

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO RUTINARIO**

**CONVENIO MOPT – LANAMME (U.C.R.)**

**CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD**

**CONDICION NECESARIA PARA ENFRENTAR LA TAREA DE  
RECONSTRUIR NUESTRA RED VIAL**

**MISION: PROFESIONALISMO Y DISCIPLINA DE TRABAJO PARA  
ASEGURAR LA CALIDAD DE LAS OBRAS**

**REUNION CON CONTRATISTAS**

**28 DE OCTUBRE DE 1998**

# CONTROL DE LA MEZCLA ASFALTICA

## A. EN LA PLANTA

Explotación de la fuente de agregados	<ul style="list-style-type: none"><li>• Geotecnia de la fuente</li><li>• Manejo y control de quebradores</li><li>• Granulometría y forma de partículas</li><li>• Uniformidad</li></ul>
Manejo de apilamientos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Forma de apilamientos</li><li>• Humedad</li><li>• Acarreo a las tolvas</li><li>• Uniformidad</li></ul>
Tolvas al quemador	<ul style="list-style-type: none"><li>• Granulometría</li><li>• Humedad</li></ul>
Quemador	<ul style="list-style-type: none"><li>• Calibración del quemador / calidad del combustible</li><li>• Temperaturas</li><li>• Retorno de polvo</li><li>• Dosificación de asfaltos</li></ul>
Planta	<ul style="list-style-type: none"><li>• Control permanente</li><li>• <b>Certificación</b> de todos los componentes</li><li>• Qué se entiende por certificación ?</li></ul>
Asfalto	<ul style="list-style-type: none"><li>• Transporte</li><li>• Contaminación</li><li>• Almacenamiento</li><li>• Calentamiento</li><li>• Dosificación</li></ul>
Seguridad en la planta	<ul style="list-style-type: none"><li>• Seguridad a funcionarios y equipos</li></ul>
Emisiones	<ul style="list-style-type: none"><li>• Contaminación</li></ul>

## B. En la obra

Despacho	<ul style="list-style-type: none"><li>• Temperatura</li><li>• Peso</li><li>• Estado de la vagoneta</li><li>• Protección (lona)</li></ul>
Transporte	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tiempo</li><li>• Clima</li></ul>
Colocación	<ul style="list-style-type: none"><li>• Clima</li><li>• Temperatura</li><li>• Condición de la superficie o bache</li><li>• Control de espesores</li><li>• Homogenización</li><li>• Compactación</li><li>• Acabado</li><li>• Apertura al tránsito</li></ul>
Seguridad Vial	<ul style="list-style-type: none"><li>• Protección a los usuarios</li><li>• Protección a los trabajadores</li><li>• Protección a la maquinaria</li></ul>
Elementos de la seguridad	<ul style="list-style-type: none"><li>• En la zona de trabajo</li><li>• Después de la jornada de trabajo: Zanjas, baches, bordes, escombros, materiales, maquinaria</li></ul>

## **AUTO-CONTROL EFICIENTE**

- Garantía de uniformidad.
- Da seguridad y certeza al suplidor (constructor de la obra) de la calidad del trabajo que realiza.
- Genera los informes (certificados de calidad) donde se **DEMUESTRA FEHACIENTEMENTE** los niveles de calidad del producto o del trabajo ejecutado en un período.
- El nivel de calidad del trabajo ejecutado permite asociar calidad con precio.
- El seguimiento del auto-control es útil para hacer ajustes en el proceso.
- Auto-control = Responsabilidad profesional.

# *Programa de Mantenimiento Rutinario de Carreteras P.M.R.*

- Misión del programa:  
“Disciplina de trabajo para asegurar la calidad en las obras públicas”
- Se requieren empresas constructoras de alta disciplina de trabajo y con la misión de hacer un proyecto de calidad asegurada.
- Debe haber capacitación permanente de técnicos y profesionales y respeto técnico a los códigos y documentos de contratación.

## *Objetivos y etapas del P.M.R.*

- Ejecutar acciones de mantenimiento rutinario en las carreteras nacionales (limpieza de cunetas y drenajes, chapea, sellos, bacheo menor y mayor).
- I Etapa: 120 días de labor intensa para eliminar los defectos mayores. (más brigadas)
- II Etapa: 240 días de labor menos intensa para mantener lo logrado en la primera etapa y corregir otros defectos. (una brigada)
- Se requiere buena colaboración entre ingenieros de la empresa y del MOPT. Próximamente se contrataría a las empresas por mayor plazo (3-5 años).

## *Marco Legal del P.M.R.*

- Ley y Reglamento de la Contratación Administrativa (garantía de cumplimiento y garantía de durabilidad-calidad).
- Reglamento de dispositivos de protección de obras (seguridad vial, MOPT).
- Reglamento de Seguridad en Construcciones.
- Código de Especificaciones CR-77.
- Manual de Construcción MC-83.
- Criterio técnico del ingeniero de proyecto.
- Contenido del cartel, contrato y MNP-MOPT.

## **ESQUEMA GENERAL DEL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN EL PMR: PAPEL DEL CONTRATISTA.**

### **OBJETIVOS:**

- **Calidad y uniformidad de los materiales a utilizar.**
- **Calidad y seguridad de los procedimientos constructivos.**
- **Calidad de los equipos de producción y construcción.**
- **Calidad y eficiencia en la administración y control de obras.**

### **PROCEDIMIENTO GENERAL:**

1. **Presentación de diseño de mezcla de acuerdo con la normativa contractual. Incluir la verificación de propiedades del agregado de diseño y la evaluación detallada de las condiciones de la mezcla asfáltica.**
2. **Autocontrol de calidad: seguimiento histórico de parámetros de calidad del agregado y la mezcla asfáltica, calibración y verificación de equipos y procesos.**
3. **Presentación de informes de control de calidad: parámetros de control, revisión / actualización del diseño de mezcla.**

**4. Cambio de diseño de mezcla cuando cambien las fuentes de agregado y/o tipo de ligante asfáltico.**

**5. Realización de tramos de prueba en el sitio de las obras.**

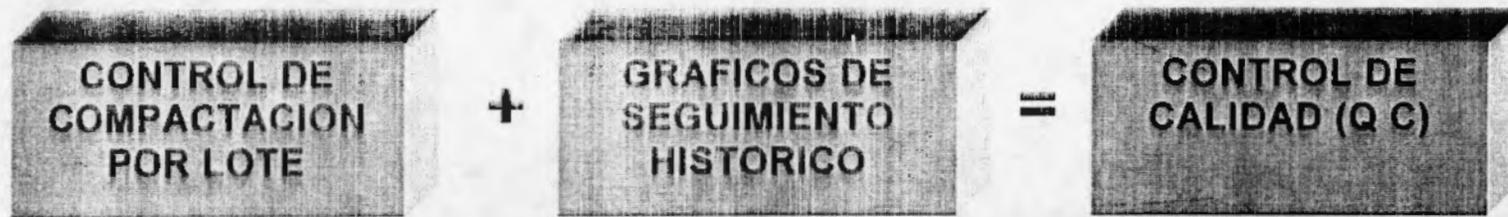
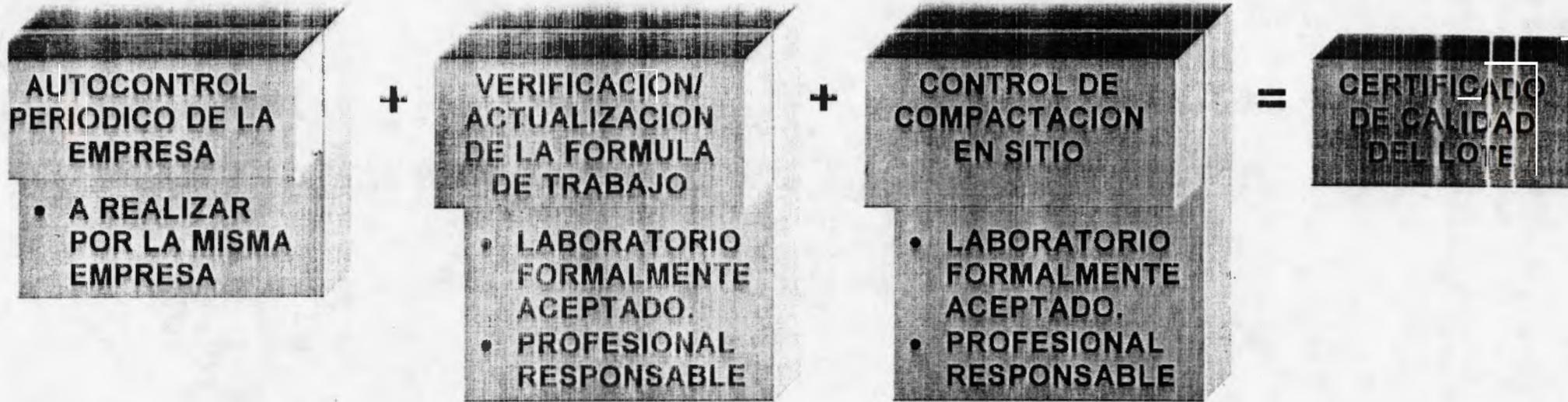
**ELEMENTOS EXTERNOS:**

- **Verificación de muestreos: bitácora en planta y sitio.**
- **Verificación de parámetros de calidad.**
- **Verificación de procesos: dosificación, temperaturas y compactación.**
- **Uniformidad de los ligantes asfálticos.**

**ELEMENTOS CLAVE:**

- **Concepto de diseño de mezcla.**
- **Autocontrol orientado a beneficiar al mismo contratista.**
- **Apego a las especificaciones técnicas.**

# ESQUEMA DE ACEPTACION DE LA CALIDAD



# **INFORME DE DISEÑO DE MEZCLA: RESUMEN DE CONTENIDO**

## **I - INFORMACION GENERAL**

- INFORME PROFESIONAL CON RESPONSABLES DEFINIDOS Y APLICACIÓN DEFINIDA.
- CANTIDADES DE MATERIALES DISPONIBLES (AGREGADOS Y LIGANTES).
- GENERALIDADES SOBRE EL SITIO Y PROCEDIMIENTO DE MUESTREO.
- CERTIFICACION DEL FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA.

## **II - CARACTERISTICAS DEL LIGANTE ASFALTICO**

- CERTIFICADO DE CALIDAD
- TEMPERATURAS DE MEZCLADO Y COMPACTACION UTILIZADAS EN EL DISEÑO

## **III - CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS DE APILAMIENTO**

- TIPOS DE AGREGADOS Y FUENTE DE ORIGEN.
- CARACTERIZACION DE LA FUENTE: ABRASION Y PLASTICIDAD.

## **IV - PROPIEDADES ESPECIFICADAS DEL AGREGADO DE DISEÑO**

- PROPORCIONES DE CADA TIPO DE AGREGADO DE APILAMIENTO
- GRANULOMETRIA DE DISEÑO. INCLUIR TOLERANCIAS.
- PROPIEDADES DEL AGREGADO COMBINADO: GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION.
- PROPIEDADES DE LA FRACCION GRUESA DEL AGREGADO COMBINADO.
- PROPIEDADES DE LA FRACCION FINA DEL AGREGADO COMBINADO.

Nota: muestreo previo al ingreso del material en el tambor quemador.

## **V - PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFALTICA**

- CURVAS DE DISEÑO. DEBEN INDICARSE TODOS LOS PUNTOS (ANALISIS DE SENSIBILIDAD).
- CONTENIDO OPTIMO DE ASFALTO. INCLUIR TOLERANCIAS.
- PROPIEDADES PARA EL CONTENIDO OPTIMO DE ASFALTO: PARAMETROS MARSHALL. RAZON POLVO-ASFALTO, VAM, ESTABILIDAD RETENIDA Y RESISTENCIA RETENIDA.

Nota: indicar normativa utilizada y garantizar que ha habido apego a las normas de prueba.

