon de viscosidades despues de envejecimiento en película delgada Viscosidad, ductilidad y penetración del asfalto extraído de la mezcla	IRI: índice de rugosidad internacional CRT: coeficiente de rozamiento transversal
Agregado fino Vacíos en el agregado fino no compactado Gravedad específica y absorción		
De la mezcla asfáltica	Otros ensayos	
Granulometría Estabilidad Marshall Flujo Marshall Vacíos en el agregado mineral Vacíos llenos de asfalto Gravedad específica máxima teórica Razón polvo/asfalto efectivo Resistencia a la tensión diametral (si lo especifica el cartel) Contenido de asfalto respecto al peso de la mezcla Contenido de asfalto respecto al peso del agregado Densidad Marshall Vacíos en la mezcla (pastillas Marshall) Resistencia retenida Resistencia a la compresión uniaxial (si lo especifica el cartel) Durabilidad (los ensayos que indique el cartel)	Mezcla producida en planta Gravedad específica y absorción del agregado fino Gravedad específica y absorción del agregado grueso Caras fracturadas Partículas planas y elongadas Vacíos en el agregado fino no compactado Granulometría Estabilidad Marshall Flujo Marshall Vacíos llenos de asfalto Densidad Gravedad específica máxima teórica Razón polvo/asfalto Contenido de asfalto efectivo Contenido total de asfalto Viscosidad a 60 C de asfalto extraído de la mezcla Vacíos en la mezcla (pastillas Marshall) Contenido de agua en la mezcla Ductilidad y penetración del asfalto extraído en la mezcla Otros ensayos adicionales	
Del proceso constructivo		
Todos los requerimientos geométricos, de alineamiento vertical y horizontal y las exigencias de acabado superficial. Cumplimiento de todos los requerimientos técnicos y ambientales, y de seguridad para la colocación de la mezcla.	Mezcla compactada Tramos de prueba (densidad de referencia) Índice internacional de rugosidad (IRI) Vacíos de la mezcla compactada Coeficiente de rozamiento del pavimento Textura de la superficie del pavimento Espesor de la capa asfáltica Uniformidad superficial de la capa asfáltica Perfil transversal y longitudinal Cumplimiento del trazado geométrico Otros ensayos	

2.4. Control del funcionamiento óptimo de la planta y sus partes.

Objetivos:

1. Verificar que la planta, sus sensores y demás componentes, se encuentren debidamente calibrados, conforme a las exigencias de "certificación" establecidas en el contrato.
2. Verificar que el equipo de laboratorio se encuentra debidamente calibrado.
3. Verificar que los sistemas de pesaje para despacho de mezcla estén debidamente calibrados.
4. Verificar que las instalaciones cuenten con las condiciones requeridas para maniobra de vehículos, protección de la mezcla para despachar bajo lluvia y toma de muestras.
5. Verificar que se aplique un adecuado proceso de mantenimiento (preventivo) a las plantas.

En esta fase la inspección debe estar atenta a:

1. Cualquier situación sintomática que advierta de un posible daño en la planta (humo, polvo, mezcla mal graduada, mezcla quemada, etc)
2. Que se implante y se ejecute de forma sistemática el mantenimiento preventivo del equipo (incluido la limpieza)
3. Que la planta siempre cumpla con los requerimientos de "certificación" y calibración, acorde con la buena práctica de la ingeniería y con los términos contractuales.
4. Que los equipos de laboratorio se encuentren permanentemente calibrados y certificados para su uso en ejecución de ensayos. Antes de iniciar el proyecto revise el equipo de laboratorio, repita esta revisión periódicamente. Para esto, use el formulario 3 del anexo. No se puede permitir el uso de equipo defectuoso o descalibrado.

En esta fase de control se pretende tener la certeza de que las condiciones de los equipos, sensores y el laboratorio reúnan condiciones para la producción de la mezcla. En este caso, la Inspección (IS y el Inspector), no tienen que calibrar los equipos o sensores, solamente tienen que verificar que se cumplan los requerimientos de calibración y mantenimiento para el adecuado funcionamiento de los equipos. Si la mezcla se produce bajo un sistema de calidad debidamente acreditado, estos procedimientos aparecerán descritos en los manuales correspondientes. Por lo tanto, el Inspector y el IS deben tener una lista actualizada de fechas de calibración (la anterior y la siguiente) y llevar un inventario de la periodicidad de los trabajos de mantenimiento, de los tipos de averías que se presentan, de los tiempos en que la planta no puede producir por desperfectos electromecánicos o por falta de calibración (incluido el laboratorio).

En caso de que la supervisión verifique que se presenta alguna de las situaciones seguidamente señaladas, se debe detener el proceso de producción.

- Se venció el periodo de calibración de alguno de los dispositivos (balanzas, sensores de temperatura, sensores de velocidad, medida del caudal del asfalto, etc)
- Se venció el período de certificación de la planta.
- Se advierten discrepancias entre sensores de temperatura.
- Se aprecian deficiencias en el secado de los agregados.
- Se presentan desperfectos mecánicos.
- Se venció el período de calibración de los laboratorios.

2.5. Control de la incorporación de la materia prima al proceso de mezclado

Objetivos:

1. Asegurar la uniformidad de los agregados y del suministro de asfalto.
2. Verificar que se ejecuta una adecuada corrección del peso del asfalto por humedad de los agregados.
3. Corroborar la correcta incorporación de los aditivos y que éstos cumplen con el certificado de calidad.
4. Verificar que el secado de los agregados es correcto desde el punto de vista del contenido de agua de la mezcla.
5. Verificar que la dosificación y uniformidad de la materia prima que se incorpora es conforme al diseño de mezcla y sus tolerancias.

