



**UNIVERSIDAD DON VASCO A.C.**

Incorporación No. 8727-15

A la Universidad Nacional Autónoma de México

Escuela de Ingeniería Civil

**PROPUESTA DE METODOLOGÍA PARA SUPERVISIÓN  
DE PAVIMENTOS RÍGIDOS**

Tesis

Que para obtener el título

Ingeniero Civil

presenta:

**Omar Amezcua Sánchez**

Asesor:

M. I. Esteban Brito Chávez.

Uruapan, Michoacán, 2008.



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **AGRADECIMIENTOS**

Las siguientes palabras van dirigidas con mucho cariño para todas las personas que formaron parte de toda una etapa de aprendizaje en mi formación académica y personal.

### **A MI MADRE:**

Por ser mi guía y estar conmigo siempre en cualquier circunstancia apoyándome y demostrándome que en todo momento siempre se debe seguir adelante para lograr los sueños y metas que uno se propone.

### **A MI PADRE:**

Por ayudarme a salir adelante por medio de sus consejos que en todo momento fueron oportunos, por enseñarme a enfrentar los retos y compromisos de frente con una seriedad y responsabilidad impecable. Por preocuparse siempre por la preparación académica que llevé.

### **A MI HERMANOS:**

Por el apoyo incondicional que siempre me brindaron, porque durante mi desarrollo académico y personal siempre han sido un ejemplo a seguir, ya que cuando me vieron en problemas ellos me sacaron adelante con su ayuda y consejos gracias.

#### A MIS AMIGOS:

Les quiero agradecer a mis amigos por los momentos en los que estuvieron apoyándome cuando más lo necesité, en general un agradecimiento sincero de mi parte por esa amistad que forjamos juntos.

Quiero agradecerle a una mujer muy linda y valiosa que siempre estuvo a mi lado cuando más lo necesité, que me supo escuchar y apoyar cuando ocupaba fuerza para seguir adelante para cumplir mis metas, gracias Hilda G.

#### A MI UNIVERSIDAD:

Por ser la Universidad que me dio los valores más importantes acompañados de una preparación académica muy buena que ahora en día hacen de mí una persona profesional, comprometido, responsable y dedicado a mi profesión.

#### A MIS PROFESORES:

Para todos mis profesores un agradecimiento muy especial por todos los conocimientos que me dieron, por el tiempo tan valioso que compartieron conmigo y todos mis compañeros. Quiero agradecer a mi asesor de tesis por todos los conocimientos y consejos que compartió conmigo, para la realización de esta tesis.

#### A DIOS:

Por iluminar y guiar mi vida por el mejor camino, por darme la fuerza para seguir adelante y no detenerme o darme por vencido.

## ÍNDICE.

### Introducción

Antecedentes.....	1
Planteamiento del problema.....	4
Objetivos.....	7
Preguntas de investigación.....	8
Justificación.....	9
Marco de referencia.....	10

### CAPÍTULO 1.- Pavimentos rígidos.

1.1. Definición y características de un pavimento rígido.....	11
1.2. Componentes de un pavimento rígido.....	15
1.2.1. Estabilización Física.....	17
1.2.2. Estabilización Química.....	18
1.2.3. Estabilización Mecánica.....	19
1.2.4. Estabilización con Cal.....	19
1.2.5. Estabilización con Cemento.....	22
1.2.6. Principales características de los pavimentos de concreto hidráulico.....	25
1.2.7. Losas de concreto simple vibrado.....	28
1.2.8. Losas de concreto reforzado.....	28
1.2.9. Losa de concreto presforzado y postensado.....	30
1.2.10. Losas de concreto fibroso.....	30
1.2.11. Losas de concreto compactado con rodillo.....	31
1.2.12. Sobrelosas de concreto hidráulico.....	32

<b>1.3. Especificaciones y métodos de diseño para pavimentos rígidos.....</b>	<b>32</b>
<b>1.3.1. Materiales para conformar estructura de pavimento y superficie de apoyo.....</b>	<b>33</b>
<b>1.3.2. Agregado Grueso para fabricar concreto hidráulico.....</b>	<b>34</b>
<b>1.3.3. Agregados Finos para fabricar concreto hidráulico.....</b>	<b>35</b>
<b>1.3.4. Cemento Pórtland (CPO).....</b>	<b>36</b>
<b>1.3.5. Agua.....</b>	<b>37</b>
<b>1.3.6. Aditivos.....</b>	<b>38</b>
<b>1.3.7. Concreto hidráulico.....</b>	<b>40</b>
<b>1.3.7.1. Aire incluido en el concreto.....</b>	<b>41</b>
<b>1.3.8. Productos para curado.....</b>	<b>42</b>
<b>1.3.9. Juntas longitudinales.....</b>	<b>43</b>
<b>1.3.10. Productos para sellado y relleno de juntas.....</b>	<b>44</b>

## **CAPÍTULO 2.- Procedimiento constructivo de pavimentos rígidos.**

<b>2. 1. Normatividad.....</b>	<b>51</b>
<b>2. 2. Capas de la estructura de los pavimentos rígidos.....</b>	<b>55</b>
<b>2.2.1. Norma N-CTR-CAR-1-01-001/00, Ejecución del desmonte en carreteras de nueva construcción.....</b>	<b>60</b>
<b>2.2.2. Norma N-CTR-CAR-1-01-002/00, Ejecución del despalme en carreteras de nueva construcción.....</b>	<b>61</b>
<b>2.2.3. Norma N-CTR-CAR-1-01-003/00, Ejecución de cortes en carreteras de nueva construcción.....</b>	<b>63</b>

2.2.4. Norma N-CTR-CAR-1-01-013/00, Aspectos a considerar en el transporte de materiales aprovechables o de desperdicio, en carreteras nuevas.....	64
2.2.5. Norma N-CTR-CAR-1-01-009/00, Ejecución de terraplenes en carreteras de nueva construcción.....	66
2.2.6. Norma N-CTR-CAR-1-04-002/03, Aspectos a considerar en la construcción de subbases y bases de pavimentos para carreteras.....	68
2.3. Cimbra y maquinaria.....	71
2.3.1. Instalación de la cimbra.....	73
2.3.2. Cimbra fija.....	74
2.3.3. Cimbra deslizante.....	75
2.3.4. Maquinaria “Equipo de trabajo”.....	75
2.3.5. Maquinaria pesada.....	76
2.4. Superficie de rodamiento “Losa de Concreto”.....	80
2.4.1. Colocación del concreto.....	81
2.4.2. Norma N.CTR.CAR.1.04.009/04, Aspectos a considerar en la construcción de pavimentos en carreteras de nueva construcción.....	85
2.4.3. Guarniciones de concreto.....	91
2.4.4. Banquetas de concreto.....	92
2.5. Acabado superficial.....	92
2.5.1. Texturizado.....	93
2.5.2. Rugosidad.....	95
2.5.3. Curado del concreto en estado fresco.....	95
2.5.4. Protección del concreto.....	97

### **CAPITULO 3.- Metodología de la Investigación.**

<b>3.1. Enfoque de la investigación.....</b>	<b>99</b>
<b>3.2. Alcance.....</b>	<b>100</b>
<b>3.3. Diseño de la Investigación.....</b>	<b>100</b>
<b>3.3.1. Investigación Transversal.....</b>	<b>101</b>
<b>3.4. Instrumentos de recopilación de datos.....</b>	<b>101</b>
<b>3.5. Descripción del procedimiento de investigación.....</b>	<b>102</b>

### **CAPÍTULO 4.- Metodología para supervisión de pavimentos rígidos.**

<b>4.1. Evaluación de Proyecto Ejecutivo.....</b>	<b>105</b>
<b>4.2. Evaluación de Terracerías.....</b>	<b>110</b>
<b>4.3. Evaluación de Subbase y Base Hidráulica.....</b>	<b>113</b>
<b>4.4. Evaluación previo a la Colocación del Concreto.....</b>	<b>116</b>
<b>4.5. Evaluación de la Colocación del Concreto.....</b>	<b>120</b>