## **GUIA PARA LA PRESENTACION DE SOLICITUDES DE REVISION DE DISEÑOS DE MEZCLA**

El reporte de diseño de mezcla es un informe profesional que, debe tener el formato y la presentación de un informe de esta naturaleza (índice, empastado, etc) y debe contener al menos los siguientes aspectos :

### INFORMACION GENERAL:

- Informe técnico debidamente editado (empastado).
- Índice de contenidos del informe.
- Nombre del laboratorio responsable.
- Fecha del informe de laboratorio.
- Profesional que certifica el informe (nombre y firma).
- Indicación del profesional responsable del contratista que remite el informe para su revisión.
- Certificación del funcionamiento de la planta.
- Se recomienda incluir el historial estadístico de la planta de los tres últimos meses (producción, desperfectos, dispersión estadística de los parámetros de calidad).
- Indicación de cada una de las fuentes de agregados y sus características geológicas, con las que se va a producir la mezcla que corresponde al diseño.
- Volumen disponible de cada fuente (en apilamiento y en la fuente).
- Ubicación exacta de cada fuente de agregados.
- Fecha de muestreo de agregados.
- Técnica de muestreo de agregados utilizada. Indicar el lugar en que se hizo el muestreo.
- Indicar si los agregados muestreados han sido lavados.
- Indicar el tipo de relleno mineral a utilizar, sus características y su forma de incorporación a la planta.
- Indicar si la producción de los agregados incluye el lavado. Indicar el método de lavado.
- Indicar la norma con que se hizo cada uno de los ensayos del informe del diseño de mezcla.

### LIGANTE ASFALTICO:

- Fecha de compra del asfalto utilizado en el diseño de mezcla.
- Cantidad de asfalto adquirida.
- Capacidad de almacenamiento de asfalto en el tanque de la planta.

- Certificado de calidad del asfalto utilizado en el diseño de mezcla.
- Indicación del emisor del certificado de calidad del asfalto utilizado en la mezcla.
- Temperatura de mezclado utilizada en el diseño de mezcla.
- Temperatura de compactación utilizada en el diseño de mezcla.

#### PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS DE APILAMIENTO:

- Proporciones en que se mezclan los agregados de apilamiento para obtener la granulometría de diseño.
- Granulometría de diseño.
- Gravedad específica y absorción del agregado de diseño (mezcla de agregados).
- Análisis de cada fuente de material ( según la sección 3.6.1.1 de las especificaciones especiales de las licitaciones del proyecto CERO HUECOS): a) para el material retenido en la malla No. 4 de cada componente indicar abrasión; b) para el material pasando la malla No. 40 de cada componente indicar el índice de plasticidad.

Nota: en caso de usarse una sola fuente, el análisis por separado de cada fuente de material puede obviarse.

#### PROPIEDADES DEL AGREGADO DE LA MEZCLA RETENIDO EN LA MALLA No. 4 (GRUESO):

- Gravedad específica.
- Absorción.
- Abrasión.
- Pérdida por sanidad.
- Índice de durabilidad.
- Porcentaje de caras fracturadas.
- Porcentaje de carbonatos solubles.

#### PROPIEDADES DEL AGREGADO DE LA MEZCLA QUE PASA LA MALLA No. 4 (FINO):

- Gravedad específica.
- Absorción.
- Pérdida por sanidad.
- Índice de durabilidad.
- Equivalente de arena.
- Índice de plasticidad.

**Nota:** todas las pruebas de aceptación de los agregados deben realizarse con material muestreado en los apilamientos o previo a su ingreso al quemador de la planta. No es válido utilizar agregado pasando por el quemador.

### **PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFALTICA:**

#### **Disposiciones generales:**

Debe indicarse el valor obtenido de los parámetros en cada una de las pastillas (no incluir únicamente promedios), Se debe incluir el volumen de cada una de las pastillas. Deben incluirse los gráficos de las curvas de mejor ajuste.

#### **Parámetros a indicar:**

- Densidad.
- Estabilidad.
- Flujo.
- VAM.
- Se recomienda la inclusión de VFA.
- Porcentaje de vacíos en la mezcla.
- Porcentaje óptimo de asfalto sobre peso total de agregados.
- Porcentaje óptimo de asfalto sobre peso total de mezcla.
- Razón polvo - asfalto.
- Estabilidad retenida.
- Resistencia retenida.
- RPS.
- RCS.

#### **Notas:**

- (1) El agregado a utilizar en el diseño de mezcla debe ser muestreado en el apilamiento o en la planta previo al quemador, no es válido utilizar el agregado después de pasar por el quemador de la planta.
- (2) Debe indicarse la normativa utilizada en cada prueba de calidad, tanto para los agregados, como para la mezcla asfáltica.

## PROGRAMA DE MANTENIMIENTO RUTINARIO II

### REQUISITOS PARA LA MEZCLA ASFALTICA

PARAMETRO	MINIMO	MAXIMO	TOLERANCIA (+)	FRECUENCIA CONTROL CALIDAD
Estabilidad	700 kg	N/A	200 kg absoluto	2 por semana
Flujo	20 (1/10 mm)	40 (1/10 mm)	20 % relativo	2 por semana
Estabilidad / Flujo	200	N/A	20 % relativo	2 por semana
% asfalto	N/A	N/A	0.5 % absoluto	1 por semana
% agregado grueso	Curva B mod.	Curva B mod.	5.0 % absoluto	1 por día (tolvas)
% agregado fino	Curva B mod.	Curva B mod.	4.0 % absoluto	1 por día (bache seco)
% polvo mineral	Curva B mod.	Curva B mod.	2.0 % absoluto	1 por semana (extracción)
Polvo / asfalto	0.6	1.3	20 % relativo	1 por semana
% vacíos Marshall	3.0 %	5.0 %	0.5 % absoluto	2 por semana
% VMA	13.0 %	N/A		2 por semana
% VFA	65.0 %	78.0 %		2 por semana
Resistencia a la compresión uniaxial	2.1 MPa	N/A	20 % relativo	3 por mes
Resistencia a la comp. uniaxial retenida	75	N/A	20 % relativo	3 por mes
Estabilidad retenida	75	N/A	20 % relativo	3 por mes
Compactación en sitio	96 % del óptimo Marshall	Tal que el contenido de vacíos no sea inferior a 3.0 %		2 núcleos por día o 5 densidades nucleares por día (1 núcleo cada 25 densidades).

#### ADEMAS:

- Control de temperatura en cada vagoneta.
- Registro de temperaturas de mezcla en la planta.
- Baches de prueba.
- Granulometría de polvo mineral (1 cada 50 metros cúbicos).
- Presentar certificados de calidad del asfalto, emulsión y combustible del quemador.

## PROGRAMA DE MANTENIMIENTO RUTINARIO II

### REQUISITOS PARA EL AGREGADO DE DISEÑO

PARAMETRO	ESPECS. GRUESOS	ESPECS. FINOS	ESPECS. RELLENO MINERAL
Abrasión	40 % máximo	40 % máximo	N/A
Sanidad	12 % máximo	12 % máximo	N/A
Durabilidad	35 mínimo	35 mínimo	N/A
Caras fracturadas	75 % mínimo	N/A	N/A
Residuo insoluble en prueba de carbonatos	25 % mínimo	N/A	N/A
Equivalente de arena	N/A	55 mínimo	N/A
Indice de plasticidad	N/A	6 % máximo	4 % máximo
Otras restricciones		15 % o menos de arena natural, excepto arena de mar, no materia orgánica, ni sustancias deletéreas	El sistema de "bag house" debe funcionar uniformemente. Todo aditivo no líquido se incluye en razón polvo / asfalto.

#### REQUISITOS DE CONTROL DE CALIDAD (AUTO-CONTROL):

- Se deberá aportar un certificado mensual (laboratorio encargado).
- Equivalente de arena e índice de plasticidad se realizarán dos veces por semana (planta).

#### PROPUESTA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD:

- Analisis cada cuatro meses (LANAMME).

## REQUISITOS PARA CAPAS SELLADORAS

### PROPORCIONES DE AGREGADO Y BITUMEN

- TS-1 → 1.0 l/m<sup>2</sup> de emulsión asfáltica tipo CRS-1  
6.0 kg/m<sup>2</sup> de agregado con graduación tipo 2
- TS-2 → 1.0 l/m<sup>2</sup> de emulsión asfáltica tipo CRS-1  
6.0 kg/m<sup>2</sup> de agregado con graduación tipo 2  
1.7 l/m<sup>2</sup> de emulsión asfáltica tipo CRS-1  
22.0 kg/m<sup>2</sup> de agregado con graduación tipo B

### ESPECIFICACIONES DE GRANULOMETRIA

MALLA	TIPO 2	TIPO B
Malla de 12.5 mm		100 %
Malla de 9.5 mm	100 %	85-100 %
Malla No. 4	85-100 %	10-30 %
Malla No. 8	60-100 %	0-10 %
Malla No. 100	0 - 10 %	-----
Malla No. 200	0 - 1 %	0 - 1 %

### ESPECIFICACIONES PARA EL AGREGADO DE CAPAS SELLADORAS

PRUEBA	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
Abrasión	35 % máximo	
Sanidad	12 % máximo	
Recubrimiento	95 % mínimo	
Caras fracturadas	75 % mínimo	
Límite líquido		25 % máximo
Índice plástico		6 % máximo
Equivalente de arena		55 % mínimo
Densidad de agregados	1100 kg/m <sup>3</sup> (combinado)	1100 kg/m <sup>3</sup> (combinado)

- RIGEN LAS ESPECIFICACIONES DE LA SECCION 409 DEL CR-77

## **INFORME DE AUTO CONTROL**

### **Informe de control de calidad del contratista.**

Seguimiento permanente de las propiedades de los materiales que el contratista utiliza o compra para el proyecto.

Interesan dos aspectos fundamentales:

- **CUMPLIMIENTO DE ESPECIFICACIONES Y TOLERANCIA.**

Se refiere al cumplimiento de la normativa vigente en cuanto a la materia prima utilizada, la mezcla asfáltica producida y la calidad de los procedimientos constructivos.

La tolerancia se refiere a la variabilidad a partir del valor de diseño. Representa simultáneamente el nivel de cumplimiento del diseño de mezcla y el nivel de variabilidad de la producción.

- **UNIFORMIDAD.**

Representa el grado de homogeneidad en el desempeño de la mezcla asfáltica. Es función de la homogeneidad en la materia prima (agregado, asfalto, combustible del quemador), la homogeneidad del proceso constructivo y la homogeneidad en las operaciones de colocación y construcción.

Conforme menor variabilidad en la producción haya, hay mayor garantía del buen desempeño de la mezcla asfáltica.

Además, si se ha cumplido el diseño de mezcla y la producción es uniforme, el porcentaje de cumplimiento de tolerancias y especificaciones será elevado.