Para el logro de los objetivos planteados, la supervisión debe realizar las siguientes actividades:

1. Verificar la uniformidad de salida de los agregados de las tolvas (grumos, material adherido a las paredes de las tolvas, alimentación correcta de las tolvas, velocidad uniforme de las bandas, llenado correcto de las tolvas, etc). Esta labor la realiza de rutina el Inspector.
2. Comprobar que la humedad de los agregados concuerda con los datos que se manejan en el centro de control. Esta actividad la realiza el IS y el Inspector, pero el primero debe comprobar permanentemente la correcta ejecución de esta tarea.
3. Conocer la dosificación que debe aportar cada tolva y comprobar el cumplimiento de la granulometría. Esta tarea la realiza el IS y el Inspector. El

Inspector informa al IS de cualquier cambio granulométrico que detecte en la alimentación de las tolvas, o en la salida a la banda transportadora.

4. Verificar que los dispositivos mecánicos del sistema de alimentación de los componentes de la mezcla (agregados, asfalto, aditivos, material reciclado, etc) y los sensores de velocidad, peso y caudal, funcionan correctamente y que son revisados y calibrados con la periodicidad requerida. Esta tarea la ejecuta el IS pero el Inspector debe informarle de cualquier anomalía que suceda con los componentes electromecánicos y sus calibraciones.
5. Comprobar que el almacenamiento de asfalto es correcto y que no se mezclan diferentes tipos de asfaltos. El Inspector supervisa el aprovisionamiento de asfalto y el IS revisa los certificados de calidad.
6. Verificar que el sistema de calentamiento y bombeo del ligante asfáltico funciona correctamente, y que los sensores de medición de temperatura y control de caudal (o peso) son revisados y calibrados con la periodicidad requerida. Esta tarea la ejecuta el IS pero el Inspector debe informarle de todo lo que suceda con los componentes electromecánicos y sus calibraciones.
7. Conocer si el asfalto que se incorpora a la mezcla corresponde con el que se especifica en el diseño de mezcla. El IS realiza esta revisión y el Inspector informa de inmediato de cualquier anomalía que advierta.
8. Verificar que la incorporación de aditivos o de material reciclado es correcta, de conformidad con el diseño de mezcla. El Inspector revisa los certificados de calidad de los aditivos que llegan a la planta y el IS constata que corresponde con los del diseño de mezcla.

En caso de que se determine que se presenta alguna de las situaciones que seguidamente se plantean, se debe detener el proceso de producción para proceder a su corrección:

- La salida de los tolvas es discontinua (en forma de grumos)
- La humedad de los agregados no corresponde con la que se está utilizando para corregir el peso del asfalto

- Desperfectos mecánicos de los mecanismos de alimentación de materia prima y aditivos
- Cambió el contenido de asfalto
- Se produjo un cambio en los aditivos
- El contenido de agua de la mezcla sobrepasa el límite de especificación.

2.6. Control del proceso de mezclado

Objetivos

1. Asegurarse que los componentes electromecánicos y de control del proceso de mezclado funcionan adecuadamente y de conformidad con el diseño de mezcla.
2. Verificar que el proceso que se realiza a la materia prima es conforme con los parámetros de calidad de la mezcla y que se mantienen bajo control.

Desglose de actividades a realizar:

1. Verificar que el sistema electromecánico y de sensores, del sistema de mezclado, funcionan correctamente, que sean revisados y calibrados con la periodicidad que se requiere.
2. Conocer el tiempo de mezclado con que se produce la mezcla.
3. Conocer el efecto de la humedad de los agregados en el tiempo y temperatura para lograr el secado, y su efecto en el contenido de agua de la mezcla. Para atender estos puntos 1, 2 y 3 el IS debe crear un archivo histórico con los siguientes datos de laboratorio: humedad y absorción del agregado que se incorpora en el secador, tiempo de mezclado, temperatura de mezclado (temperatura del agregado y del asfalto), contenido de agua de la mezcla, parámetros Marshall de la mezcla. De esta forma se obtienen un gráfico que le permite controlar el tiempo y la temperatura de mezclado, teniendo en cuenta la humedad y la absorción de los agregados, esto con el

propósito de asegurarse que el secado de los agregados es correcto. Adicionalmente el IS debe conocer el diagrama de temperaturas y los detalles operativos del quemador (presión, porcentaje de combustión, combustible, diagrama de temperatura de la llama).

El Ingeniero Supervisor debe señalarle al Inspector el muestreo que debe realizar para el control de esta fase. Adicionalmente el Inspector informará de inmediato al IS cualquier situación irregular que se presente en el proceso de mezclado.

El IS debe comprobar que el proceso de secado y de mezclado no están oxidando el asfalto. Para esto debe revisar las variaciones de estabilidad y flujo de la mezcla. En caso de duda, debe solicitar la extracción del asfalto de la mezcla para analizar sus condiciones de envejecimiento por efecto de mezclado en la planta.

4. Conocer el diagrama de temperaturas del quemador y su procedimiento de regulación, y la forma de operación del tambor mezclador, el punto de incorporación de los componentes de la mezcla y la dirección de movimiento de estos materiales.
5. Verificar el control de temperaturas (en la caseta de mando, y en los diferentes puntos del sistema de mezclado). Esta labor debe realizarla de rutina el Inspector y anotar los datos en el formulario que se le indique.
6. Verificar el correcto funcionamiento del sistema de incorporación de finos. El Inspector revisa el funcionamiento de este sistema diariamente, si se presenta alguna avería o desperfecto, informa de inmediato al IS para que éste evalúe la situación y decida respecto a suspender o no el proceso de producción.
7. Verificar el sistema de control para la incorporación de aditivos. Esta actividad se controla de la misma forma que se procede en el punto 6 anterior.
8. Verificar las temperaturas del agregado, del asfalto y de la mezcla. Esta actividad complementa lo indicado en el punto 4 y corresponde al Inspector revisar rutinariamente estos detalles.