### **CAPÍTULO 5.- Aplicación de metodología para supervisión; caso práctico.**

<b>5.1. Supervisión del Proyecto Ejecutivo.....</b>	<b>126</b>
<b>5.2. Supervisión de Terracerías.....</b>	<b>129</b>
<b>5.3. Supervisión de Subbase y Base Hidráulica.....</b>	<b>131</b>
<b>5.4. Supervisión previa a la Colocación del Concreto.....</b>	<b>133</b>
<b>5.5. Supervisión de la Colocación del Concreto.....</b>	<b>135</b>

<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>138</b>
--------------------------	------------

<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>142</b>
--------------------------	------------

**ANEXOS.**

## RESUMEN

En el presente trabajo de tesis titulado PROPUESTA DE METODOLOGÍA PARA SUPERVISIÓN DE PAVIMENTOS RÍGIDOS., tuvo como objetivo establecer una metodología que sea práctica para cualquier persona relacionada con el área de construcción, además que esta sea un apoyo para la supervisión de cualquier obra de este tipo, en el capítulo 1 se dará una explicación de lo que es un pavimento rígido y las características principales que lo componen, en el capítulo 2 se abordó la sobre el procedimiento constructivo para pavimentos rígidos, en el capítulo 3 se hablara sobre la estructuración y el proceso de investigación que se utilizo para la presente investigación, como parte de la cuadratura de esta metodología se presenta el enfoque de la investigación posteriormente se mostrara el tipo de alcance que se tiene, en el capítulo 4 se presentaran los formatos que darán forma a la estructuración de esta propuesta de metodología para supervisión de pavimentos rígidos, en el capítulo 5 se presentará la aplicación del caso práctico, para implementar el uso de la metodología realizada para fines de supervisión de pavimentos rígidos. El objetivo general de esta tesis fue planteado con el fin de establecer una metodología para supervisión de pavimentos rígidos por lo cual este objetivo se a cumplido ya que ahora se cuenta con esta propuesta la cual es práctica para cualquier persona relacionada con el área de la construcción, llámense Ingenieros Civiles, Arquitectos, Técnicos en Construcción, Supervisores del H. Ayuntamiento, Contratistas, entre otros; y además que ésta sea un apoyo importante para la supervisión adecuada de cualquier obra de este tipo.

# INTRODUCCIÓN

## **Antecedentes.**

La aplicación de la supervisión cada día se hace más estricta y apegada a los reglamentos, especificaciones, técnicas y normas de cada país. Las actividades de la construcción, siempre han necesitado de supervisión para garantizar si dicha actividad cumple con las características adecuadas. La supervisión de una obra, lleva consigo revisar si los materiales que se están usando tienen la calidad necesaria para el proyecto; analizar si la maquinaria utilizada es la adecuada, además; si el procedimiento constructivo que se está ejecutando es óptimo para que la obra por construir tenga la calidad solicitada por el proyectista para resistir las cargas que le serán impuestas durante su vida útil.

En las ciudades que tienen un crecimiento cada vez mayor, las condiciones de tráfico y peso de los vehículos, aumentan considerablemente; es muy común ver que las avenidas principales se saturan en las horas pico, esto indica que el flujo vehicular es muy elevado, por lo tanto ese tipo de avenidas presentan deformaciones o daños en su estructura interna cuando no se tiene un adecuado control de calidad durante la construcción; muy a pesar del diseño de la estructura del pavimento.

En el caso de los pavimentos rígidos, este tipo de obras son más eficientes y de mayor beneficio que los pavimentos asfálticos debido a que los rígidos tienen una vida útil mucho mayor que los asfálticos, son más caros pero brindan una mejor garantía de durabilidad. En primera instancia el gasto que se destina para un pavimento rígido será más elevado que el que se destine para un pavimento

asfáltico; es importante tener en cuenta que el mantenimiento que requieren cada uno de los pavimentos va en función de su vida útil, para esto se toma en cuenta que la composición de materiales de los cuales está conformado el pavimento hidráulico tienen mucho mejor calidad y durabilidad que los materiales que componen a los pavimentos asfálticos, es por esto que el mantenimiento de pavimentos asfálticos debe ser constante para así conservar la estructura en buenas condiciones, el constante mantenimiento eleva considerablemente el costo, en muchos de los casos los mantenimientos ya no son la solución para tener la estructura en condiciones óptimas, por lo que se requiere restablecer y colocar una nueva carpeta asfáltica, esto lleva consigo aumento de costo en mantenimiento lo que en primera instancia fue una opción económica con el paso de los años se convirtió en un costo mayor al estimado para un pavimento rígido.

La mayor parte de la infraestructura de la ciudad de Uruapan cuenta con avenidas y calles pavimentadas, pero a su vez son pavimentos con una vida útil que ya sobrepasa la estipulada por la de proyecto, ya que estos tienen muchos años en uso; por lo tanto, los pavimentos diseñados no son estructuralmente resistentes para el tráfico provocado por el fuerte crecimiento actual. Por lo que podemos ver obviamente imperfecciones que con el paso de los años representan un problema para la sociedad y afectan directamente la economía del usuario ya que el mal estado de las avenidas provoca un mantenimiento extra en las unidades de tránsito vehicular tanto de carácter particular como público.

Es claro observar que los deterioros que muestran estas obras pueden ser ocasionados por diferentes aspectos los cuales de forma general se indican a continuación:

- El concreto es de mala calidad.

- La estructura de pavimento ya no soporta la carga actual, es decir, en las avenidas más transitadas, la carga actual sobrepasa a la de diseño.
- No se tuvo una constante y adecuada supervisión a la hora de construir, lo cual ocasiono problemas de daño en los pavimentos.
- La falta de aplicación de las normas permitió un decremento en la calidad de los materiales usados, esto lleva consigo una obra de baja calidad con consecuente disminución de su vida útil para la cual se diseño el pavimento.

Cabe mencionar, que se presentan más fallas cuando los pavimentos son asfálticos. Sin embargo, se ha observado que cuando se tiene un flujo vehicular alto en avenidas importantes de una localidad, la estructura de los pavimentos rígidos también se ve dañada, finalmente los únicos perjudicados en estos aspectos son los usuarios; ya que los deterioros se ven reflejados en los vehículos; por lo cual sabemos que se deben de tener mejores avenidas para transitar y que brinden un mejor nivel de servicio.

## **Planteamiento del problema.**

Esta investigación es de vital importancia considerando los efectos económicos y sociales de nuestra localidad, debido a que su principal fundamento es crear una metodología para la supervisión de obras de concreto hidráulico; ya que es necesario conservar un documento que acredite la calidad de estas y que sea la especificada en el proyecto de ingeniería, asegurando su tiempo de vida útil y aumentando su durabilidad.

Sin lugar a duda la problemática de calles y avenidas principales en la ciudad de Uruapan es notoria, se encuentran vialidades con daños que en muchos de los casos han ocasionado problemas automovilísticos y se han visto reflejados en la economía de los usuarios, se recalca que por el crecimiento que la ciudad ha presentado en los últimos 10 años, estas vías de comunicación han sido forzadas a soportar un mayor tránsito vehicular, provocando un deterioro acelerado. Los daños más comunes que presentan las calles son: asentamientos, baches, agrietamiento, deterioro del terminado superficial, entre otros. Cabe mencionar que muchas de estas imperfecciones en los pavimentos de concreto son consecuencia de la poca vida útil con la que fue diseñado el pavimento, por lo que se entiende que muchos de los concretos que hasta la fecha están en uso ya cumplieron la vida útil marcada en proyecto, y deberán sustituirse por completo, incluyendo su estructura.

Sin embargo las fallas que tienen los concretos de la ciudad de Uruapan independientemente del tiempo que tienen en uso, son a causa de imperfecciones por no llevar un buena organización y supervisión, que garantice la buena calidad en las obras de pavimentación; el problema ha persistido hasta la actualidad, se observan obras en proceso de construcción en las cuales no hay una supervisión

adecuada y esto lleva consigo el no tener control de los procesos constructivos que deben regir la obra, por consiguiente se presenta un descontrol en la calidad de los materiales usados. La problemática está presente y los responsables directos como son: principalmente el H. Ayuntamiento, los inversionistas privados y los mismos constructores, no se interesan en proteger la inversión que se hace al construir una vialidad a base de pavimentos de concreto hidráulico.