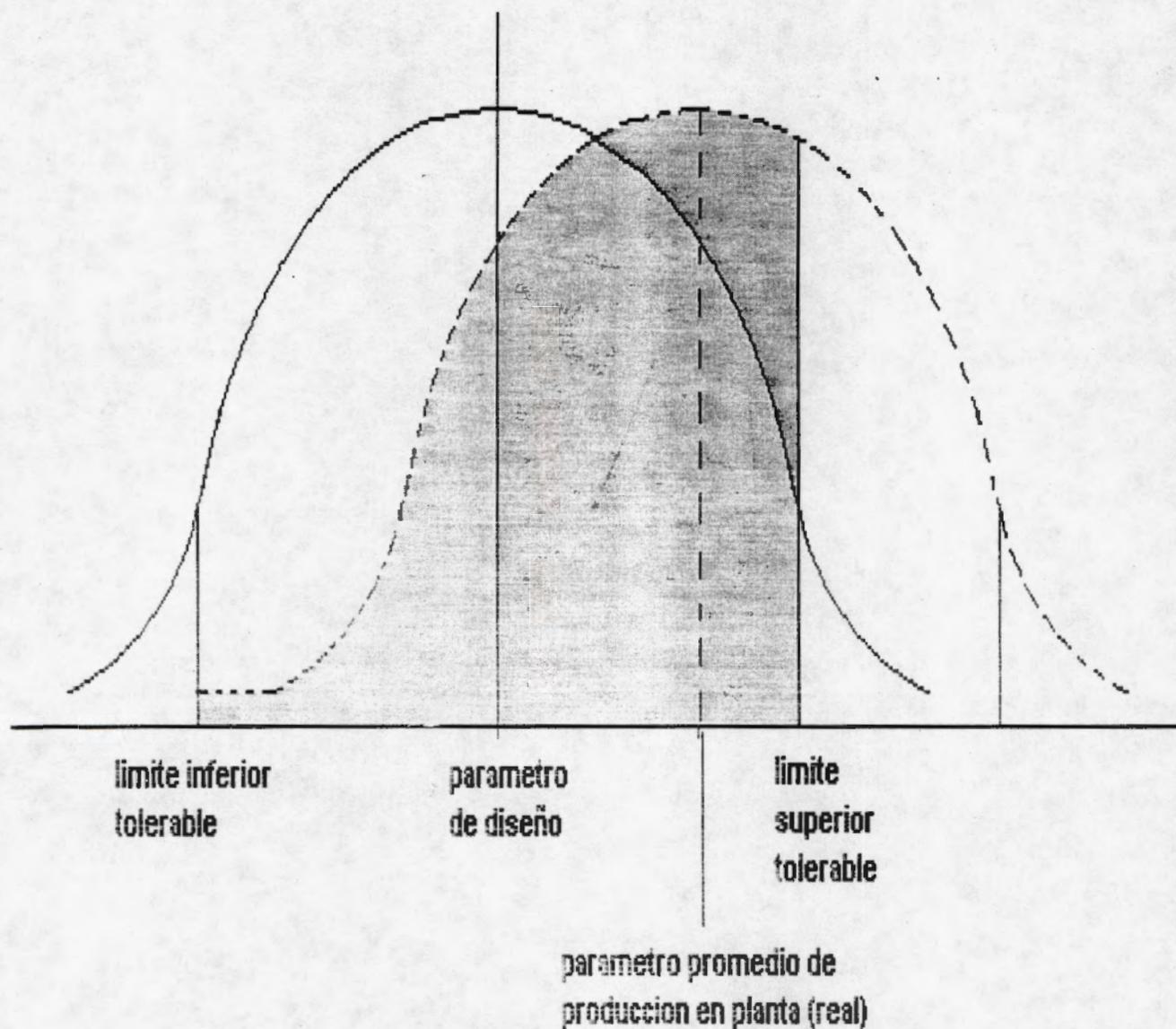
**EN RESUMEN: garantizar el cumplimiento del diseño de mezcla, con un grado de variabilidad mínimo.**

## **Contenido del informe de auto-control.**

- **Resultados de los ensayos exigidos, de acuerdo con los documentos de contratación y el código de muestreo que da validez a los resultados.**
- **Análisis de resultados respecto a valores del diseño y tolerancias de variación y especificaciones de los parámetros de control de uniformidad. Se deben indicar los casos de no cumplimiento con claridad.**
- **Análisis de resultados y cumplimiento respecto a los ensayos de aceptación de los materiales.**
- **Gráfico de seguimiento acumulado de los resultados de cada parámetro de control. Desde el inicio del proyecto a la fecha. Debe presentarse el soporte de los datos tabulados.**
- **Promedio móvil de los resultados de los parámetros de control y desviación estándar de cada uno.**
- **Comentario técnico sobre los ajustes y controles implementados durante el período anterior, para tratar de cumplir con las tolerancias.**
- **Firma del profesional responsable del informe de auto-control y la firma del Director Técnico de la obra.**
- **Certificado de cumplimiento de calibraciones de planta y condiciones de operación conforme a la normativa vigente, firmado por un profesional responsable.**

**Nota:** la no presentación parcial o total del informe de auto – control puede, a juicio de la Ingeniería de Proyecto, paralizar el trámite de facturas de estimación.

# EFFECTO DE NO ACTUALIZAR LA FORMULA DE TRABAJO



# Specification Conformity Analysis

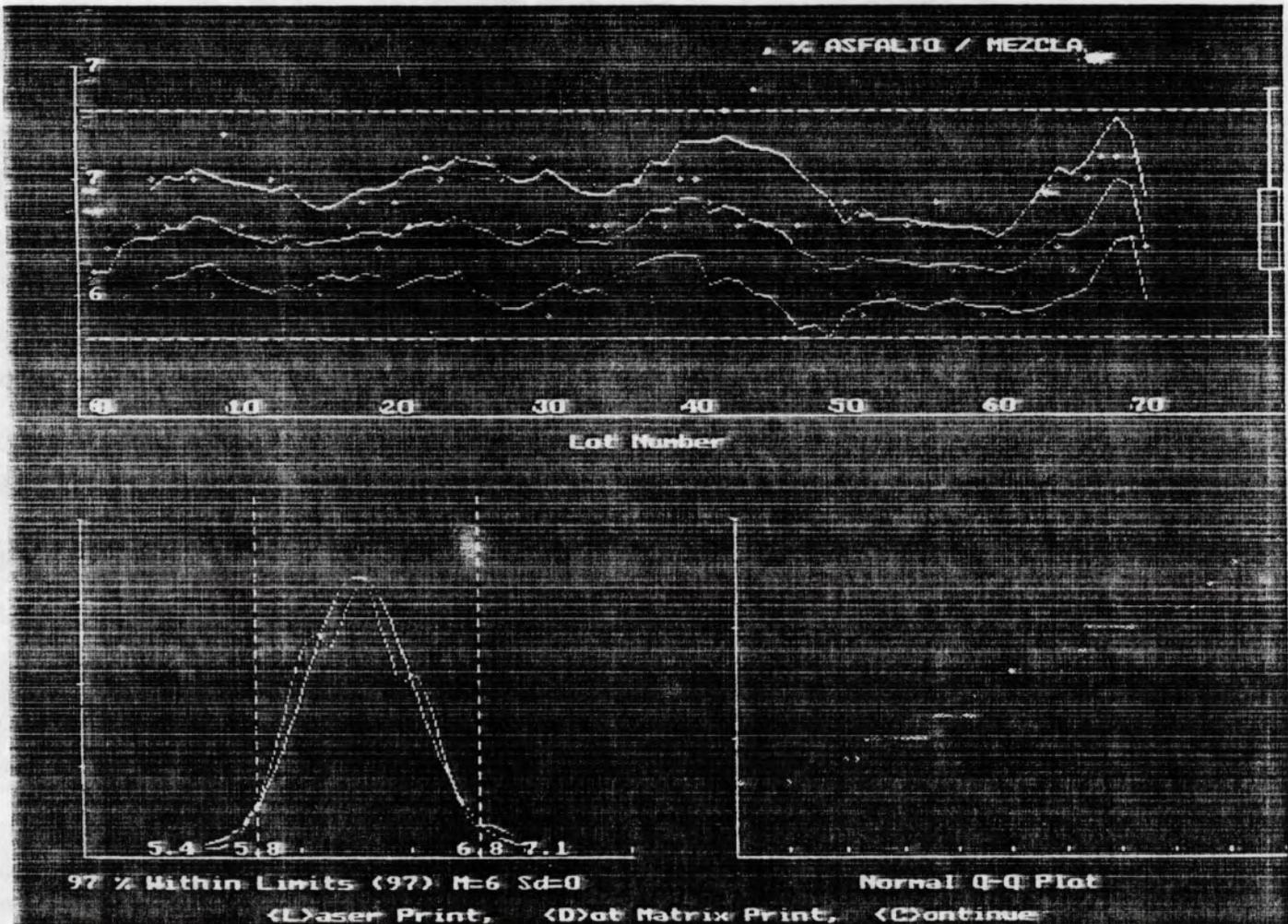
Project Number :  
Project Description :  
Project Contractor :  
Material Supplier :  
Location :  
Time Period : 02/20/98 to 03/18/98

Material Property : % ASFALTO / MEZCLA

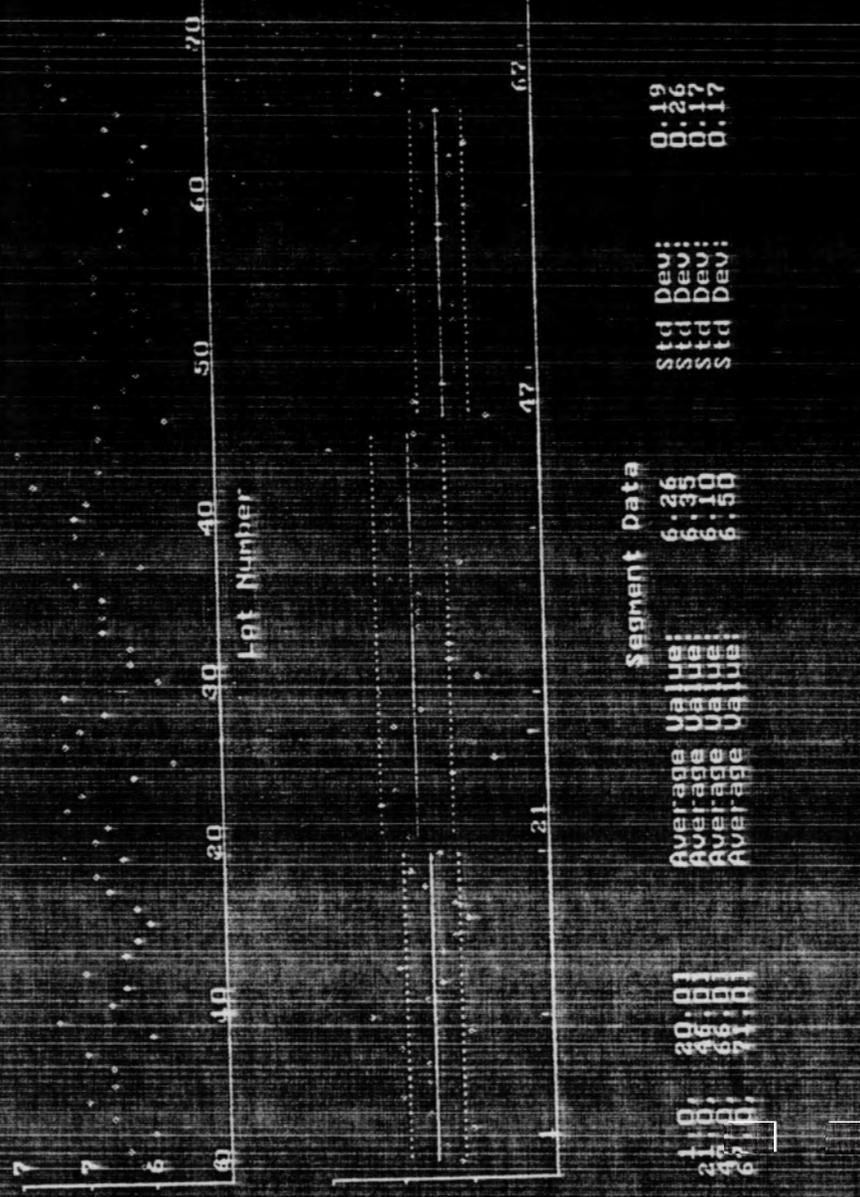
Lower Specification Limit: 5.8  
Upper Specification Limit: 6.8

Average: 6.27  
Standard Deviation: 0.24  
Number of Observations: 71

Percentage of Material Within Specification Limits: 97%



% ASFALTO / MEZCLA



Segment Data

Lot Number	Average Value	Std Dev
10	6.35	0.19
20	6.10	0.26
30	6.10	0.17
40	6.10	0.17
50	6.10	0.17
60	6.10	0.17
70	6.10	0.17