9. Evaluar visualmente la calidad de la mezcla. El Inspector debe tener criterio para evaluar visualmente la mezcla que sale de la planta, teniendo en cuenta: temperatura, exceso o falta de asfalto, granulometría o segregación, mezcla quemada (opaca), etc. En el momento que observe cambios en dichos parámetros, se detiene el proceso hasta que se corrija la situación.
10. Verificar que no queden residuos de combustible del quemador en la mezcla. Cuando no hay certeza del funcionamiento correcto del quemador, se extraen muestras y se les analiza en el laboratorio. Se les mide el parámetro de estabilidad/flujo y adicionalmente se envían a un laboratorio de control para extraer el asfalto de la mezcla y determinar la viscosidad. Si al realizar los ensayos se verifica que el asfalto está siendo contaminado, se detiene el proceso hasta corregir la situación.
11. Asociar los parámetros de calidad con que se produce la mezcla con la metodología de control de cada una de las etapas del proceso. Para esto el IS lleva un archivo de datos de laboratorio y del informe diario de inspección que permite asociar el control del proceso con la calidad del producto.

2.7. Control de almacenamiento y despacho de mezcla

Objetivos Generales

1. Asegurarse que la mezcla que se despacha es conforme con el diseño especificado y que como consecuencia del manejo del material (desde que sale del mezclador hasta su despacho), no se alteran las propiedades del producto.
2. Asegurarse de que la mezcla se despacha correctamente en términos de: temperatura, peso, cobertor contra la lluvia, idoneidad del camión que la transporta, destino, hora de salida, muestreo realizado e identificación (del conductor o del camión).

En esta fase hay una importante cantidad de aspectos que son responsabilidad de la supervisión, a saber:

1. Conocer el tiempo y temperatura de almacenamiento en los silos. Para esto el Inspector debe llevar un control que le permita indicar en la boleta, con una aceptable aproximación, el tiempo y la temperatura de almacenamiento de la mezcla.
2. Conocer el efecto de curado (cambio en el contenido de asfalto efectivo) en función de la temperatura, del tiempo de almacenamiento y de la porosidad del agregado. El IS debe realizar ensayos a diferentes tiempos de curado, simulando la misma temperatura del silo, para determinar en qué medida cambia el asfalto adsorbido en función del tiempo y la temperatura de almacenamiento, en función de la porosidad de los agregados.
3. Conocer el contenido de agua de la mezcla, según las diferentes condiciones de humedad de los agregados. Con los datos obtenidos en el apartado anterior (2.6), el IS asegura que la mezcla que se despacha cumple con la restricción del contenido de agua.
4. Conocer las características de diseño y funcionamiento del silo. El IS debe conocer cómo funciona el silo en términos de: capacidad, mezclado (movimiento interno de la mezcla) temperatura y circulación de aire.
5. Verificar la condición de las instalaciones para el llenado de las vagonetas, especialmente en condiciones de lluvia. El IS debe verificar que a la mezcla no le penetre agua durante este proceso.
6. Revisar la condición de las vagonetas para transporte de mezcla. El inspector debe revisar que la vagoneta esté limpia, libre de residuos de algún solvente y que reúna las condiciones para transportar mezcla asfáltica.
7. Contar con facilidades para toma de muestras. Esta condición se debe cumplir previo a iniciar la producción. El IS es responsable por el cumplimiento de este requerimiento.

8. Verificar la técnica de muestreo de la mezcla asfáltica. El Inspector debe verificar que las muestras se toman correctamente. Caso contrario el ensayo no tiene validez.
9. Supervisar la técnica de llenado de vagonetas. El Inspector debe revisar que siempre las vagonetas se llenan correctamente. Caso contrario no se debe despachar la mezcla.
10. Verificar la correcta instalación del cobertor (lona) a las vagonetas. Esta condición es necesaria para su despacho.
11. Verificar la revisión y calibración periódica de los sistemas de pesaje. Esta actividad se debe atender conforme a lo indicado en el apartado 2.4.
12. Verificar los pesos, temperatura y hora de despacho de la mezcla asfáltica. Cuando el Inspector firma la boleta de despacho está dando fé de que todos los datos que ahí se consignan son correctos.
13. Identificar la vagoneta y lugar de destino. El Inspector consigna este dato en la boleta de despacho y verifica que la tara corresponde a la vagoneta que se despacha.
14. Identificar las vagonetas que son muestreadas en la planta y consignarlo en la boleta de despacho.

2.8 Análisis de resultados de laboratorio

Objetivos

- Conocer los estándares de calidad con que se ejecutan las diferentes etapas del proceso.
- Asociar los parámetros de calidad de cada etapa del proceso, su dispersión y su tendencia histórica, con la metodología de trabajo.
- Verificar que la toma de decisiones para el aseguramiento de la calidad, sea acorde con las exigencias de calidad del proyecto.

1. Todas estas actividades son responsabilidad del IS. El Inspector debe seguir las indicaciones que al respecto le señale el IS.
2. Estas actividad la ejecuta el Inspector bajo la supervisión del IS.
3. Corresponde al IS realizar estas verificaciones con la asistencia del Inspector.
4. El IS debe revisar los informes diarios del Inspector y los datos históricos de laboratorio para corroborar que las acciones correctivas se toman oportunamente.
5. El IS debe verificar que el control de calidad de ensayos de laboratorio, asegure la correcta ejecución de las pruebas. El Inspector seguirá las indicaciones que al respecto le señale el IS.
6. El IS y el Inspector deben conocer con todo detalle el plan de muestreo del Contratista. El Inspector debe verificar permanentemente la ejecución del muestreo. Esta información la analiza conjuntamente con el IS.
7. El IS y el Inspector deben revisar permanentemente esta información, para corroborar que se está incorporando la materia prima.

2.9 Fase final de toma de decisiones para el aseguramiento de la calidad del proceso de producción de mezcla

En esta etapa, se toman las acciones requeridas para lograr los siguientes objetivos:

1. Verificar que todas las etapas del proceso están bajo control.
2. Verificar que los parámetros de calidad de la producción sean acordes en cuanto al valor medio y la dispersión, con las especificaciones del contrato.
3. Verificar que se apliquen acciones correctivas en el mismo momento en que se detecta una deficiencia en cualquiera de las etapas del proceso.
4. Asegurar que todos los componentes de la mezcla se dosifican con estricto apego a la fórmula de trabajo.