Por lo anterior, algunos de los elementos que se estudiarán como base para diseñar la metodología de la supervisión de pavimentos rígidos se enumeran a continuación:

1. Tipo de suelo de desplante. Conocer el tipo de suelo dónde se pretende trabajar, identificarlo y conocer su comportamiento para proponer la nueva estructura de pavimento que soportara las cargas del tráfico actual y a futuro.

2. Tipos de materiales pétreos a usar. Para realizar una buena supervisión siendo de vital importancia, conocer los materiales con los que se va a construir la obra y saber si son los adecuados, si tienen buena calidad, su procedencia y comportamiento mecánico y las posibles mezclas a realizar para mejorar sus características.

3. Técnicas o procedimientos de construcción. Es necesario estudiar las técnicas o procedimientos de construcción para saber si lo que se está realizando, se está ejecutando de la manera correcta, con las proporciones y materiales adecuados, fijados por el proyecto. El conocimiento de las técnicas de construcción permitirán que nuestra supervisión sea más objetiva, generando una calificación, lo más cercana al 100% de la calidad; dependiendo de la ejecución del constructor.

4. Equipo técnico y maquinaria empleada en obra. Es importante tener el conocimiento sobre la maquinaria de construcción que se utilizará para una pavimentación con concreto hidráulico de una calle o avenida, ya que se debe tomar en cuenta las dimensiones o el volumen de obra para aprovechar los recursos técnicos y por ende los económicos al máximo, obteniendo los mejores rendimientos del equipo y maquinaria para el desempeño de esta obra.

5. Criterios y legislación de construcción. Para poder tomar las decisiones correctas en el tiempo adecuado basado en la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las mismas; ya que la legislación nos marca la pauta en caso de la existencia de malas prácticas en la obra, que repercuten en la calidad de la misma y en afectaciones a los futuros usuarios.

**Objetivos.**

Se propone un objetivo general:

Establecer una metodología que sea práctica para cualquier persona relacionada con el área de construcción, llámese Ingeniero Civil, Arquitecto, Contratista, Supervisor del H. Ayuntamiento, etc.; además que esta sea un apoyo para la supervisión de cualquier obra de este tipo.

La metodología estará compuesta por formatos que serán llenados en Obra creando una calificación y obtener un resultado de la calidad y buena ejecución del proceso constructivo de un pavimento de concreto hidráulico en sus diferentes etapas; con el llenado detallado de cada formato se obtendrán resultados con un porcentaje de aceptación. Como posteriormente se estudiará en el capítulo 4, cada formato tiene designado un concepto para la supervisión de la obra, con esta metodología para supervisión de pavimentos rígidos se desea tener una supervisión mucho más accesible de mayor calidad y eficiencia, que sea capaz de solucionar los problemas que se han presentando hasta la actualidad. La metodología garantizará los resultados obtenidos para la obra, quedando así un documento que respalde la calidad del pavimento que se utilizado implementado en una calle o Avenida de la ciudad de Uruapan Michoacán.

### **Preguntas de investigación.**

Para llegar a tener buenos resultados en esta investigación, es necesario plantear una serie de preguntas básicas que definan los objetivos de esta tesis; las cuales son las siguientes:

1. ¿Son adecuadas las actividades que se realizan en el proceso constructivo de pavimentos rígidos de acuerdo a la normatividad y procedimiento constructivo de la obra?
2. ¿La maquinaria utilizada para la ejecución de la obra es la adecuada?
3. ¿El personal de trabajo tiene el conocimiento técnico necesario para desarrollar los diferentes conceptos de trabajos que necesita la obra?
4. ¿Se tiene suficiente conocimiento del suelo de desplante y es correcta la estructura de pavimento diseñada para el proyecto específico?
5. ¿Son adecuados los materiales a usar en la Obra?
6. ¿El residente de construcción tiene los conocimientos básicos necesarios para el correcto desarrollo de la Obra?

**Justificación.**

Se marcarán cada uno de los pasos que se deben seguir en la supervisión de un pavimento rígido, para que se realice adecuadamente, desde la información técnica de su diseño, durante su proceso constructivo, hasta su conclusión final.

Mediante este documento todas las personas que se desenvuelven en el área de la construcción como Ingenieros Civiles, Arquitectos, Técnicos en Construcción, Contratistas, Supervisores, alumnos que estudien en alguna de estas áreas, entre otros, podrán consultar este trabajo de investigación, para usar la metodología y verificar que cualquier obra de pavimentación tenga la calidad para la que fue proyectada.

Este trabajo de investigación será fácil de comprender, debido a que contendrá ilustraciones, y formatos para la supervisión de los pavimentos rígidos, que facilitarán la evaluación de la obra. La finalidad de este proyecto, es realizar una metodología con todas las actividades que se deben verificar al supervisar una obra de pavimentación, y que cumpla con las características necesarias.

### **Marco de referencia.**

En cuanto al marco de referencia esta metodología, será utilizada para la supervisión exclusiva de pavimentos rígidos, y tomará como caso práctico el proyecto de la obra de pavimentación de la Av. Latinoamericana del cad. 0+320 Km. al 0+890 km.

Es importante hacer mención que esta investigación hace referencia a esta vialidad como caso práctico por que es una avenida muy importante para los turistas y sociedad de la ciudad de Uruapan ya que en está se tendrá una tendencia de crecimiento comercial pues a lo largo de su trayectoria se tiene la Escuela Secundaria Técnica Industrial No.30, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias y por ultimo el que tiene mayor relevancia, el Aeropuerto Internacional de la ciudad de Uruapan Mich., el cual se encuentra en proceso de remodelación y ampliación de sus instalaciones debido a que la misma ciudad se lo demanda, ya que está sea expandido económicamente provocando un bienestar del nivel de vida de la sociedad Uruapense.

El proyecto para el caso práctico será la Pavimentación de la Avenida Latinoamericana, segunda etapa, del cadenamiento 0+320 Km. al 0+890.17 km. En el Anexo 1, que se encuentran en la parte final de esta investigación, se pueden ver los planos del proyecto geométrico, del caso práctico a aplicar.

# **CAPÍTULO 1**

## **PAVIMENTOS RÍGIDOS**

En este capítulo se dará una explicación de lo que es un pavimento rígido y las características principales que lo componen, también se mencionaran los tipos de losas de concreto que pueden existir; se hará referencia a cada una de las características que las componen.

Por otra parte es importante tener conocimiento sobre el tipo de suelo de desplante y el cuerpo completo de un pavimento, por lo que se hablará sobre los diferentes tipos de estabilizantes que se pueden usar en suelos de baja calidad; en este apartado se mencionaran las características principales de cada estabilizante que se pueda aplicar, según sea el caso.

Se hablara sobre las especificaciones y métodos de diseño para pavimentos rígidos, así como de los materiales que conforman la estructura de un pavimento rígido; y por último de cada uno de los elementos que componen la fabricación del concreto hidráulico.

### **1.1. Definición y características de un pavimento rígido.**

Una primera definición; se define como pavimento a la superestructura de una obra vial que hace posible la circulación de los vehículos, con la seguridad y economía requerida por los usuarios analizada o prevista por el proyecto.

Otra definición dice; un pavimento rígido, es el conjunto de capas de material seleccionado, que reciben en forma directa las cargas del tránsito y las transmiten a

los estratos inferiores en forma disipada, proporcionando una superficie de rodamiento, la cual debe funcionar eficazmente. En este mismo caso, el pavimento de concreto hidráulico, está constituido por una losa que es relativamente delgada que esta apoyada sobre una subbase, y en ocasiones directamente sobre la capa de subrasante, únicamente cuando ésta es de muy buena calidad y se cuenta con un tránsito muy ligero.