Printer Print, SP2at Matrix Print, <P>continue

# Specification Conformity Analysis

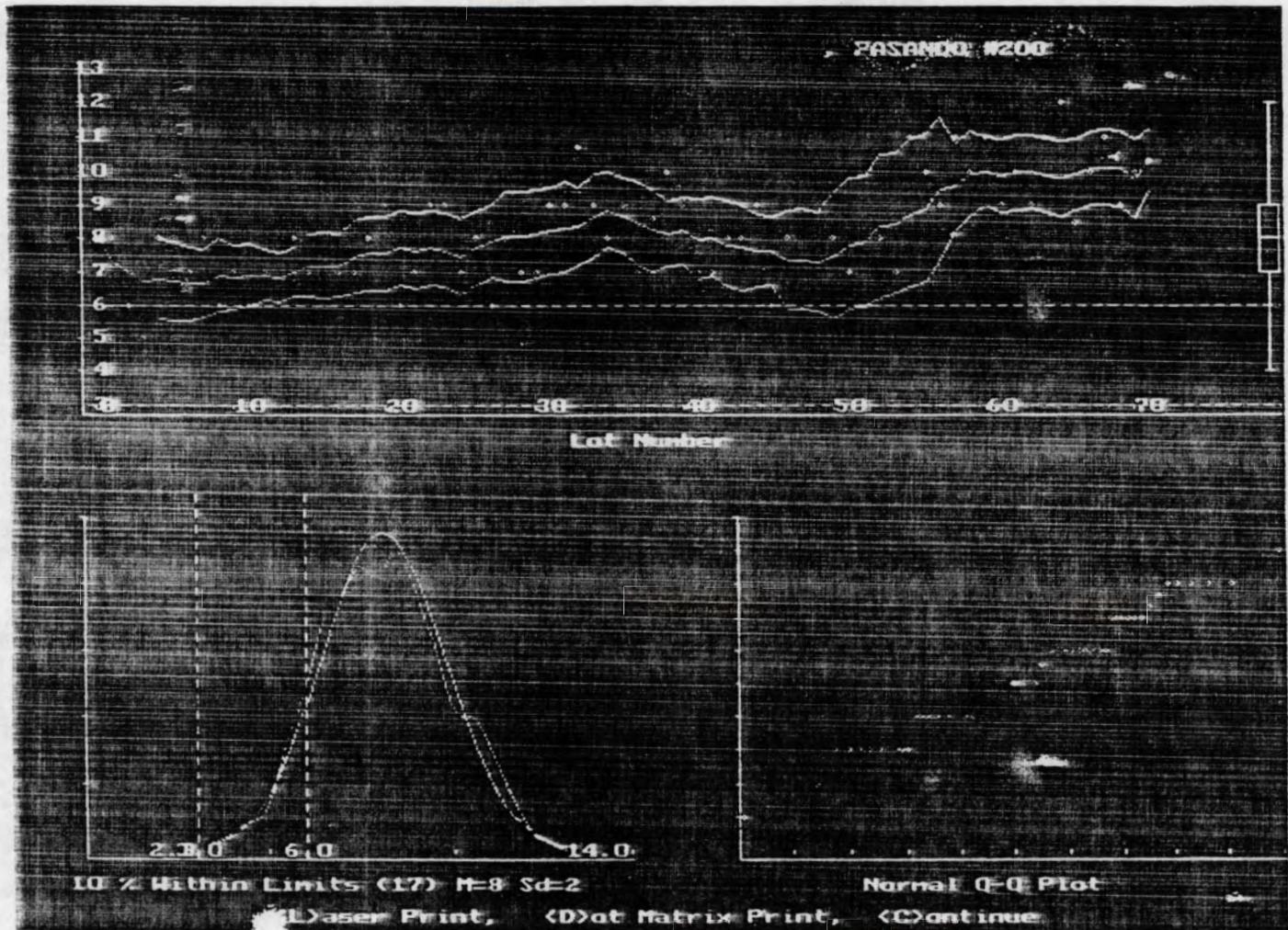
Project Number : ...  
Project Description:  
Project Contractor :  
Material Supplier :  
Location :  
Time Period : 02/20/98 to 03/18/98

Material Property : PASANDO #200

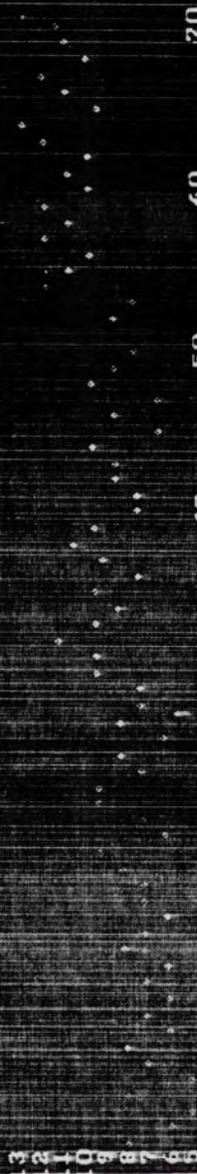
Lower Specification Limit: 3.0  
Upper Specification Limit: 6.0

Average: 8.11  
Standard Deviation: 1.67  
Number of Observations: 71

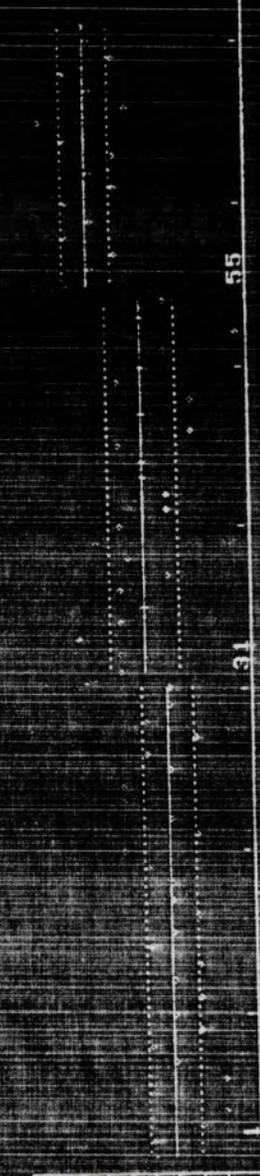
Percentage of Material Within Specification Limits: 10%



PCSONDDA #200



Lot Number



Segment Data

Segment	Average Value	Std Dev
1	2.19	1.09
2	7.19	1.44
3	10.11	0.97

Eraser Print,  $\langle \rangle$  at Matrix Print,  $\langle \rangle$  at Inue

## **BITACORAS DE MUESTREO EN PLANTA Y EN SITIO**

### **PROPOSITO:**

- Llevar un control de la cantidad de pruebas de laboratorio por planta, tanto para efectos de control de calidad como para aseguramiento de la calidad.

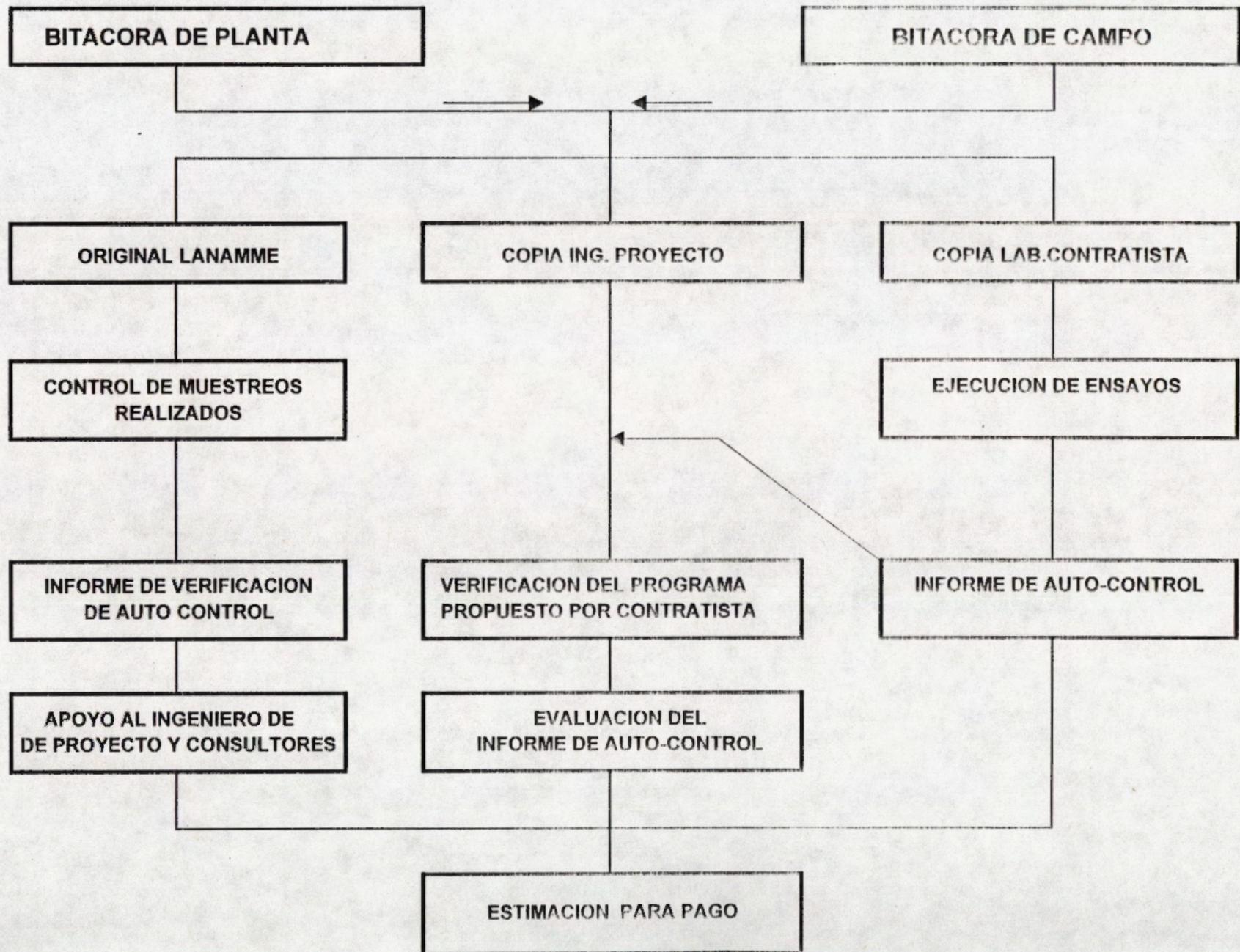
### **CARACTERISTICAS:**

- Los inspectores (planta y obras) serán los encargados de mantenerlas.
- Son documentos legales, que darán soporte a los resultados reportados.
- Establecerán claramente quienes son los responsables del muestreo y las condiciones en que fue realizado. Los responsables del muestreo firmarán, así como el inspector.
- Podrán ser consultadas por las partes interesadas.
- Representarán toda la actividad de muestreo para cada planta y para cada proyecto.
- Permiten realizar un control cruzado de la información de control de calidad.

### **APLICACIÓN PRACTICA:**

- Se requiere capacitar adecuadamente a los inspectores en las técnicas correctas de muestreo y la forma adecuada de llevar la bitácora.
- Se pueden comenzar a utilizar, a manera de plan piloto, de inmediato.
- Cuando comience la segunda etapa del PMR funcionarán en forma general.
- Se requiere conocer los comentarios y sugerencias de todos los interesados.