Para la correcta ejecución de estas actividades se requiere:

- i. Mantener un archivo actualizado de todos los datos históricos, tendencias y dispersión de todos los parámetros de calidad en cada una de las etapas del proceso.
- ii. Analizar los datos de laboratorio para ejecutar acciones correctivas, en las etapas donde se detecten situaciones "anómalas" (Incumplimiento).
- iii. Mantener un archivo actualizado que sintetice ordenadamente los informes diarios de inspección.

Para la supervisión de este control se requiere:

1. Verificar que la técnica de muestreo es correcta, o sea:
 - Que el muestreo es aleatorio
 - Que la muestra se toma en el lugar correcto.
2. Que las muestras se anotan correctamente en la bitácora.
3. Verificar que se ejecuta un correcto proceso de verificación y calibración de los equipos de laboratorio.
4. Verificar que se utiliza correctamente la información de laboratorio para el control y la operación de la planta.
5. Verificar que se aplican correctamente las normas de ensayo.
6. Verificar que toda la materia prima que se compra o produce, tiene su correspondiente respaldo de control o certificado de calidad. El IS con la ayuda del Inspector, verificará el cumplimiento de estos requerimientos.
7. Conocer la programación de muestras que realiza el Contratista.
8. Conocer los puntos y fechas de toma de muestras, para interpretar correctamente los resultados de los ensayos y su aplicación para hacer las correcciones requeridas para que la planta funcione satisfactoriamente. Corresponde al Inspector recopilar rutinariamente esta información que luego debe analizarla el IS.

9. Asegurar que el laboratorio de la planta funciona correctamente (equipo, muestreo y ejecución de los ensayos). El IS con el apoyo del Inspector verificará rutinariamente esta información que luego debe analizarla el IS.
10. Conocer las características y requerimientos de la materia prima, para verificar permanentemente la idoneidad de los certificados o documentos que respaldan su calidad.
11. Conocer aquellas propiedades de los agregados más sensibles respecto a la calidad de la mezcla, por ejemplo: densidad, absorción, contenido de humedad, variaciones granulométricas, equivalente de arena, etc. El IS debe analizar y correlacionar todos los parámetros de calidad de la materia prima y el producto terminado, para determinar aquellos que de forma mas significativa afectan la calidad de la mezcla.
12. Conocer cómo afectan las propiedades del asfalto y del proceso de producción la calidad y el desempeño de la mezcla, como por ejemplo: la viscosidad, la temperatura y el tiempo de mezclado, así como el tiempo de almacenamiento en el silo. Todas estas actividades son responsabilidad directa del IS, quien se apoyará en el Inspector para cumplir con estas metas. El IS con el apoyo del inspector debe conocer en detalle el control del proceso de mezclado (humedades, tiempo, temperatura, etc), para correlacionar estos aspectos con las propiedades de la materia prima (absorción de agregados, viscosidad del asfalto) y con las propiedades de la mezcla que se está produciendo (flujo, estabilidad, asfalto efectivo, trabajabilidad, etc).

3. Documentos para la supervisión de plantas

Para la inspección de las plantas se requieren los siguientes documentos:

- Instructivo del inspector de planta
- Bitácora de muestreo
- Formularios para el despacho de mezcla asfáltica
- Formulario de inspección periódica del laboratorio de planta
- Formulario para el informe diario de inspección
- Formulario para la supervisión del laboratorio de la planta

Estos documentos se adjuntan a continuación.

Documentos para la supervisión de plantas

Formulario No.	Propósito	Importancia
1a Control semanal de la producción de mezcla 1b Control semanal de muestreo	El Inspector presenta un resumen semanal de producción, indicando el destino de la mezcla, y el detalle de los muestreos realizados.	Permite generar un resumen de producción por planta y por proyecto. Además permite un control cruzado de la frecuencia de muestreo en función de la producción.
2 Bitácora de muestreo	Permite llevar el control y ejercer la supervisión de los muestreos. Toda muestra que se tome debe quedar debidamente registrada.	Se tiene un control preciso de las muestras tomadas y de la calidad del muestreo, para contrarrestar con los resultados reportados.
3 Formulario para la revisión del laboratorio de planta	Guiar y ordenar el trabajo de revisar detalladamente la condición en que se encuentra un laboratorio de planta.	Permite conocer la situación y condiciones en que funciona un laboratorio de planta.
4 Formulario para remisión de mezcla asfáltica (guías de entrega)	Este es el documento oficial para controlar la cantidad de mezcla enviada a los proyectos y las condiciones de remisión.	Permite llevar un control detallado del envío de mezcla asfáltica a cada proyecto, y es útil para contrarrestar contra la cantidad de obra ejecutada. Incluye datos de la condición de envío de la mezcla.
5 Colillas de muestreo	Sistematizar y ordenar toda la información relevante que debe tener una muestra que se envía al laboratorio.	La información detallada de la muestra que ingresa al laboratorio, es fundamental para el proceso y control de los ensayos de laboratorio y sus resultados.

6 Supervisión del muestreo de mezcla asfáltica	Este formulario es una guía práctica para supervisar periódicamente la calidad de los muestreos que se realizan en las plantas.	La calidad del muestreo es crucial para lograr alta calidad en la ejecución de los ensayos, pues ese es el primer paso del ensayo.
7 Auditoría técnica de plantas asfálticas	Contar con un instrumento práctico para ejecutar periódicamente auditorías técnicas a las plantas de producción de mezcla asfáltica.	La auditoría técnica es un recurso muy importante, que sirve a los altos niveles de la Administración para controlar de forma efectiva el funcionamiento de todas las plantas asfálticas.

A continuación se presenta cada uno de estos formularios.