Las condiciones necesarias para el adecuado funcionamiento de un pavimento rígido son las siguientes: Ancho de calzada, alineamiento horizontal y vertical, resistencia adecuada a los esfuerzos destructivos del tránsito provocados por las cargas, evitando fallas y agrietamientos, fricción adecuada entre el vehículo y el pavimento aún en condiciones húmedas; así como a las condiciones climatológicas que se presenten tales como cambios de temperatura, lluvia, viento, gases contaminantes, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), entre otros.

Debido a que los esfuerzos en un pavimento decrecen con la profundidad, se deberán colocar los materiales de mayor capacidad portante, en las capas superiores, siendo de menor calidad los que se colocan en las terracerías además de que son los materiales que más comúnmente se encuentran en la naturaleza, y por consecuencia resultan los más económicos.

La división en capas que se hace en un pavimento, obedece a un factor económico, ya que cuando determinamos el espesor de una capa, el objetivo es darle la dimensión mínima para que reduzca los esfuerzos sobre la capa inmediata inferior. La resistencia de las diferentes capas no solo dependerán del material que la

constituyen, sino también resulta de gran influencia el procedimiento constructivo; siendo dos factores importantes la compactación y la humedad, ya que cuando un material no se acomoda adecuadamente, éste se consolida por efecto de las cargas y es cuando se producen deformaciones permanentes. Estas deformaciones permanentes se manifiestan en forma de asentamientos del terreno, este tipo de desperfectos se presenta en la estructura interna del concreto, ocasionando agrietamientos en el concreto hidráulico y a su vez provoca que la superficie deje de ser totalmente horizontal, perdiendo por lo antes mencionado su confort. Es importante cuidar el aspecto constructivo, ya que muchos accidentes automovilísticos son ocasionados en la mayoría de sus casos por este tipo de problemas.

El uso del pavimento rígido en carreteras y vías urbanas, brinda un mantenimiento menor a los vehículos del usuario, esto significa ahorro y menos trabajos de mantenimiento para las unidades. Por otra parte, para que un pavimento opere adecuadamente, las losas de concreto deben resistir además de los esfuerzos provocados por el tránsito, los esfuerzos provocados por los cambios de humedad, así como los cambios volumétricos de los materiales que sirven de apoyo. Con esto, concluimos que las características estructurales de las losas dependen fundamentalmente de su espesor y de la calidad del concreto hidráulico.

Además de las características estructurales ya comentadas, el pavimento debe satisfacer determinados atributos funcionales, los cuales se mencionan a continuación:

- Resistencia al derrapamiento, obtenida mediante una adecuada textura superficial.
- Regularidad superficial tanto longitudinal como transversal.
- Eliminación rápida del agua en la superficie del pavimento.
- Bajo nivel del ruido tanto para usuario como para el entorno. Bajo nivel de desgaste de las llantas de los vehículos.
- Condiciones adecuadas de durabilidad de los aspectos anteriores, que inciden en el nivel de mantenimiento requerido.
- Adecuadas propiedades de reflexión luminosa.
- Resistencia al efecto del derrame de combustible y aceite.
- Posibilidad de pintar marcas viales (señalamiento).
- Buena apariencia.

Uno de los principales factores por lo que no se trabajaba con el concreto hidráulico en la construcción de pavimentos, sin lugar a duda era su propio costo. En la actualidad los costos de materiales, concreto hidráulico y concreto asfáltico son equiparables por que además de efectuar un análisis integral de costos, considerando los de mantenimiento u operación se podrán identificar fácilmente aquellos casos en que es francamente evidente la conveniencia de hacer uso de pavimentos rígidos.

Otro aspecto que es importante que se mencione, es que cada día se cuenta con equipos modernos, que poseen una tecnología de punta y alto rendimiento lo que ha influido de manera importante tanto en los costos de construcción, como en la

calidad de los pavimentos. Los pavimentos elaborados a base de concretos hidráulicos, poseen una alta ventaja competitiva en lo que se refiere a su ciclo de vida, mantenimiento, durabilidad e inversión. Se ha comprobado que es indeformable y contribuye a que los vehículos tengan un menor deterioro, y por lo tanto, disminuyen los costos al transporte y tiempos de viaje.

## **1.2. Componentes de un pavimento rígido.**

Un pavimento rígido esta compuesto por; **losa de concreto hidráulico** que en algunas ocasiones presenta un armado de acero, su costo inicial es más elevado que cualquier otro tipo de pavimento, debido a que para la elaboración de esta estructura de rodamiento se requieren de materiales que su costo en el mercado son elevados, en especial se hace mención del cemento, que es el componente principal que se necesita para la elaboración de dicho concreto, su periodo de vida varía entre 20 y 40 años; el mantenimiento que requiere es mínimo y este sólo se efectúa (comúnmente) en las juntas de las losas.

Es importante aclarar que el pavimento rígido está constituido principalmente por una **subrasante**, que por lo general constituye la capa superior de la terracería y en la mayoría de los casos esta capa es parte del propio terreno natural que se encuentra en el lugar de construcción o de lo contrario, si no se cuenta con una superficie que cumpla con las características requeridas para garantizar un estrato firme, y no sea capaz de soportar los esfuerzos que le son transmitidos, se procede a trabajar con material de banco seleccionado y de esta manera obtener una buena capa de material que sea capaz de soportar lo ya antes indicado.

En el proceso de construcción de un pavimento de concreto hidráulico otro de los elementos que constituyen a este, es la **subbase**, que tiene como función principal; controlar los cambios volumétricos de la subrasante, la capa de subbase dentro del proceso de operación brinda una superficie que es estable para el colado de concreto, porque proporciona soporte para las losas de concreto por colar.

El material del que está compuesta dicha subbase, por lo general, son materiales granulares no cementados; cuando se tiene un tránsito muy intenso es indispensable hacer una estabilización, que por lo general se realiza a base de cemento Pórtland, con el fin de que se eviten erosiones en la capa, otro proceso de encontrar la estabilización es recurriendo a subbases, compuestas por gravamento y aún por otro lado subbases de concreto pobre.



**Foto 1.1** Ejemplo extremo de fracaso de un pavimento por suelos inestables. Independientemente del tipo de pavimento que se tenga. (www.lime.org;2006)

Se entiende por estabilización de suelo al proceso mediante el cual se someten los suelos naturales a cierta manipulación ó tratamiento de modo que

podamos aprovechar sus mejores cualidades, obteniéndose un firme estable, capaz de soportar los efectos del tránsito y las condiciones de clima más severo. La estabilización también permite aumentar la compacidad e un suelo blando, además de aumentar su capacidad al esfuerzo cortante, disminuye su permeabilidad; las tres formas de lograr una mayor resistencia al terreno, o bien disminuir su plasticidad serán mencionadas a continuación.

### **1.2.1. Estabilización Física.**

Esta forma se utiliza para mejorar el suelo produciendo cambios físicos en el mismo. El método que se describe a continuación es el que mas se aplica para la estabilización de suelos.

- Mezclas de Suelos: este tipo de estabilización es de amplio uso pero por si sola no logra producir los efectos deseados, necesitándose siempre por lo menos la compactación como complemento. Por ejemplo, los suelos de grano grueso como las gravas-arenas tienen una alta fricción interna lo que lo hacen soportar grandes esfuerzos, pero esta cualidad no hace que sea estable como para ser firme de una carretera ya que al no tener cohesión sus partículas se mueven libremente y con el paso de los vehículos se pueden separar e incluso salirse del camino. Las arcillas, son un caso contrario ya que tienen una gran cohesión y muy poca fricción lo que provoca que pierdan estabilidad cuando hay mucha humedad. La mezcla adecuada de estos dos tipos de suelo puede dar como resultado un material estable en el que se puede aprovechar la gran

fricción interna de uno y la cohesión del otro para que las partículas se mantengan unidas.

### **1.2.2. Estabilización Química.**

Se refiere principalmente a la utilización de ciertas sustancias químicas patentizadas y cuyo uso involucra la sustitución de iones metálicos y cambios en la constitución de los suelos involucrados en el proceso.