# FLUJOGRAMA PARA VERIFICACION DEL AUTO-CONTROL DE CALIDAD



Muestra No. \_\_\_\_\_  
 Fecha \_\_\_\_\_  
 Hora \_\_\_\_\_

**MUESTRA PARA EL INFORME DE AUTO-CONTROL  
 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO RUTINARIO  
 MEZCLA ASFALTICA**

Descripción de la muestra  
 Indicar el procedimiento que se siguió para la toma de la muestra , lugar de muestreo y condiciones climáticas

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**ENSAYOS A REALIZAR A LA MUESTRA**

**PARAMETROS MARSHALL**

Moldeo de pastillas Marshall   
 Gravedad máxima teórica   
 Contenido de vacíos / densidad de pastillas   
 Estabilidad y flujo ( estado seco )   
 Estabilidad y flujo ( estado condicionado )   
 Tensión diametral ( estado seco )   
 Tensión diametral ( estado Condicionado )   
 Otros : \_\_\_\_\_

**CONTENIDO DE ASFALTO**

Contenido de agua   
 Contenido de ceniza   
 Extracción de bitumen por reflujo   
 Extracción de bitumen por centrifuja   
 Recuperación de bitumen para análisis (inalterado)   
 Contenido de asfalto por ignición   
 Granulometría del agregado residual   
 Otros : \_\_\_\_\_

**RESISTENCIA RETENIDA**

Moldeo de pastillas para resistencia retenida   
 Contenido de vacíos   
 Resistencia a compresión ( estado seco )   
 Resistencia a compresión ( estado condicionado )   
 Otros : \_\_\_\_\_

Tipo de recipiente en que se depositó la muestra : \_\_\_\_\_ Temperatura \_\_\_\_\_ °C  
 La muestra quedó adecuadamente sellada ? SI  NO   
 Si la muestra se tomó en la vagoneta , indicar el destino : \_\_\_\_\_  
 Placa de vagoneta : \_\_\_\_\_

Responsable del muestreo \_\_\_\_\_ Firma \_\_\_\_\_  
 Entidad para la que labora \_\_\_\_\_  
 Nombre del inspector de planta \_\_\_\_\_ Firma \_\_\_\_\_  
 Nombre del ingeniero responsable del control de plantas \_\_\_\_\_ Firma \_\_\_\_\_

Observaciones : \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Muestra No. \_\_\_\_\_  
 Fecha \_\_\_\_\_  
 Hora \_\_\_\_\_

**MUESTRA PARA EL INFORME DE AUTO-CONTROL  
 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO RUTINARIO  
 CEMENTO ASFALTICO**

Descripción de la muestra  
 Indicar el procedimiento que se siguió para la toma de la muestra , lugar de muestreo y condiciones climáticas

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**ENSAYOS A REALIZAR A LA MUESTRA**

**CEMENTO ASFALTICO**

Extracción de asfalto inalterado	<input type="checkbox"/>	Densidad y peso específico 25/25 °C	<input type="checkbox"/>
Nomograma de Heukelom	<input type="checkbox"/>	Contenido de agua	<input type="checkbox"/>
Ductilidad 25 °C	<input type="checkbox"/>	Contenido de ceniza	<input type="checkbox"/>
Punto de ablandamiento	<input type="checkbox"/>	Solubilidad en tricloroetileno	<input type="checkbox"/>
Penetración ( 15 °C , 25 °C y 35 °C )	<input type="checkbox"/>	Pérdida en película delgada	<input type="checkbox"/>
Viscosidad cinemática ( 120 °C , 135 °C y 145 °C )	<input type="checkbox"/>	Penetración	<input type="checkbox"/>
Viscosidad absoluta ( 60 °C )	<input type="checkbox"/>	Ductilidad	<input type="checkbox"/>
		Viscosidad abs. 60 °C	<input type="checkbox"/>
		Viscosidad cin. 135 °C	<input type="checkbox"/>

Tipo de recipiente en que se depositó la muestra : \_\_\_\_\_

La muestra quedó adecuadamente sellada ? SI  NO

Si la muestra se tomó en cisterna , anotar placa: \_\_\_\_\_

Responsable del muestreo \_\_\_\_\_ Firma \_\_\_\_\_

Entidad para la que labora \_\_\_\_\_

Nombre del inspector de planta \_\_\_\_\_ Firma \_\_\_\_\_

Nombre del ingeniero responsable del control de plantas \_\_\_\_\_ Firma \_\_\_\_\_

Observaciones : \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Muestra No. \_\_\_\_\_  
 Fecha \_\_\_\_\_  
 Hora \_\_\_\_\_

**MUESTRA PARA EL INFORME DE AUTO-CONTROL  
 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO RUTINARIO  
 AGREGADOS**

Descripción de la muestra

Indicar el procedimiento que se siguió para la toma de la muestra , lugar de muestreo y condiciones climáticas

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**ENSAYOS A REALIZAR A LA MUESTRA**

**AGREGADO GRUESO ( PAS. MALLA No.4)**

Abrasión de los Angeles   
 Granulometría   
 Prueba de sanidad   
 Índice de durabilidad   
 Caras fracturadas   
 Carbonatos solubles   
 Peso específico y absorción   
 Otros : \_\_\_\_\_

**AGREGADO FINO**

Equivalente de arena   
 Pérdida por sanidad   
 Índice de durabilidad   
 Peso específico y absorción   
 Granulometría   
 Prueba de plasticidad   
 Otros : \_\_\_\_\_

Granulometría del material combinado ( gruesos + finos )

Tipo de recipiente en que se depositó la muestra : \_\_\_\_\_  
 La muestra quedó adecuadamente sellada ? si  no

Responsable del muestreo \_\_\_\_\_ Firma \_\_\_\_\_  
 Entidad para la que labora \_\_\_\_\_  
 Nombre del inspector de planta \_\_\_\_\_ Firma \_\_\_\_\_  
 Nombre del ingeniero responsable del control de plantas \_\_\_\_\_ Firma \_\_\_\_\_

Observaciones : \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Muestra No. \_\_\_\_\_  
 Fecha \_\_\_\_\_  
 Hora \_\_\_\_\_

**MUESTRA PARA EL INFORME DE AUTO-CONTROL  
 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO RUTINARIO  
 MEZCLA ASFALTICA**

Ubicación exacta : Ruta : \_\_\_\_\_ Sección de control : \_\_\_\_\_  
 Tramo : \_\_\_\_\_  
 Referencia : \_\_\_\_\_  
 Punto de muestreo: Vagoneta  Placa No. \_\_\_\_\_ Descarga en sitio   
 Material colocado  Carpeta  Bache

**ENSAYOS A REALIZAR A LA MUESTRA**

**PARAMETROS MARSHALL**

Moldeo de pastillas Marshall   
 Gravedad máxima teórica   
 Contenido de vacíos / densidad de pastillas   
 Estabilidad y flujo ( estado seco )   
 Estabilidad y flujo ( estado condicionado )   
 Tensión diametral ( estado seco )   
 Tensión diametral ( estado condicionado )   
 Otros : \_\_\_\_\_

**CONTENIDO DE ASFALTO**

Contenido de agua   
 Contenido de ceniza   
 Extracción de bitumen por reflujo   
 Extracción de bitumen por centrifuja   
 Recuperación de bitumen para análisis (inalterado)   
 Contenido de asfalto por ignición   
 Granulometría del agregado residual   
 Otros : \_\_\_\_\_

**RESISTENCIA RETENIDA**

Moldeo de pastillas para resistencia retenida   
 Contenido de vacíos   
 Resistencia a compresión ( estado seco )   
 Resistencia a compresión ( estado condicionado )   
 Otros : \_\_\_\_\_

Tipo de recipiente en que se depositó la muestra : \_\_\_\_\_ Temperatura \_\_\_\_\_ °C  
 La muestra quedó adecuadamente sellada ? SI  NO   
 Planta de origen : \_\_\_\_\_  
 Fecha de producción de la mezcla : \_\_\_\_\_

Responsable del muestreo \_\_\_\_\_

Firma \_\_\_\_\_

Entidad para la que labora \_\_\_\_\_

Nombre del inspector de planta \_\_\_\_\_

Firma \_\_\_\_\_

Nombre del ingeniero responsable del control de plantas \_\_\_\_\_

Firma \_\_\_\_\_

Observaciones : \_\_\_\_\_

Muestra No. \_\_\_\_\_  
 Fecha \_\_\_\_\_  
 Hora \_\_\_\_\_

**MUESTRA PARA EL INFORME DE AUTO-CONTROL  
 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO RUTINARIO  
 AGREGADOS**

Ubicación exacta : \_\_\_\_\_ Ruta : \_\_\_\_\_ Sección de control : \_\_\_\_\_  
 Tramo : \_\_\_\_\_  
 Referencia : \_\_\_\_\_  
 Punto de muestreo: Vagoneta  Placa No. \_\_\_\_\_ Descarga en sitio   
 Tipo de material Base  Sub-base  Tratamiento superf.

**ENSAYOS A REALIZAR A LA MUESTRA**

**AGREGADO GRUESO ( PAS. MALLA No.4)**

Abrasión de los Angeles   
 Granulometría   
 Prueba desanidad   
 Índice de durabilidad   
 Caras fracturadas   
 Carbonatos solubles   
 Peso específico y absorción   
 Otros : \_\_\_\_\_

**AGREGADO FINO**

Equivalente de arena   
 Pérdida por sanidad   
 Índice de durabilidad   
 Peso específico y absorción   
 Granulometría   
 Prueba de plasticidad   
 Otros : \_\_\_\_\_

Granulometría del material combinado ( gruesos + finos )

Tipo de recipiente en que se depositó la muestra : \_\_\_\_\_  
 La muestra quedó adecuadamente sellada ? Si  No   
 Fuente de agregados : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
 Responsable del muestreo

\_\_\_\_\_  
 Firma

\_\_\_\_\_  
 Entidad para la que labora

\_\_\_\_\_  
 Nombre del inspector de planta

\_\_\_\_\_  
 Firma

\_\_\_\_\_  
 Nombre del ingeniero responsable del control de plantas

\_\_\_\_\_  
 Firma

Observaciones : \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

SITIO

Página

Muestra No. \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_

Hora \_\_\_\_\_

**MUESTRA PARA EL INFORME DE AUTO-CONTROL  
PROGRAMA DE MANTENIMIENTO RUTINARIO  
NUCLEOS**

Descripción de la muestra : \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Ubicación exacta : Ruta : \_\_\_\_\_ Sección de control : \_\_\_\_\_

Tramo : \_\_\_\_\_

Referencia : \_\_\_\_\_

**ENSAYOS A REALIZAR A LA MUESTRA**

**PARAMETROS MARSHALL**

Gravedad máxima teórica

Contenido de vacíos / densidad de pastillas

Otros : \_\_\_\_\_

**CONTENIDO DE ASFALTO**

Contenido de agua

Contenido de ceniza

Extracción de bitumen por reflujo

Extracción de bitumen por centrifuja

Recuperación de bitumen para análisis (inalterado)

Contenido de asfalto por ignición

Granulometría del agregado residual

Otros : \_\_\_\_\_

Tipo de recipiente en que se depositó la muestra : \_\_\_\_\_

La muestra quedó adecuadamente sellada ? SI

NO

\_\_\_\_\_  
Responsable del muestreo

Firma \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Entidad para la que labora

\_\_\_\_\_  
Nombre del inspector de planta

Firma \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Nombre del ingeniero responsable del control de plantas

Firma \_\_\_\_\_

Observaciones : \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## FUENTES DE AGREGADOS Y MANEJO DE APILAMIENTOS

- ◆ Afectan directamente:
  
- ◆ Granulometría
- ◆ Absorción
- ◆ Gbs
- ◆ Optimo de asfalto
- ◆ Estabilidad / Flujo
- ◆ Resistencia Retenida
- ◆ Máxima teórica
- ◆ Control de densidades
- ◆ N° de pasadas de compactación
- ◆ Contenido de asfalto por ignición
- ◆ Contenido de asfalto por métodos nucleares

## DEFICIENCIAS EN MANEJO DE AGREGADOS

SE MANIFIESTAN EN LA OBRA (en el corto plazo)

- Porosidad
  - Exudación
  - Deformaciones plásticas (roderas, desplazamiento lateral de mezcla)
  - Superficie lisa
  - Desprendimiento de agregados
  - Fisuración
  - Falta de uniformidad en el acabado superficial
- (\*) Si la variación se centra en la malla N°200 y/o en el contenido de asfalto el efecto es más notorio.