2. Bitácora de muestreo

BITACORA DE MUESTREO		FECHA _____
BMP-0000		HORA _____
PLANTA _____	CONTRATISTA _____	
UBICACION _____		

MUESTREO DE MEZCLA ASFALTICA : <input type="checkbox"/> CONTENIDO DE ASFALTO POR _____ <input type="checkbox"/> DENSIDAD MAX. TEORICA <input type="checkbox"/> PASTILLAS MARSHALL <input type="checkbox"/> OTROS _____	MUESTREO DE AGREGADOS : <input type="checkbox"/> BACHE SECO <input type="checkbox"/> BACHE HUMEDO <input type="checkbox"/> APILAMIENTO <input type="checkbox"/> CEMENTO ASFALTICO
MUESTRA PARA : <input type="checkbox"/> ADMINISTRACION <input type="checkbox"/> CONTRATISTA <input type="checkbox"/> TESTIGO	

LUGAR Y TECNICA DE MUESTREO _____ _____ _____
OBSERVACIONES : _____ _____ _____

MUESTREADOR	_____ NOMBRE	_____ FIRMA	_____ LABORATORIO
INSPECTOR DE PLANTA	_____ NOMBRE	_____ FIRMA	

3. FORMULARIO PARA LA REVISION DEL LABORATORIO DE PLANTA

Información sobre los equipos

Indicar cuáles de los equipos se tienen en la planta, así como su estado aparente y cantidades.

	Estado Aparente			Cantidad
	MALO	BUENO	EXCELENTE	
Filtros circulares de papel Tipo: _____				
Calentador o plantilla				
Termocupla con precisión de $\pm 1^\circ\text{C}$				Cantidad
Espátulas y cucharas Detalles: _____				
Instrumentos de muestreo (palas, cucharas)				
Ventilador				
Bandejas metálicas (al menos 6)				
Lonas y varillas de cuarteo				
Balanza con precisión de 0.1 g y capacidad de 6 kg				
Envases para muestras Tipo: _____				
Colillas para identificación de muestras Tipo: _____				
Solvente utilizado para limpieza Tipo: _____				
"Spray" anti-adherencia para dispositivos de cuarteo Tipo: _____				

Indicar qué tipo de documentos de calibración y revisión se tienen. Con los siguientes, como requisitos mínimos

Certificado de dimensiones de los moldes Marshall, con fecha de medición menor de tres meses. Reportar tal fecha y el responsable de la medición	SI: _____	NO: _____	Fecha: _____	Responsable: _____
Certificado de verificación del horno (mapeo), con evaluación de dispersión interna y precisión, con fecha de medición menor de tres meses.			Fecha: _____	SI: _____ NO: _____
Certificado de calibración o verificación de la termocupla. Con fecha de medición de no más de un mes.			Fecha: _____	SI: _____ NO: _____
Certificado de calibración o verificación de la balanza. Con fecha de determinación menor de dos meses.			Fecha: _____	SI: _____ NO: _____
Otros certificados y controles de los equipos que existan				

INFORMACIÓN SOBRE PROCEDIMIENTO DE CONTROL DE ENSAYO

Hay bitácora de control de ingreso de muestras?	SI: _____	NO: _____
Hay bitácora de ejecución de ensayos?	SI: _____	NO: _____
Tiene los protocolos de ensayo por escrito?	SI: _____	NO: _____
Tiene boletas de ejecución de ensayos o bitácoras de ejecución de ensayos?	SI: _____	NO: _____

4. Formulario de remisión de mezcla asfáltica

GUIA DE ENTREGA			Nº 5951	FECHA: _____
PLANTA _____	CONTRATISTA _____			
DESTINO _____	RUTA _____	ZONA _____		
DESPACHO DE MEZCLA ASFALTICA				
TRANSPORTISTA : _____	CANTIDAD	<input style="width: 50px;" type="text"/>	ton.	
PLACA _____	HORA DE SALIDA	<input style="width: 50px;" type="text"/>		
	TEMPERATURA SALIDA	<input style="width: 50px;" type="text"/>	°C	
VAGONETA MUESTREADA	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	MUESTREADOR _____	
INSPECTOR DE PLANTA:	NOMBRE: _____	FIRMA: _____		
RECEPCION DE MEZCLA EN SITIO				
ARRIBO DE MATERIAL:	HORA	<input style="width: 50px;" type="text"/>	TEMPERATURA	<input style="width: 50px;" type="text"/> °C
COLOCACION DE MATERIAL:	HORA	<input style="width: 50px;" type="text"/>	TEMPERATURA	<input style="width: 50px;" type="text"/> °C
TRAMO DE COLOCACION: _____				
USO DE MATERIAL:	<input type="checkbox"/> SOBRE-CAPA	<input type="checkbox"/> TACK COAT	<input type="checkbox"/> OTROS	
	<input type="checkbox"/> BACHEO	<input type="checkbox"/> CAPA DELGADA DE SELLO		
INSPECTOR EN SITIO:	NOMBRE: _____	FIRMA: _____		

Original: Pago

5. Colilla de muestreo

Collila de muestero		Fecha: ____/____/____	
Reg. Bitácora: _____		Muestreador: _____	
Tipo de material: _____		Temperatura: _____ C	
Punto de muestreo: _____		Proyecto: _____	
Contratista: _____		Planta: _____	
Destino: _____			

FORMULA	TIPO	FUENTE	% DE DOSIFICACION
Agreg. No. 1	_____	_____	_____
Agreg. No. 2	_____	_____	_____
Agreg. No. 3	_____	_____	_____
ASFALTO			

6. Formulario de SUPERVISION DE MUESTREO DE MEZCLA ASFALTICA

PLANTA: _____ INSPECTOR: _____

LUGAR EXACTO DE MUESTREO: _____

FECHA: _____ HORA: _____

SUPERVISOR: _____

I- Tamaño de muestra y propósito:

Número de muestras tomadas simultáneamente: _____

Tamaño de cada muestra: Muestra 1 _____

Muestra 2: _____

Muestra 3 _____

II- Formulario de evaluación:

1) Equipo básico y técnicas muestreo.