- Cal: disminuye la plasticidad de los suelos arcillosos y es muy económica.
- Cemento Portland: aumenta la resistencia de los suelos y se usa principalmente para arenas o gravas finas.
- Productos Asfálticos: es una emulsión muy usada para material triturado sin cohesión.
- Cloruro de Sodio: impermeabilizan y disminuyen los polvos en el suelo, principalmente para arcillas y limos.
- Cloruro de Calcio: impermeabilizan y disminuyen los polvos en el suelo, principalmente para arcillas y limos.

De la misma manera que los agentes anteriores que intervienen para mejoramiento de suelo para soportar una estructura de concreto hidráulico; es importante señalar los tipos de estabilizadores con los que se cuenta para pavimentos de concreto asfáltico, los cuales presentamos a continuación:

- Escorias de Fundición: este se utiliza comúnmente en carpetas asfálticas para darle mayor resistencia, impermeabilizarla y prolongar su vida útil.

- Polímeros: este se utiliza comúnmente en carpetas asfálticas para darle mayor resistencia, impermeabilizarla y prolongar su vida útil.
- Molienda de Hule de Neumáticos: este se utiliza comúnmente en carpetas asfálticas para dar mayor resistencia, impermeabilizar y prolongar su vida útil.

### **1.2.3. Estabilización Mecánica.**

Con esta técnica se logra mejorar considerablemente un suelo sin que se produzcan reacciones químicas de importancia.

- Compactación: este mejoramiento generalmente se hace en todas las capas de la estructura del pavimento.

En seguida se presentará una descripción de la forma en que interactúan las partículas al estar en contacto con cualquiera de estos agentes, cada estabilización requiere de un proceso de colocación para lograr un buen resultado, el cual deberá ser de la manera que se indica a continuación.

### **1.2.4. Estabilización con Cal.**

La cal hidratada es el agente estabilizador que se ha usado más profusamente a través de la historia, pero solo recientemente se han hecho estudios científicos relacionados a su empleo como estabilizador de suelos y se han cuantificado sus magníficos resultados.

Cuando tenemos arcillas muy plásticas podemos disminuir dicha plasticidad y consecuentemente los cambios volumétricos de la misma asociados a la variación en

los contenidos de humedad con el solo hecho de agregarle una pequeña proporción de cal. Este es un método económico para disminuir la plasticidad de los suelos y darle un aumento en la resistencia. Los porcentajes por agregar varían del 2% al 6% con respecto al suelo seco del material para estabilizar, con estos porcentajes se consigue estabilizar la actividad de las arcillas obteniéndose un descenso en el índice plástico y un aumento en la resistencia. Es recomendable no usar más del 6% ya que con esto se aumenta la resistencia pero también tenemos un incremento en la plasticidad. Los estudios que se deben realizar a suelos estabilizados con cal son: Límites de Atterberg, granulometría, valor cementante, equivalente de arena, VRS, compresión. Como especificamos anteriormente, la dosificación dependerá del tipo de arcilla, se agregará de 1% al 6% de cal por peso seco. Este porcentaje debe determinarse en el laboratorio, pero en la mayoría de los casos se requiere de un porcentaje cerca del 3%.



**Foto 1.2.** Comparación de arcilla plástica sin tratar y arcilla tratada con cal, después de la mezcla inicial y fraguado. (www.lime.org;2006)

La capa inferior a la que se va a estabilizar, deberá estar totalmente terminada, el mezclado puede realizarse en una planta adecuada o en campo, obteniéndose

mejores resultados en el primer caso, la cual puede agregarse en forma de lechada, a granel o en sacada. Si se agrega en forma de lechada, ésta se disuelve en el agua de compactación, la que se incrementa en un 5%.

Cuando se efectúa el mezclado en el campo, el material que se va a mejorar deberá estar disgregado y acamellonado, se abre una parte y se le agrega el estabilizador distribuyéndolo en el suelo para después hacer un mezclado en seco, se recomienda agregar una ligera cantidad de agua para evitar los polvos.

Después de esto se agrega el agua necesaria y se tiende la mezcla debiendo darle un curado de hasta 48 horas de acuerdo con el tipo de arcilla de que se trate.

Se tiende la mezcla y se compacta a lo que marca el proyecto para después aplicarle un curado final, el cual consiste en mantener la superficie húmeda por medio de un ligero rocío.

Se recomienda no estabilizar cuando amenace lluvia o cuando la temperatura ambiente sea menor a 5 °C, además se recomienda que la superficie mejorada se abra al tránsito vehicular en un tiempo de 24 a 48 horas.



**Foto 1.3** La capa estabilizada con cal soporta la erosión, ilustrando la resistencia. (www.lime.org;2006)

#### **1.2.5.- Estabilización con Cemento.**

Al mejorar un material con cemento Pórtland se piensa principalmente en aumentar su resistencia, pero además de esto, también se disminuye la plasticidad, es muy importante para que se logren estos efectos, que el material por mejorar tenga un porcentaje máximo de materia orgánica del 34%.

En este orden hay que tomar en cuenta las aptitudes intrínsecas del suelo para la estabilización como son la Granulometría, lo que implica que los suelos a mejorarse no deben contener piedras de tamaño superior a 60 mm (es decir, que el porcentaje que pasa por el tamiz No.200 sea menor del 50%); y la Plasticidad, lo que determinará la calidad de las arcillas, estableciendo un Límite Líquido menor de 50% pero mayor que 40% y un Índice de Plasticidad menor de 25% pero mayor que 18%.

Al mejorar un material con cemento Pórtland tiende principalmente a aumentar su resistencia, pero además de esto, también se disminuye la plasticidad. Por lo general, la capa que se estabiliza tiene un espesor de 10 a 15 cm y podrá coronarse con una capa de rodamiento de poco espesor (ya sea para tránsito ligero o medio); también podrá servir de apoyo a un pavimento rígido o flexible de alta calidad.

El éxito de la estabilización con cemento depende de tres factores:

- Contenido apropiado de cemento.
- Contenido apropiado de humedad.
- Adecuada compactación.

Existen dos formas o métodos para estabilizar con cemento Pórtland, una es la llamada estabilización del tipo flexible, en el cual el porcentaje de cemento varía del 1% al 4%, con esto solo se logra disminuir la plasticidad y el incremento en la resistencia resulta muy bajo, las pruebas que se les efectúan a este tipo de muestras son semejantes a las que se hacen a los materiales estabilizados con cal.

Otra forma de mejorar el suelo con cemento, se conoce como estabilización rígida, en ella el porcentaje de cemento varía del 6% al 14%, este tipo de mejoramiento es muy común en las bases, ya que resulta muy importante que éstas y la carpeta presenten un módulo de elasticidad semejante, ya que con ello se evita una probable fractura de la carpeta, ya que ambos trabajan en conjunto; para conocer el porcentaje óptimo a emplear se efectúan pruebas de laboratorio con diferentes contenidos de cemento, los ensayos se realizan de la siguiente manera:

- Lo primero que hay que hacer es identificar el suelo.
- Determinación del contenido mínimo de cemento y la humedad óptima de compactación, con lo siguiente: se toma una muestra de suelo, se seca y se pulveriza hasta que pase por la malla No. 4 para los suelos finos y se mezcla con diferentes contenidos de cemento (entre 8% y 16% por volumen). Para cada contenido de cemento se preparan 4 probetas compactadas a densidad máxima, dos para la prueba de humedad y secado y dos para la prueba de resistencia a la compresión a diferentes edades. Todas se dejan fraguar en cámara fría por 7 días.

El procedimiento constructivo es uno de los factores mas importantes para tener buenos resultados en el mejoramiento de suelos los pasos a seguir se marcan a continuación.