## ENSAYOS DE ACEPTACION

- Abrasión
- Partículas elongadas
- % vacíos en agregado fino
- Sanidad
- Durabilidad
- Caras fracturadas
- Equivalente de arena
- Plasticidad
- Coeficiente de pulimento acelerado
- Contenido de sílice
- Resistencia retenida
- Carbonatos solubles

## LABORATORIO DE AUTO-CONTROL

- Responsabilidad profesional de la calidad
- Garantiza al Contratista uniformidad y calidad
- Previene al Contratista de desajustes, dispersión, cambios de tendencias en los parámetros de calidad
- Asesora en los procesos constructivos
- Resultados oportunos
- "Auto-control" del laboratorio
  - Equipo
  - Fechas de calibración
  - Sistema de auto-evaluación de técnicos
  - Sistema de auto-evaluación de procedimientos

## *Importancia de la seguridad vial en el P.M.R.*

- Debe ser la prioridad No. 1 de trabajo. Sin dispositivos de seguridad no se pueden iniciar las labores del día.
- Todos los miembros de la cuadrilla deben usar chaleco reflectivo (sin excepciones para los jefes).
- Los rótulos deben cumplir con el número, las dimensiones, colores, distancias y alturas del reglamento del MOPT.
- No se pueden usar estañones ni elementos peligrosos.
- Debe haber banderilleros permanentes y entrenados.
- Se usarán conos y señales limpias.
- No habrá obstáculos ni baches abiertos en la noche.
- La señalización debe permanecer funcionando todo el día.

## *Bitácora de proyecto*

- Debe ser obtenida del Colegio de Ingenieros por parte del contratista antes de iniciar obras.
- Deben hacerse anotaciones técnicas cada 8 días por parte del Director Técnico. Mejor si se hacen a diario por los ingenieros residentes y de proyecto.
- Debe tener estacionamiento de ubicación de las labores a diario.
- Debe ser revisada mensualmente y entregada al finalizar las obras para recibir el proyecto.

## *Contenido del programa de trabajo*

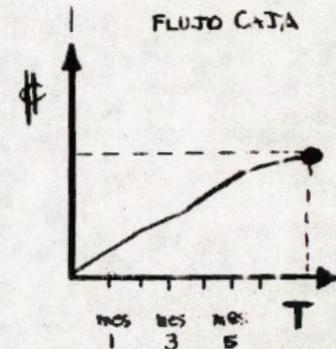
- **Diagrama de Gantt o Barras ( una barra por renglón de pago, fechas inicio y término, holguras, maquinaria y personal por barra). (3.2.2)**
- **Flujo de caja por mes y por renglón de pago.**
- **Diagrama de Flechas (Fechas lejanas y próximas, holguras y ruta crítica).**
- **Debe tener nombre y firma de responsable del proyecto. (3.3.6)**
- **La actualización debe ser mensual y comparar lo planeado con lo hecho realmente en avance físico y económico.**
- **Si no se cumple esto cada mes, no se tramitará la estimación de obras del mes correspondiente.**

## MODELO DE FLUJO DE CAJA MENSUAL POR RUBROS

	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	enero	febrero
Preparacion diseño mezcla							
Movilizacion de cuadrillas							
MR-8-1	¢2 222 222.22	¢12 222 222.22	¢12 222 222.22	¢8 333 333.33			
MR-9-1	¢10 000 000.00	¢15 000 000.00					
MR-12-1	¢1 800 000.00	¢2 700 000.00					
MR-13-1	¢2 331 428.57	¢4 274 285.71	¢194 285.71				
MR-14-1	¢5 976 000.00	¢6 474 000.00					
Final de primera etapa							
MR-8-2				¢2 853 333.33	¢10 937 777.77	¢9 986 666.66	¢9 511 111.11
MR-9-2				¢2 800 000.00	¢10 733 333.33	¢9 800 000.00	¢9 333 333.33
MR-12-2				¢738 000.00	¢2 829 000.00	¢2 583 000.00	¢2 460 000.00
MR-13-2				¢680 000.00	¢2 606 666.66	¢2 380 000.00	¢2 266 666.66
MR-14-2				¢936 000.00	¢3 588 000.00	¢3 276 000.00	
Fin de proyecto							
<b>Total</b>	<b>¢22 329 650.79</b>	<b>¢40 670 507.93</b>	<b>¢12 416 507.93</b>	<b>¢16 340 666.66</b>	<b>¢30 694 777.77</b>	<b>¢28 025 666.66</b>	<b>¢23 571 111.11</b>

## MODELO DE FLUJO DE CAJA MENSUAL POR RUBROS

	marzo	abril	mayo	junio	julio	Total
Preparacion diseño mezcla						
Movilizacion de cuadrillas						
MR-8-1						¢35 000 000.00
MR-9-1						¢25 000 000.00
MR-12-1						¢4 500 000.00
MR-13-1						¢6 800 000.00
MR-14-1						¢12 450 000.00
Final de primera etapa						
MR-8-2	¢10 937 777.77	¢10 462 222.22	¢9 986 666.66	¢10 462 222.22	¢10 462 222.22	¢85 600 000.00
MR-9-2	¢10 733 333.33	¢10 266 666.66	¢2 333 333.33			¢56 000 000.00
MR-12-2	¢2 829 000.00	¢861 000.00				¢12 300 000.00
MR-13-2	¢566 666.66					¢8 500 000.00
MR-14-2						¢7 800 000.00
Fin de proyecto						
<b>Total</b>	<b>¢25 066 777.77</b>	<b>¢21 589 888.88</b>	<b>¢12 320 000.00</b>	<b>¢10 462 222.22</b>	<b>¢10 462 222.22</b>	<b>¢253 950 000.00</b>



## *Requisitos para trámite de estimaciones (calidad asegurada)*

- Obras en sitio revisadas y aprobadas por el ingeniero de proyecto.
- Informe técnico de auto-control para la producción del periodo (con tolerancia respecto al diseño y seguimiento cronológico).
- Toma de muestras conforme a frecuencia solicitada, en forma aleatoria y ante inspector y con registro en bitácora.
- Re-programación mensual de obras y explicación de razones por las cuales no se cumplió con la propuesta.
- Uso correcto de la bitácora de proyecto y de toma de muestras.
- Posible certificación de funcionamiento de planta asfáltica.
- Cualquier faltante en estos requisitos retrasa la aprobación del pago.

## *Defectos inadmisibles (periodo de corrección de defectos)*

- Baches levantados
- Baches con sus bordes quebrados
- Baches hundidos respecto al pavimento
- Baches de caras irregulares (no rectas)
- Baches con exudación o desprendimiento
- Baches contruidos cerca de fugas de agua
- Baches sin compactación adecuada
- Baches hechos con mezcla no aprobada
- Baches colocados sin usar rociador de ligante
- ... más otros defectos según criterio técnico.

## PROCEDIMIENTO DE BACHEO

Señalización	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Debe ser satisfactoria ante un INSPECTOR DE SEGURIDAD</li> </ul>
Preparación del bache	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concepto de reparación</li> <li>• Uso del equipo y la técnica apropiada</li> </ul>
Colocación de la mezcla	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura</li> <li>• Acabado geométrico y textura</li> <li>• No segregación</li> <li>• Bordes</li> </ul>
Compactación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipo apropiado</li> <li>• Conforme con el bache o tramo de prueba</li> <li>• Acabado superficial</li> </ul>
Remoción de escombros	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preestablecido y aprobado por la inspección</li> <li>• No obstruir drenajes</li> <li>• No poner en peligro a los usuarios</li> </ul>
Baches abiertos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caso excepcional</li> <li>• Requiere señalización</li> <li>• Seguridad durante la noche</li> <li>• Requiere acabado de bordes</li> </ul>
Limpieza de drenajes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lograr:</li> <li>• Funcionamiento eficiente de drenajes</li> <li>• Mismas observaciones anteriores respecto a seguridad para los usuarios y obstrucciones a escorrentías superficiales</li> </ul>

## SECCION DE PRUEBA DE COMPACTACION

- ◆ Responsabilidad del Contratista
- ◆ El Ingeniero del Contratista es el responsable profesional
- ◆ Muy útil para el auto-control de compactación
- ◆ El contratista debe hacer tantos como las circunstancias lo requieran
- ◆ No se hace para que lo apruebe la Inspección, sirve de apoyo al Contratista para ejecutar su trabajo de campo
- ◆ Interpretar los resultados y hacer uso de ellos para realizar el trabajo de campo, obliga a que el Contratista lo delegue a un funcionario con experiencia y criterio

## ¿ PARA QUE SIRVE LA SECCION DE PRUEBA DE COMPACTACION ?

Para ajustar en el campo, la energía de compactación: o sea el número de pasadas, peso, frecuencia de vibración y velocidad del compactador.

## ¿ QUE ASPECTOS INCIDEN EN LA COMPACTACION ?

♦ Propiedades de la mezcla	<ul style="list-style-type: none"><li>• Granulometría</li><li>• % de finos</li><li>• Temperatura de mezclado</li></ul>
♦ Temperatura de la mezcla	<ul style="list-style-type: none"><li>• El número de pasadas requerido varía con la temperatura de compactación</li></ul>
♦ Espesor de capa	<ul style="list-style-type: none"><li>• Poco espesor enfría más rápido</li><li>• A mayor espesor, mayor número de pasadas</li></ul>
♦ Temperatura ambiente	<ul style="list-style-type: none"><li>• El clima frío y el viento enfrían más rápido la mezcla</li></ul>
♦ Equipo de compactación	<ul style="list-style-type: none"><li>• Peso, velocidad, frecuencia y lubricación del compactador</li></ul>
♦ Rigidez de la base	<ul style="list-style-type: none"><li>• Una capa de mezcla compacta más rápido sobre una capa rígida</li></ul>

**TABLA No 1**  
**Mezcla modificada con Plástico y Eastman**  
**Resistencia compresión uniaxial**  
**Intemperismo inmersión 60°C**

%Asfalto	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
Tipo	MLR	MLV	2% P	4% P	6% P	3% E	5% E
Tiempo (horas)	R.C.U. (kg)						
0	6135	3745	7265	11425	15785	3775	4435
24	3800	1910	5165	9100	11900	2913	3135
48	0	0					
72					0		
216							
240			2385	6335		2800	3020

**Gráfico N 1. Comparación de Mezcla Virgen vrs Mezcla Modificada con plástico (2, 4 y 6 %) y con eastman (3 y 5%)**  
**Resistencia Compresión uniaxial - intemperismo inmersión 60°C**

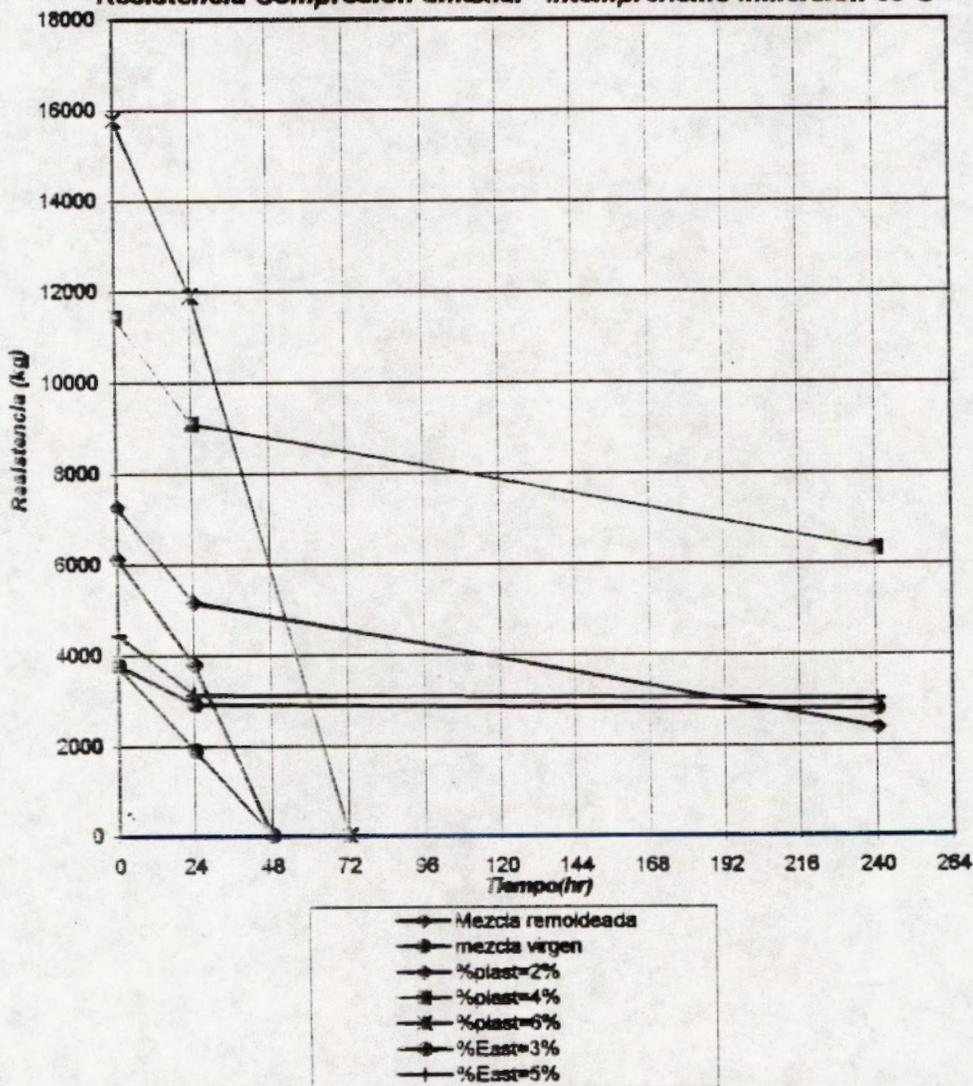


Tabla 5.11 Relaciones de resistencia de las pastillas degradadas (7% de cemento)