1.1 Mezcla asfáltica

Item	Revisión	
	Satisfactorio	No satisfactorio
Recipientes limpios y secos?		
Disponibilidad de termocupla?		
Estado de termocupla?		
Disponibilidad de equipo para tomar muestras		
Disponibilidad de boletas de muestreo?		
Conocimiento de la fórmula de trabajo?		

1.2 Agregados

Item	Revisión	
	Satisfactorio	No satisfactorio
Recipientes limpios y secos para depositar la muestra?		
Disponibilidad de equipo para tomar muestras?		
Disponibilidad de boletas de muestreo?		
Conocimiento de la granulometría de la mezcla?		

1.3 Equipo de extracción

Item	Revisión	
	Satisfactorio	No satisfactorio
Recipientes adecuados, limpios y secos para depositar la muestra?		
Disponibilidad de equipo adecuado para extraer la muestra?		
Conocimiento de la temperatura y de la fluidez del asfalto?		

2) Realización del muestreo.

2.1 De mezcla asfáltica

Item	Revisión	
	Satisfactorio	No satisfactorio
Dominio del plan de muestreo que debe ejecutar?		
Divide la superficie de la vagoneta en seis segmentos de igual área?		
Selecciona tres segmentos de manera aleatoria?		
En cada punto seleccionado, elimina al menos 10 cm de mezcla asfáltica de la superficie exterior?		
Toma un tercio de la muestra en cada segmento seleccionado?		
Evita perder material.?		
Evita lanzarlo desde más de 50 cm de altura?		
Llena boletas de muestreo, indicando todos los detalles de la mezcla: temperatura, fórmula de trabajo, destino, etc.?		
Identifica las muestras de acuerdo con la numeración de la bitácora de muestreo?		
Cierra correctamente el recipiente que contiene la mezcla?		
Coloca las muestras en un sitio seguro, limpio, seco y libre de contaminación.		

2.2 Del agregado

Item	Revisión	
	Satisfactorio	No satisfactorio
Dominio del plan de muestreo que debe ejecutar?		
Toma tres puntos diferentes de cada apilamiento o de la banda transportadora?		
Elimina los primeros 15 cm de la superficie en el caso de los apilamientos.		
Toma un tercio de la muestra en cada segmento seleccionado?		
Evita lanzar el material?		
Llena la boleta correctamente?		
Identifica las muestras de acuerdo con la numeración de la bitácora de muestro?		
Cierra correctamente el recipiente que contiene el agregado?		
Coloca las muestras en un sitio seguro limpio, seco y libre de contaminación.		

2.2 Del asfalto

Item	Revisión	
	Satisfactorio	No satisfactorio
Dominio del plan de muestreo que debe ejecutar?		
Toma la muestra en el punto adecuado?		
Evita que se le derrame el asfalto?		
Llena la boleta correctamente?		
Identifica las muestras de acuerdo con la numeración de la bitácora de muestro?		
Cierra correctamente el recipiente que contiene el asfalto?		
Coloca las muestras en un sitio seguro, limpio, seco y libre de contaminación.		

III - LIMITACIONES EN PLANTA PARA TOMA DE MUESTRAS

IV - COMENTARIOS Y OBSERVACIONES

 Firma del Ingeniero Supervisor

 Firma del Inspector

7. Informe diario de plantas

INFORME DIARIO

NOMBRE DE LA PLANTA: _____ UBICACIÓN: _____ Producción total: _____

NOMBRE DEL INSPECTOR: _____ CEDULA: _____

HORA DE INICIO DE OPERACION DE PLANTA: _____ HORA DE FINALIZACION DE OPERACION DE PLANTA: _____ FECHA: _____

CONTROL SOBRE LA PRODUCCION MEZCLA ASFALTICA **TOTAL DE PRODUCCION** TON

1. CONTROL DIARIO DE LOS MATERIALES

TIPO DE APILAMIENTO, TIPO DE ASFALTO	PROCEDENCIA EXACTA	% DOSIFICACION
1		
2		
3		
4		
CEMENTO ASFALTICO - AC		

2. CONTROL DIARIO DE LA GRANULOMETRIA DE LAS FUENTES DE AGREGADOS

TAMAÑO AGREGADO	PORCENTAJE PASANDO								
	19 mm	12.7 mm	9.5 mm	No 4	No 8	No 16	No 30	No 50	No 200
Tolerancia	100								

3. CONTROL DIARIO DE LA HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

TIPO DE APILAMIENTO	HORA	1	2	3	4	5	6	7		
		% w								
	% w									
HORAS DE LLUVIA		1	2	3	4	5	6	7		
	Intensa	<input type="checkbox"/>								
	Media	<input type="checkbox"/>								
	Llovizna	<input type="checkbox"/>								

4. CONTROL DIARIO SOBRE LOS APILAMIENTOS

TIPO APILAMIENTO	ALTURA (m)	FORMA	SEGREGACION	PROTECCION	CONTAMINACION
		<input type="checkbox"/> CONICA <input type="checkbox"/> CAMELLON	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
TIPO APILAMIENTO	ALTURA (m)	FORMA	SEGREGACION	PROTECCION	CONTAMINACION
		<input type="checkbox"/> CONICA <input type="checkbox"/> CAMELLON	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
TIPO APILAMIENTO	ALTURA (m)	FORMA	SEGREGACION	PROTECCION	CONTAMINACION
		<input type="checkbox"/> CONICA <input type="checkbox"/> CAMELLON	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO

NOTA: si el apilamiento está segregado y/o contaminado, no puede aceptarse mezcla producida en esta (s) condición (es).