- Limitación de la Zona de Trabajo. Si además de suelo nativo se utiliza suelo de aportación, éste deberá esparcirse sobre la superficie en cantidad suficiente para lograr la proporción adecuada de la mezcla. Si solo se usa suelo nativo se procede a cortar el material a la profundidad de la capa a estabilizar, para esto se pasa varias veces el escarificador. Si el suelo es arcilloso, presentará resistencia a pulverizarse, por lo que será necesario romper los terrones antes de pulverizarlo
- Distribución del Cemento. La distribución del cemento se puede hacer mecánicamente, pero la forma más adecuada para lograr una distribución uniforme es haciéndolo manualmente y utilizando el cemento en fundas no a

granel. Conviene comenzar la distribución del cemento a una hora del día en que la temperatura no sea inferior a los 5 °C y se espere que vaya en aumento.

- Mezclado Uniforme. La mezcla deberá ser homogénea y para lograrlo se debe pasar varias veces el escarificador hasta la profundidad deseada. El agua es muy importante en el proceso de endurecimiento del cemento; por lo tanto, debemos preservarla evitando su evaporación, para ello, se debe hacer un riego asfáltico en proporción de 0.15 a 0.30 g/m<sup>2</sup>. Hay dos tipos de mezcla: Mezcla en Seco y Mezcla Húmeda: La Mezcla Seca consiste en una vez distribuido el cemento se procede a mezclarlo con el suelo hasta lograr la homogeneidad requerida. La Mezcla Húmeda es la más usada y es en la que a la mezcla se le adiciona agua.

#### **1.2.6.- Principales características de los pavimentos de concreto hidráulico.**

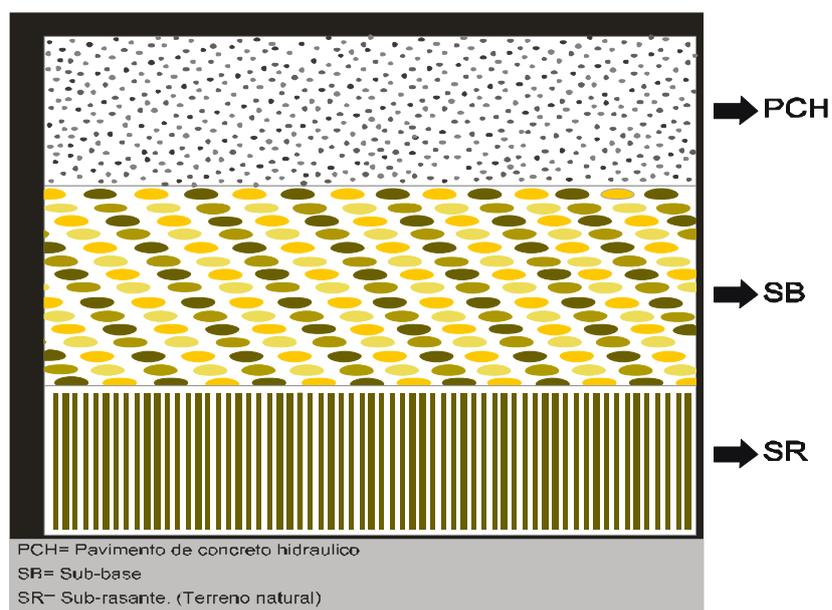
Como ya se ha mencionado la capas de subrasante y subbase son parte fundamental para dar sustento y uniformidad a las losas de concreto hidráulico.

El espesor más utilizado en las losas de concreto son, 15 cm para cuando se tiene un tránsito ligero; y este tiende a aumentar conforme se presentan condiciones de tránsito más pesado y llega a tener espesores de hasta 40 cm para el caso de autopistas y carreteras con un alto nivel de tránsito pesado requiriendo además concretos homogéneos y de alta calidad, con un Módulo de Ruptura o resistencia a la tensión por flexión no inferior a 35 kg/cm<sup>2</sup>, comúnmente 40 kg/cm<sup>2</sup> o más.

La siguiente figura muestra la conformación de una estructura de pavimento hidráulico la cual está compuesta por una subrasante, una capa de concreto pobre la cual se usa en ocasiones como una base para la capa de concreto hidráulico que será la superficie de rodamiento. Este tipo de estructuras por lo general son implementadas para un tránsito bajo.



**Figura 1.1.** Ejemplo de materiales en la conformación de un pavimento rígido. (<http://members.fortunecity.es/100pies/colaboraciones/pavimento.htm>)



**Figura 1.2.** Número de capas requeridas para tener la conformación de la estructura interna de la que esta compuesto un pavimento de concreto hidráulico.

A continuación se presentan dos diseños de pavimento, en los cuales podemos ver como se transmite la carga hacia las capas inferiores y la manera en que está se disipa, la transmisión de la carga o los esfuerzos inducidos, se muestran de color rojo.



**Figura 1.3.** Disipación de la carga tanto para pavimentos rígidos y flexibles.  
([www.facingyconst.blogspot.com/2006/03/pavimentos-hidraulicos.html](http://www.facingyconst.blogspot.com/2006/03/pavimentos-hidraulicos.html))

“En un pavimento rígido, el concreto absorbe gran parte de los esfuerzos que se ejercen sobre el pavimento, mientras que en el pavimento flexible, este esfuerzo es transmitido hacia las capas inferiores.” Esto según la dirección web siguiente:  
([www.facingyconst.blogspot.com/2006/03/pavimentos-hidraulicos.html](http://www.facingyconst.blogspot.com/2006/03/pavimentos-hidraulicos.html))

Lo cual demuestra claramente que los pavimentos rígidos proporcionan una mayor y mejor capacidad portante que se distribuye a través de las capas subyacentes a la losa de Concreto Hidráulico, disminuyendo los esfuerzos actuantes hasta llegar al terreno natural.

Se tienen diferentes tipos de pavimentos a base de concreto hidráulico, cada uno por igual tiene su propio proceso constructivo; debido a su estructura interna los pavimentos se dividen de la siguiente manera:

- Concreto simple vibrado.
- Concreto reforzado.
- Concreto preesforzado.
- Concreto fibroso.
- Concreto compactado con rodillo.
- Sobrelosas de concreto hidráulico.

A continuación, se mencionarán las características más significativas de cada uno de estos pavimentos para tener una perspectiva más amplia sobre el tema trabajado y así adquirir los conocimientos necesarios, respecto a las características y formas de supervisión que cada uno requiere.

#### **1.2.7. Losas de concreto simple vibrado.**

Por lo general, son los pavimentos más empleados en la actualidad están compuestos por concreto hidráulico que generalmente es vibrado en masa a la hora de su colocación, está dividido por juntas longitudinales y transversales con la finalidad de obtener elementos generalmente cuadrados para que con esta sección se obtenga una mejor distribución de las cargas a las que se somete dicho elemento ó con relación largo/ancho de entre 1,0 a 1,4; lo más común en este tipo de trabajos es que la separación a la que debe estar entre juntas normalmente varía entre cuatro y seis metros.

#### **1.2.8. Losas de concreto reforzado.**

Los pavimentos, donde se usa Concreto Reforzado son aquellos que en su estructura interna tienen un refuerzo a base de malla de alambre electrosoldada ó en

su caso de varilla corrugada, esta debe de ir posicionada de una manera muy precisa en el tercio superior del espesor de la losa, por proceso constructivo el acero se debe colocar a la separación antes mencionada porque debe cumplir con un recubrimiento efectivo, de esta manera el acero absorberá los cambios volumétricos que se presenten, así se evitará que no se tenga una unión entre las fisuras transversales, que inevitablemente se presentan en las losas largas.

“La cantidad de acero en este tipo de losas es proporcional a la longitud de las losas siendo por lo general de 2 a 3 kg/m<sup>2</sup> para losas con dimensiones de 8 a 15 m de largo.” (IMCYC; 2002: I-6). En la actualidad se ha dejado de trabajar con este tipo de concreto principalmente a base de refuerzo de acero por su alto costo, y en su defecto solo se utilizan en casos muy excepcionales como por ejemplo, cuando se requieren losas con refuerzo continuo, cuando se tiene un acceso a un centro comercial donde se presenta un constante tránsito vial que en mucho de sus casos estos mismos accesos son utilizados por vehículos de carga para proveer de producto al comercio, otro caso que se presenta es cuando se tiene un encofrado para algún canal de agua residual o de cualquier otro tipo de obra que se requiera que pasen por debajo de alguna calle o avenida. Cabe mencionar, que a pesar de que su costo es alto, este tipo de pavimentos se utiliza ampliamente en autopistas con tránsito muy pesado o en calles, avenidas y pistas de aeropuertos.