Fuente	Rc28	Rc53	Rc53*	$\frac{Rc53^*}{Rc28}$	$\frac{Rc53^*}{Rc53}$	$\Delta Rc53$
#1	44,9	45,8	36,2	0,81	0,79	9,6
#2	46,7	52,1	33,2	0,71	0,64	18,9
#3	60,9	62,1	58,4	0,96	0,94	3,70

\* Pastillas degradadas en compresión simple

Tabla 5.12 Relaciones de resistencia de las pastillas degradadas (9% de cemento)

Fuente	Rc28	Rc53	Rc53*	$\frac{Rc53^*}{Rc28}$	$\frac{Rc53^*}{Rc53}$	$\Delta Rc53$
#1	51,8	52,8	56,4	1,08	1,07	-3,6
#2	49,3	56,5	34,9	0,71	0,62	21,60
#3	66,5	69,4	65,8	0,99	0,95	3,60

\* Pastillas degradadas en compresión simple

Tabla 4.13 Relaciones de resistencia a tracción diagonal de las pastillas degradadas (5% de cemento)

Fuente	Rt53	Rt53*	$\frac{Rt53^*}{Rt53}$	Rt53
#1	20,2	2,65	0,13	17,6
#2	11,2	0,69	0,06	10,5
#3	17,8	5,45	0,31	12,4

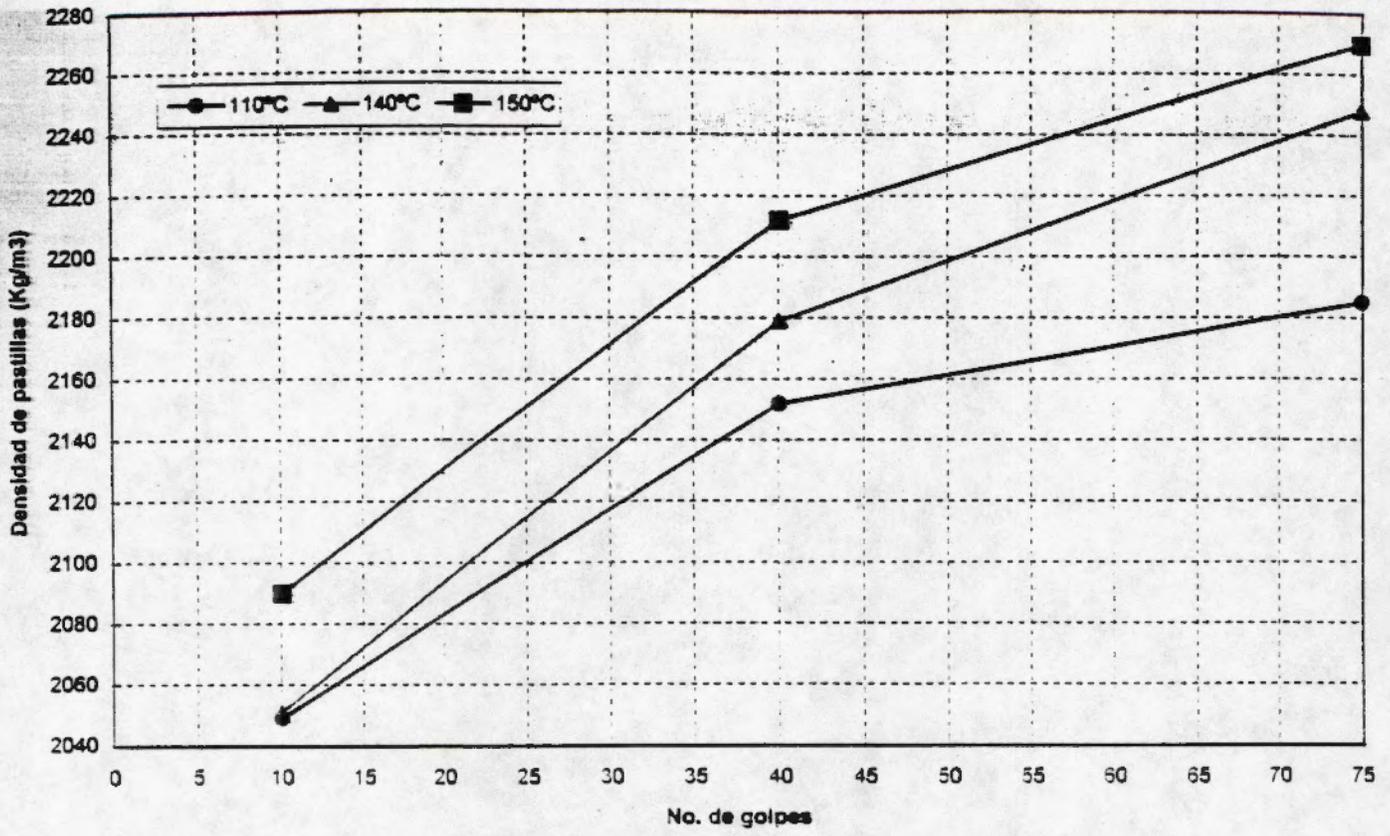
Tabla 4.14 Relaciones de resistencia a tracción diagonal de las pastillas degradadas (7% de cemento)

Fuente	Rt53	Rt53*	$\frac{Rt53^*}{Rt53}$	Rt53
#1	22,3	3,81	0,17	18,5
#2	23,1	3,52	0,15	19,6
#3	23,4	8,76	0,37	14,6

Tabla 4.15 Relaciones de resistencia a tracción diagonal de las pastillas degradadas (9% de cemento)

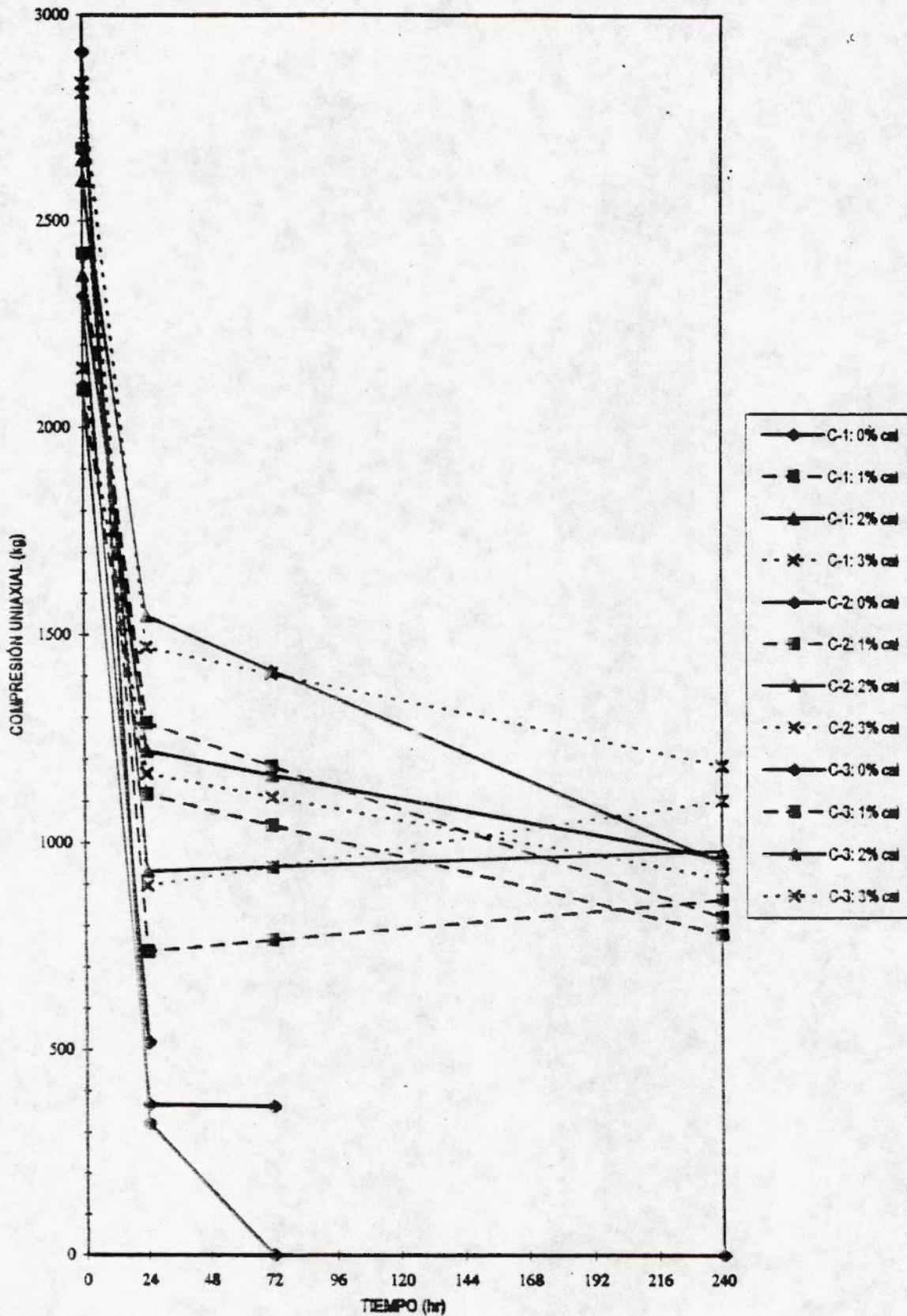
Fuente	Rt53	Rt53*	$\frac{Rt53^*}{Rt53}$	Rt53
#1	23,8	7,87	0,33	15,9
#2	25,3	4,16	0,16	21,1
#3	26,9	9,20	0,34	17,7

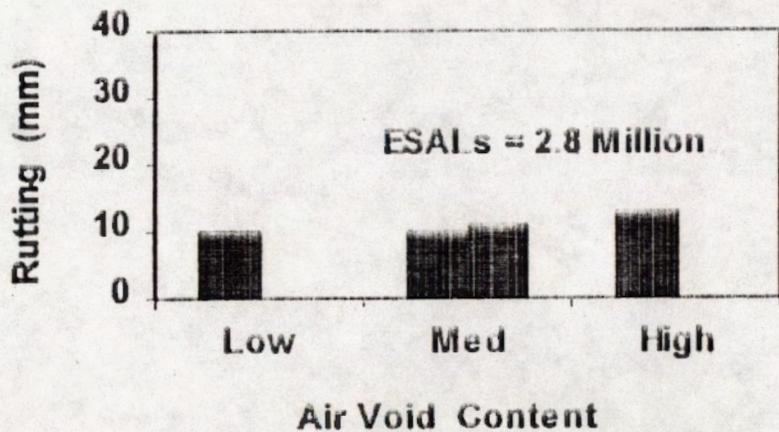
\* Pastillas degradadas.