5. CONTROL DIARIO SOBRE EL CEMENTO ASFALTICO

TIPO DE ASFALTO	TOTAL CONSUMIDO	No. de cisternas que ingresaron	ORIGEN	No DE LOTE
FECHA DE ARRIVO A LA PLANTA	TEMPERATURAS RECOMENDADAS DE MEZCLADO DE LA MEZCLA ASFALTICA		TEMPERATURA MAXIMA MEZCLADO	TEMPERATURA MINIMA MEZCLADO
	°C	°C	°C	°C

6. CONTROL DIARIO DE LOS MUESTREOS

Muestra No	Código	Material	Muestreado por	Lab. Destino	Proyecto-Destino
1					
2					
3					
4					

1. Los muestreos del Contratista deben realizarse en correspondencia con el plan de muestreo aleatorio.

7. PROBLEMAS DETECTADOS EN LA MEZCLA POR INSPECCION VISUAL

HORA	DETALLE	ACCIONES TOMADAS	INICIO DE INSPECCION:
			<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>
			FIN DE INSPECCION:

4. Instructivo para el inspector de planta

4.1 Aspectos generales

Para llevar a cabo sus tareas el Inspector debe apoyarse en el siguiente instructivo. El IS podrá efectuar modificaciones a esta guía para adaptarla a situaciones específicas. Además, el IS es el profesional responsable por el desempeño del Inspector.

- Usted debe tener permanentemente informado al Ingeniero Supervisor (IS) de lo que sucede en la planta.
- Si detecta algún problema, repórtelo de inmediato al IS.
- Si tiene alguna duda, consulte de inmediato al IS.
- Asegúrese de contar con toda la documentación que necesita para ejercer su labor.

4.2 Seguridad

- Identifique las áreas de trabajo que representan algún peligro para los trabajadores o para la planta misma y repórtelo al Ingeniero Supervisor.
- Asegúrese de que la manipulación y almacenamiento del combustible se hace de forma segura. Específicamente revise la temperatura del combustible.
- Verifique que los trabajadores y usted utilicen el equipo de protección adecuado.
- Verifique que las maniobras en los patios no pongan en peligro a los trabajadores.
- Verifique que el ingreso del personal ajeno a la planta esté debidamente controlado.

4.3 Inspección de la fuente de agregados

- Revise y analice con el IS el informe geológico de la fuente de agregados para conocer y poder reconocer sus características básicas.
- Inspeccione las fuentes de donde se toman los materiales para el quebrador.
- Verifique que los materiales conserven siempre las mismas características (peso, porosidad, color, estratigrafía, etc). Esta inspección se debe hacer con frecuencia, en conjunto con el IS y se debe comentar con detalle todo lo que se observe. Se debe identificar cualquier problema que se presente para plantear su solución.
- Inspeccione el equipo de trituración y reporte, cualquier problema o deficiencia que observe.
- Inspeccione el equipo y el proceso de lavado de los agregados. Cualquier situación irregular comuníquela al IS.
- Anote todos los tiempos en que se detuvo el trabajo del quebrador, e indique las causas.
- Inspeccione y anote cualquier ajuste que se haga al quebrador.
- Anote los trabajos de revisión o reparación que se hagan al quebrador.
- Supervise la toma de muestras y su correcta anotación en la bitácora.
- Anote la fecha y lugar de donde se toman las muestras.
- Mantenga un archivo con todos los resultados de los ensayos de laboratorio e informe de esto al Ingeniero Supervisor.
- Si hay equipo de laboratorio en el quebrador, anote cada vez que este equipo es objeto de revisión, reparación o calibración.

4.4 Inspección de la planta de producción de mezcla

4.4.1 Los agregados

- Lleve el control de las fuentes de donde provienen los agregados.
- Lleve el control permanente del procedimiento que se utiliza para incorporar los agregados a los apilamientos (construcción de apilamientos).
- Lleve el control permanente del lugar de donde se toman los agregados para incorporarlos a las tolvas.
- Anote el lugar exacto de donde se toman las muestras de los agregados.
- Revise siempre la condición en que se encuentran las tolvas. El flujo de agregados debe ser continuo y sin segregación.
- Supervise la toma de muestras y asegúrese de que se llena la bitácora de muestreo correctamente.
- Lleve un archivo actualizado con los datos de laboratorio de planta de los agregados. Apóyese en el IS para manejo de esta información.
- Asegúrese de que el muestreo para determinar la granulometría y el contenido de agua de los agregados corresponde con el material que efectivamente se está incorporando al proceso de producción.

4.4.2 El asfalto

- Cada vez que se incorpora asfalto a la planta, adquiera una copia del certificado de calidad.
- Verifique a qué temperatura llega el asfalto a la planta.
- Revise la temperatura de mezclado que se especifica para el asfalto que ingresa a la planta y compárela con la del asfalto que existe en el tanque. Si hay diferencias, repórtelo de inmediato al IS.
- Verifique el tipo de asfalto que está ingresando, (AC-20, AC-30,...) y compárelo con el que está en el tanque. Si hay diferencias, repórtelo de inmediato al IS.

- Controle la velocidad de calentamiento del asfalto en la planta.

4.4.3 El combustible

- Verifique el tipo de combustible que ingresa a la planta. Compruebe que sea del mismo tipo de combustible que se está usando. Cualquier cambio que detecte repórtelo de inmediato al IS.

4.4.4 La fórmula de trabajo

- Usted debe conocer con todo detalle la fórmula de trabajo, incluidas las dosificaciones de los componentes de la mezcla (agregado, asfalto, aditivos), la fuente de agregados para la cual es válido el diseño de mezcla y las tolerancias granulométricas.
- Debe conocer el procedimiento que se usa para ajustar el diseño de mezcla a la fórmula de trabajo e informar permanentemente al IS sobre los ajustes que se realizan.
- Debe conocer respecto a los cambios de humedad en los agregados por efecto de la lluvia, y su efecto sobre el secado, tiempo de mezclado y contenido de agua de la mezcla que se produce.
- Mantenga un archivo ordenado, con toda la información que usted maneja.

4.4.5 Del centro de control

- Revise la operación rutinaria del centro de control de la planta.
- Verifique los controles de dosificación y temperatura, así como el procedimiento de pesaje y confección de recibos.
- Cualquier cambio o anomalía debe reportarlo de inmediato al IS.