**Foto 1.4 y 1.5.** Acero de refuerzo en encofrado de canal que atraviesa a la Avenida Latinoamericana de de la ciudad de Uruapan.

### **1.2.9. Losa de concreto preesforzado y postensado.**

Las losas de este tipo son frecuentemente utilizadas tanto en pistas, como en plataformas de los aeropuertos, debido a que pese a estos fines, se han obtenido más ventajas con un comportamiento bueno, que desventajas. “Se han ejecutado sistemas de preesfuerzo y postensado con la finalidad de obtener pavimentos con capas de espesor más delgadas, con gran fortuna se han realizado obras que cuentan con más de 120 m de longitud, y que cuentan con una reducción de 50 por ciento del espesor de la losa.” (IMCYC; 2002: I-6)

### **1.2.10. Losas de concreto fibroso.**

Están compuestas por refuerzos a base de fibras de acero, de productos plásticos o de fibras de vidrio, acomodados alternadamente, con esto se llegan a obtener grandes beneficios tales como el incremento de resistencia a la tensión y la fatiga, así como también, resistencia a la fisuración controlada al impacto y mayor durabilidad. “Es necesario tener una dosificación de fibras de unos 40 kg/m<sup>3</sup> de

concreto, con esto es muy probable disminuir hasta un 30 por ciento el espesor de la losa y en su caso aumentar el espaciamiento entre juntas por lo que en muchos de los casos es conveniente su uso a pesar de su costo.” (IMCYC; 2002: I-7)

#### **1.2.11. Losas de concreto compactado con rodillo.**

Durante el proceso constructivo de este tipo de losas se puede observar claramente la poca cantidad de agua que se utiliza para este tipo de concreto hidráulico, sin embargo, se utiliza aproximadamente la misma proporción de cemento que el utilizado para el concreto vibrado. Para este tipo de pavimento, la mezcla puede ser esparcida por una maquina extendedora de concreto asfáltico y en seguida se deberá aplicar los rodillos vibratorios y neumáticos. En la actualidad, se cuenta con equipo constructivo muy sofisticado para este tipo de pavimentos, se cuenta con maquinas extendedoras especiales que producen una precompactación del concreto, con este proceso de fraguado se puede abrir el pavimento de una manera rápida al flujo vehicular.

“Para los casos de carreteras principales se recomienda hacer juntas transversales a cada 6 ó 7 metros. Sin embargo, como en la mayoría de los casos se llegan a presentar irregularidades en la superficie, esto no resulta apropiado funcionalmente para carreteras que tengan que cumplir altas especificaciones, por lo que se ha optado por colocar una capa de concreto asfáltico para proteger la superficie de rodamiento debido a que por lo general pueden presentar reflexión de grietas y que para la vida útil de nuestro concreto es conveniente impedir o minimizar.” (IMCYC; 2002: I-7).

### **1.2.12.- Sobrelosas de concreto hidráulico.**

Para este tipo de pavimentos, la mayoría de los casos en los que se presenta su colocación es cuando se quiere prolongar la vida de servicio de un pavimento ya existente el principal factor que proporciona esta estructura es actuar como un elemento de refuerzo estructural y proporciona una adecuada superficie de rodamiento. En este tipo de superficies se pueden presentar los siguientes casos:

- a. Sobrelosas de concreto hidráulico, construidas directamente sobre un pavimento rígido existente, trabajando monolíticamente.
- b. Sobrelosas de concreto hidráulico, construidas sobre un pavimento rígido existente, con una capa separadora intermedia.
- c. Sobrelosas de concreto hidráulico, construidas sobre un pavimento flexible existente, pudiendo requerir una capa reniveladora en su interfaz.” (IMCYC; 2002: I-7)

### **1.3. Especificaciones que rigen a los pavimentos rígidos.**

Las especificaciones comentadas en este inciso rigen a los pavimentos de concreto hidráulico; es importante señalar todas las características con las que debe cumplir cada uno de los materiales que se utilizan para la composición de la estructura de pavimento y la superficie de rodamiento. Las especificaciones en muchos de sus casos se apegan a los requisitos estipulados por el constructor debido a que las obras deben cumplir con un control de calidad.

En primera instancia son señaladas las especificaciones de los agregados pétreos que componen al concreto hidráulico, debido a que este es uno de los componentes, del cual esta hecha la capa de mayor importancia.

Las especificaciones son requisitos que se deben de cumplir y supervisar de una manera muy estricta, porque son la base para la obtención de cada una de las condiciones requeridas y por lo tanto obtener la calidad necesaria, para que el pavimento cumpla el tiempo de vida útil para el cual se diseño conforme al proyecto.

Para toda empresa constructora, es indispensable contar con parámetros que marquen el rumbo, y sepan guiar por las mejores instancias de ejecución a una pavimentación a base de concreto hidráulico, es por eso, que las especificaciones son y deben ser plasmadas desde un principio, es decir antes de que se tenga en proceso la construcción de la obra civil, ya que conforme al avance en el proceso de construcción, se requerirá supervisar todas y cada una de las actividades que se estén ejecutando y su supervisión será muy apegada a las especificaciones estipuladas por el constructor.

### **1.3.1. Materiales para conformar la estructura de pavimento y superficie de apoyo.**

Deberán satisfacer lo indicado en las especificaciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, "SCT" siguientes, de acuerdo con el tipo de material seleccionado:

- Norma N-CTR-CAR-1-01-002/00, Ejecución del despalme en carreteras de nueva construcción.
- Norma N-CTR-CAR-1-01-003/00, Ejecución de cortes en carreteras de nueva construcción.
- Norma N-CTR-CAR-1-04-002/03, Aspectos a considerar en la construcción de subbase y base de pavimentos para carreteras.

### **1.3.2. Agregado Grueso para fabricar concreto hidráulico.**

- a) Deberá proceder de yacimiento de roca o grava resistente, sana, dura, que no presente reactividad potencial álcali-agregado, y deberá cumplir con lo señalado en la especificación ASTM C-33, debiendo someterse a procesos de trituración y cribado.
- b) El tamaño máximo del agregado no será mayor de 5.0 cm (2”), o de la cuarta parte del espesor de la capa en que se pretenda emplear.
- c) Los límites de la granulometría deseada para la obra deben estipularse junto con las variaciones diarias permisibles dentro de las tolerancias establecidas.
- d) El agregado grueso deberá surtirse por lo menos en dos tamaños distintos para prevenir segregación: con separación por la malla de 19 mm ( $\frac{3}{4}$ ”) cuando se especifique material combinado con graduación entre las mallas de 4.76 mm (No. 4) y la de 50,8 mm de tamaño máximo nominal ó de 63,5 mm de tamaño máximo. Cuando el tamaño nominal del agregado sea 25,4 mm (1”) ó menor, no será necesaria esta separación.

- e) Los agregados deben ser manejados y almacenados de tal manera que se reduzca al mínimo la segregación, degradación, contaminación o el mezclado de diferentes clases y tamaños. El método preferido para apilar agregados gruesos, de manera de obtener una mínima segregación es mediante la construcción de almacenamientos en capas horizontales sucesivas de un metro de espesor como máximo, terminando totalmente con una capa antes de empezar con la siguiente. Si se hace necesaria la operación del equipo de acarreo sobre un almacenamiento, todas las rampas y pasos deben protegerse con entablados apropiados o usarse solo vehículos con llantas de hule, para minimizar la degradación. Cualquier material extraído de un almacenamiento que este segregado, degradado o contaminado hasta el punto de que ya no cumpla con las especificaciones, antes de usarse debe ser reacondicionado mediante mezclado, cribado o cualquier otro procedimiento aprobado.
- f) El volumen mínimo de agregados gruesos almacenados deberá ser el necesario para una jornada media de trabajo.