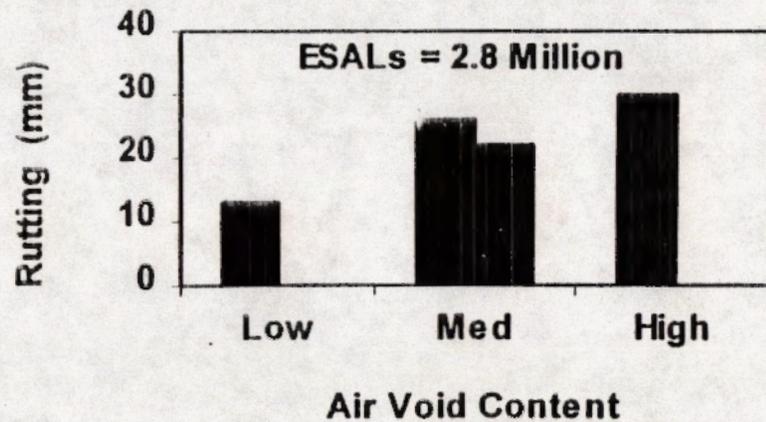
Temperatura	No. Golpes		
	10	40	75
110°C	2049	2152	2185
%	90.26	94.80	96.26
140°C	2051	2179	2248
%	90.35	95.99	99.03
150°C	2090	2212	2270
%	92.07	97.44	100

Gráfico 4.14 COMPRESIÓN UNIAXIAL (% ÓPT. ASFALTO)





**Figure 5. Fine Plus Gradation at Optimum Asphalt Binder Content**



**Figure 7. Coarse Gradation at Optimum Asphalt Binder Content**

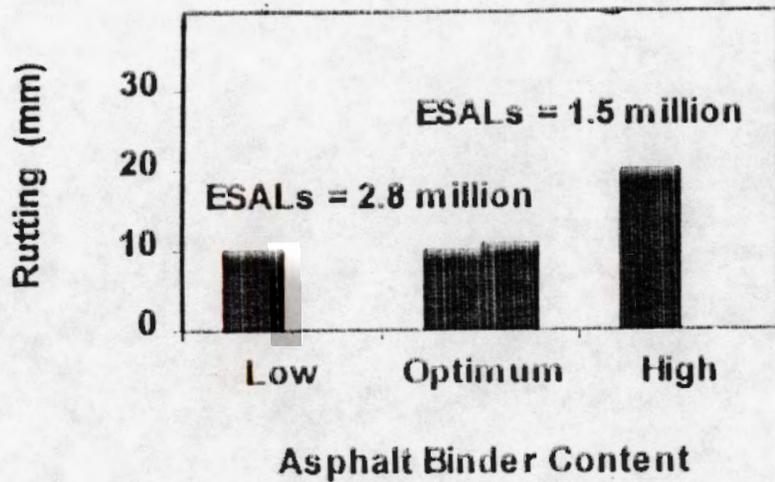


Figure 6. Fine Plus Gradation at 8% Air Void Content

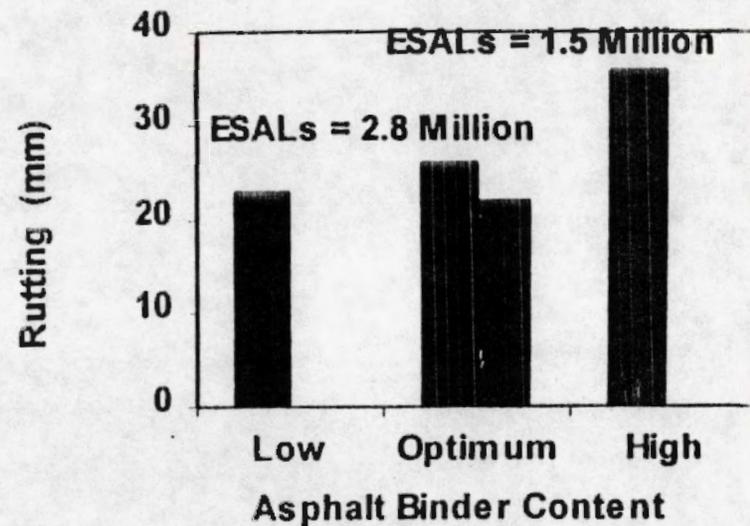
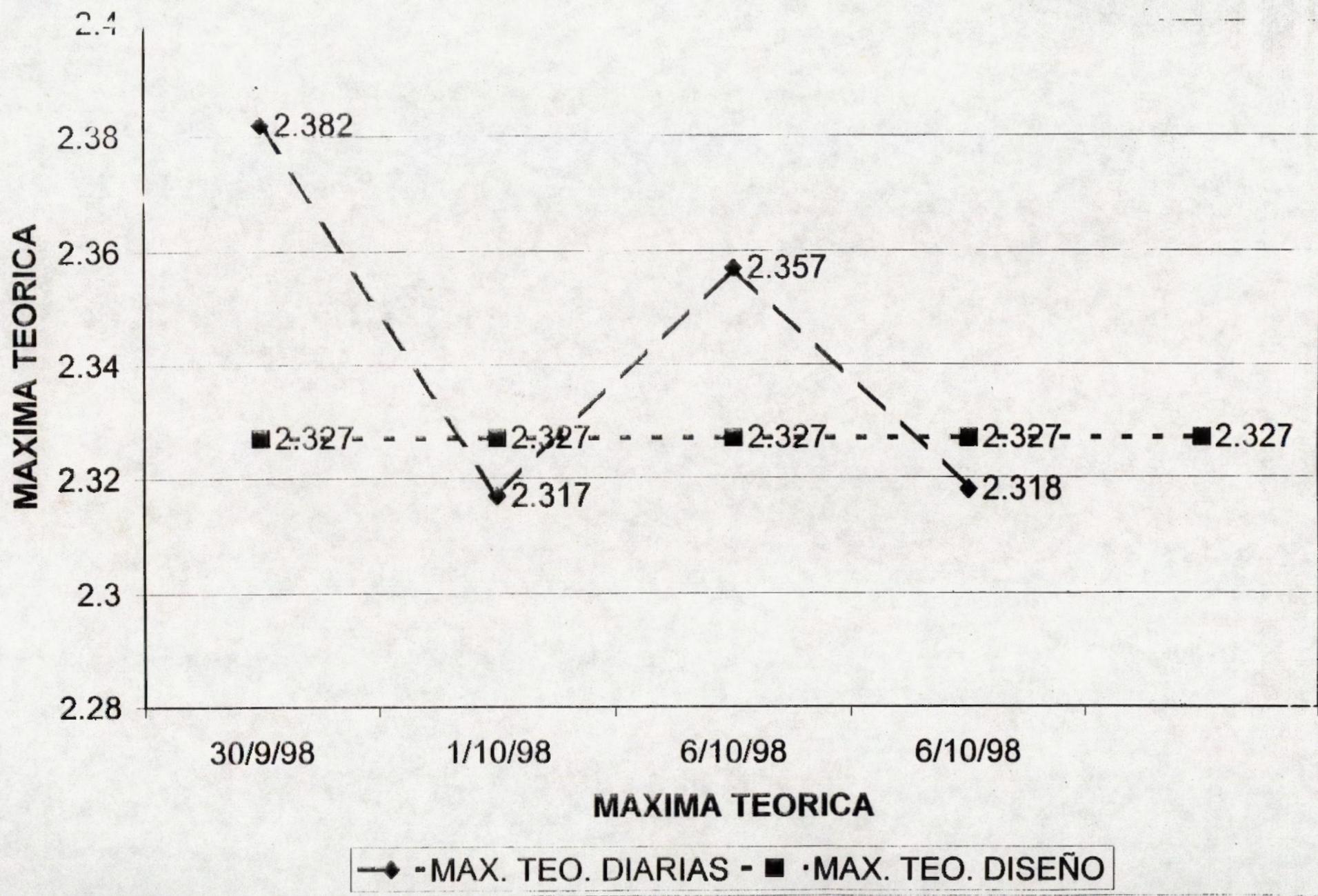
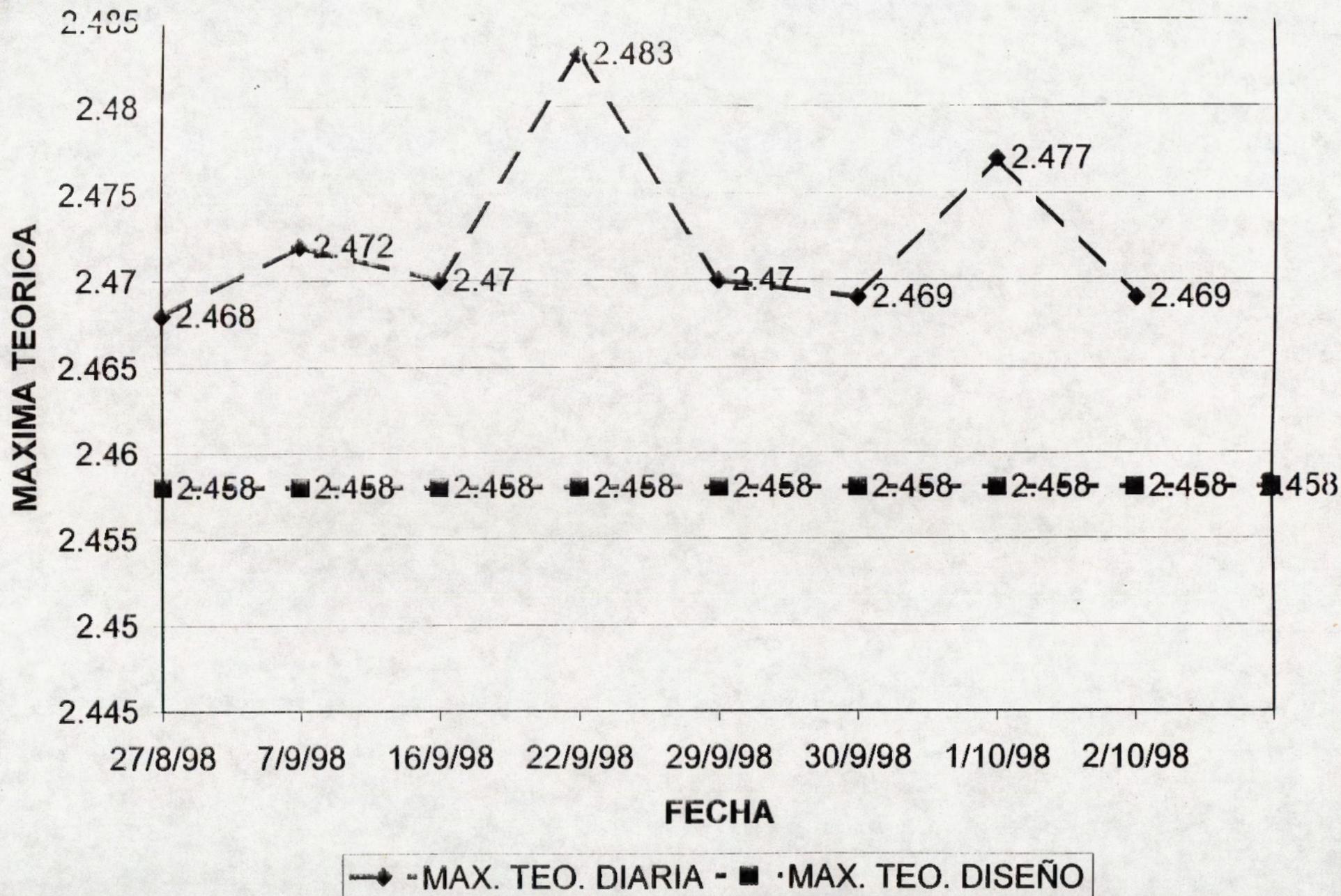


Figure 8. Coarse Gradation at 8% Air Void Content

# GRAFICO COMPARATIVO ENTRE MAXIMAS TEORICAS DE PLANTA Y LA DE DISEÑO



# GRAFICO COMPARATIVO ENTRE MAXIMAS TEORICAS DE PLANTA Y I.A DE DISEÑO



◆ - MAX. TEO. DIARIA - ■ - MAX. TEO. DISEÑO