4.4.6 El quemador y el mezclador

- Debe estar atento desde el inicio de la operación de la planta, respecto a la puesta a punto del quemador y del proceso de mezclado.
- Debe constatar la temperatura y la apariencia de la primera descarga que usted da por aceptada, y en lo sucesivo mantener bajo supervisión este proceso.
- Verifique que las temperaturas del ligante, del agregado y de la mezcla son correctas.
- Asegúrese de que el sistema de retorno de finos funciona correctamente.
- Mantenga vigilancia sobre los gases que emite la planta, comente este asunto con el IS. Cualquier cambio que detecte debe reportarlo de inmediato.
- Mantenga conocimiento preciso de los tiempos de mezclado y del manejo del quemador en relación con la humedad de los agregados.

4.4.7 Almacenamiento y carga de vagonetas.

- Usted debe conocer el tiempo de almacenamiento y la temperatura de la mezcla. Debe mantener informado al IS sobre este asunto.
- El IS y el Inspector debe conocer cómo afecta el tiempo y la temperatura de almacenamiento el asfalto efectivo de la mezcla.
- Revise que la vagoneta tenga las condiciones necesarias para transportar la mezcla: limpieza, cobertor, tipo de góndola, etc.
- Usted debe contar con un lugar debidamente acondicionado para revisar las góndolas, el proceso de llenado y para el muestreo de la mezcla en las vagonetas.
- El sitio de carga debe estar cubierto de la lluvia, con espacio suficiente para colocar las lonas a las góndolas.

4.4.8 Despacho de la mezcla

- Lleve un control del tiempo de almacenamiento de la mezcla que se despacha.
- Cerciórese de la temperatura de despacho de la mezcla y anótela. Si desconoce la temperatura de la mezcla NO invente el dato.
- Evalúe visualmente la mezcla que despacha. Si autoriza su salida es porque usted está conforme con la apariencia de la mezcla. Si tiene dudas al respecto comuníquese con el IS.
- Cerciórese del peso de la mezcla, si no está seguro del peso de la mezcla, no puede indicarlo en el recibo de despacho de mezcla.
- Llene correctamente el formulario de envío de mezcla. Con su firma en este documento usted asegura que toda la información que ahí se incluye es cierta.

4.4.9 Laboratorio de planta

- Usted debe conocer el procedimiento que usa el Contratista, para definir dónde y cuándo tomar muestras. Coordine con el IS sobre este asunto para que se asegure de que el procedimiento de muestreo está suficientemente claro.
- Supervise la toma de muestras y verifique que la bitácora de muestreo tenga la información correcta.
- Tome nota del lugar de donde se toman las muestras y del procedimiento que utiliza el laboratorista para realizar este trabajo de muestreo.
- Revise que todas las muestras sean procesadas y que los datos se incorporan correctamente en los archivos. Coordine al respecto con el IS.
- Mantenga usted un archivo actualizado con todos los datos de los ensayos de laboratorio. Apóyese en el IS para tener un archivo ordenado y actualizado.
- Mantenga estrecha coordinación con el IS sobre toda la información del laboratorio.
- Si los resultados de laboratorio dan diferente a lo esperado, de inmediato informe al IS.

- Cualquier avería o desperfecto que se presente en el equipo de laboratorio, anótelos y comuníquelo de inmediato al IS.
- Anote el tiempo y tipo de ensayos que no se pueden realizar por desperfectos en el equipo, por ausencia del experimentador o por otras razones.

4.4.10 De la calibración de la planta y el equipo de laboratorio

- Lleve un registro detallado de las calibraciones de la planta (sistemas de pesaje, indicadores de temperatura, manómetros, etc). Debe registrar la siguiente información:
 - Fecha de revisión o calibración
 - Compañía que hizo el trabajo
 - Profesional responsable por ejecutarlo
 - Equipos que revisó y calibró
 - Si tiene problemas para obtener esta información repórtelo al IS
 - Verifique si se indica cuándo le corresponde a cada equipo la próxima calibración.

4.4.11 Del mantenimiento y la limpieza de la planta

- Anote diariamente cualquier desperfecto de la planta que se suscite.
- Reporte y anote cualquier desperfecto que usted detecte.
- Anote el tipo de avería que se presenta, las consecuencias para el proceso de producción, el tiempo que la planta salió de producción como consecuencia de la avería, el efecto de la averías en la calidad de las mezclas, etc.
- Informe de inmediato al IS cada vez que se interrumpe el proceso de producción.
- Lleve un registro del mantenimiento que recibe la planta

4.4.12 Aspectos ambientales

Manténgase alerta sobre problemas ambientales como los siguientes:

- Derrame de hidrocarburos (incluido el asfalto)
- Nivel de ruido (diurno y nocturno)
- Emisiones de gas o de polvo
- Descarga de lodos
- Disposición de mezcla no aceptada u otro tipo de residuos.
- Otros

4.4.13 Aspectos administrativos

Mantenga estrecha coordinación con el IS sobre todos estos asuntos relacionados con la inspección de la planta.

- Usted debe tener una lista completa de todo el personal que labora en la planta. Debe conocer también el orden jerárquico de los funcionarios.
- Anote todos los días la hora de inicio y término de labores de la planta. Indique los periodos de interrupción y su causa.
- Anote el tiempo que laboró el laboratorio y los funcionarios que realizaron los distintos trabajos (muestreo, ejecución de ensayos, archivos de datos, etc)
- Anote su hora de entrada y de salida de la planta.
- Anote cualquier instrucción relevante que el profesional responsable de la planta comunique a los operarios o al laboratorista.
- Todas las instrucciones o consultas que el IS o el Inspector emitan deben registrarse formalmente en un memorando.

4.4.14 Otros

- Presente sugerencias e inquietudes al IS
- Mantenga una relación profesional, de alto nivel ético con el Contratista.