### **1.3.3. Agregados Finos para fabricar concreto hidráulico.**

El concreto hidráulico deberá cumplir con lo indicado en la especificación NMX-C-111 o en la ASTM C-33, debiendo tener un modulo de finura entre 2.2 y 3.1, y 30% de partículas silíceas (ASTM D-3042). Es importante que se obtenga un material que este completamente mezclado con la finalidad que se tenga una compensación adecuada de los agregados tanto gruesos como finos apegándose a las proporciones

obtenidas. Los aspectos relativos al manejo y volumen de agregados requeridos son similares a los marcados para los agregados gruesos.

#### **1.3.4. Cemento Pórtland (CPO).**

- a) Se utilizará preferentemente cemento CPO de la norma NMX-C-414 o tipo I (normal), que deberá cumplir con la especificación ASTM C-150.
- b) En los casos en que se requiera apertura rápida al tránsito se podrá utilizar CPO 40R conforme a la norma NMX-C-414 o cemento Pórtland tipo III (resistencia rápida). En casos especiales en que los pavimentos estén expuestos a acciones moderadas de sulfatos, se podrán utilizar los cementos tipo II (calor moderado), IV (bajo calor de hidratación), o V (resistencia a los sulfatos) o sus equivalentes de la norma mexicana, los cuales deberán cumplir con lo dispuesto en las especificaciones antes citadas.
- c) Podrá utilizarse cemento Pórtland puzolánico, tipo IP e IPM, para mantener bajos niveles del calor de hidratación, inhibir la reacción álcali-agregado, o cuando sea moderado el ataque de sulfatos. Estos cementos, deberán cumplir lo indicado en la especificación NMX-C-414 o en la ASTM C-595.
- d) Todo el cemento utilizado, deberá proceder de una misma fuente, a menos que el ingeniero residente permita lo contrario.
- e) El cemento se almacenará separando los diferentes tipos que se utilizarán en la obra, colocándolo en sitios adecuados protegidos contra la humedad, sobre plataformas que permitan una adecuada circulación de aire, debiendo utilizarse primero los lotes de mayor antigüedad en el almacén. Si el cemento

se almacena en silos, éstos deberán ser herméticos, evitándose la acumulación de humedad y la formación y acumulación de grumos.

- f) La cantidad mínima de cemento almacenado en cualquier momento corresponderá al consumo de jornada y media de trabajo con rendimiento normal, salvo que el sitio de procedencia se encuentre a menos de 100 km de la obra, en cuyo caso dicha cantidad podrá reducirse a una jornada de trabajo, previa autorización del ingeniero residente.

### **1.3.5 Agua.**

- a) Deberá estar libre de impurezas y siempre que sea posible se utilizará agua potable, con un pH entre 6 y 9,2 y deberá cumplir con lo dispuesto en las especificaciones NMX-C-122 o AASHTO T 26. El pH es la cantidad en porcentaje de ácidos que se encuentran en el agua, se a realizado una clasificación del nivel acido del agua siendo de la siguiente forma; El pH típicamente va de 0 a 14 en disolución acuosa, siendo ácidas las disoluciones con pH menores a 7 y básicas las que tienen pH mayores a 7 aun cuando se tiene un pH igual a 7 se obtiene por completo la neutralidad de la disolución, siendo así el disolvente agua.
- b) El volumen de agua, para almacenarse será la requerida para el consumo de jornada y media de trabajo, incluyendo la necesaria para el lavado y limpieza de los equipos.
- c) Nunca se utilizará agua con la que se realizó limpieza a las herramientas que se utilizan para fabricar concreto.

### **1.3.6- Aditivos.**

“Un aditivo se define como un producto químico que se agrega a la mezcla de concreto en cantidades no mayores de 5% por masa de cemento durante el mezclado o durante una operación adicional antes de la colocación del concreto. Los aditivos pueden ser orgánicos o inorgánicos en cuanto a su composición pero su carácter químico, que difiere del mineral, es su característica esencial.”

Para modificar o mejorar, una ó más características del concreto en estado plástico ó endurecido, se propondrá el uso de aditivos cuyo empleo esté respaldado por pruebas del laboratorio, que demuestren su eficiencia y definan su dosificación y modo de empleo.

Los aditivos más frecuentemente utilizados son los siguientes: inclusores de aire, reductores de agua, retardantes de fraguado, acelerantes de fraguado, reductores de agua de alto rango y aditivos puzolánicos. Es recomendable contar con asesoría del proveedor con respecto a la forma del uso de los aditivos, ya que si son utilizados de manera inadecuada afectaran notablemente la calidad del concreto.

Especificaciones para aditivos:

- a) No se deberán emplear aditivos sin la aprobación previa del ingeniero residente, y no deberán utilizarse hasta que las muestras de prueba con los materiales locales hayan demostrado que se alcanzan las propiedades deseadas, sin perdida posterior de resistencia o durabilidad del concreto endurecido, y que son compatibles con las temperaturas en el sitio de la obra.

b) Los aditivos propuestos deberán cumplir con las siguientes especificaciones y con otras que sean aplicables:

- Incluidores de aire en el concreto, ASTM C-260
- Aditivos químicos para el concreto, ASTM C-494

Los aditivos se clasifican por su función en el concreto. La clasificación de la Norma ASTM C 494-92 es la siguiente:

- Tipo A. Reductores de agua.
- Tipo B. Retardantes.
- Tipo C. Reductores de agua y retardantes.
- Tipo E. Reductores de agua y acelerantes.
- Tipo F. Reductores de agua de alto rango o superfluidificantes.
- Tipo G. Reductores de agua de alto rango y retardantes o superfluidificantes y retardantes.

Los anteriores se agrupan en tres grupos principales; que son: Plastificantes, Fluidificantes y Superfluidificantes.

“Plastificantes: estos son los sólidos disueltos en H<sub>2</sub>O, sus propiedades permiten más trabajabilidad, disminuye la relación entre el agua y el cemento y disminuye la segregación cuando el transporte es muy largo o cuando hay grandes masas de concreto. Estos pueden ser usados: Inyectados, proyectados o pretensados.

Fluidificantes: estos son formulaciones orgánicas líquidas, al igual que la anterior sus propiedades permiten más trabajabilidad, disminuye la relación entre el agua y el cemento. Estos pueden ser utilizados en hormigones bombeados, largos transportes u hormigones proyectados con armaduras.

Superfluidificantes: estos son formulaciones orgánicas líquidas y pertenecen a la tercera generación.”

Los aditivos tienen diferentes usos tales como modificadores de fraguado, retardantes o acelerantes de fraguado. Existen distintos tipos de acelerantes de fraguado, como los cloruros, hidróxidos, carbonatos y silicatos.

Para los retardadores de fraguado: existen dos tipos: Inorgánicos (ZnO, PbO, PO<sub>4</sub>H<sub>3</sub>, BO<sub>4</sub>H<sub>3</sub>) y Orgánicos (ácidos orgánicos, glicerina). Dependen del tipo, cantidad de cemento, dosificación y la relación entre el agua y el cemento.

- c) Se recomienda seguir las indicaciones del fabricante a fin de aprovechar las ventajas de cada aditivo, su manejo y las dosificaciones de detalle.

### **1.3.7. Concreto hidráulico.**

El concreto utilizado en la construcción de pavimentos rígidos, deberá satisfacer las características siguientes, para su correcto desempeño:

- Resistencia. Módulo de Ruptura a la tensión por flexión, determinado en vigas simplemente apoyadas y cargadas en los tercios del claro (ASTM C-78): 4MPa

(40 kg/cm<sup>2</sup>) (como mínimo para autopistas y carreteras de primer orden), para calles y avenidas (30 kg/cm<sup>2</sup>)

- Revenimiento. Deberá encontrarse entre los valores siguientes, de acuerdo con el tipo de construcción establecido, según el método NMX-C-159 o ASTM C-143.

TIPO DE CONSTRUCCIÓN	REVENIMIENTO RECOMENDADO, CM
Con cimbra deslizante	1 - 6
Con cimbra fija	4 - 7
Colocación manual	10 máximo

**Tabla 1.** Revenimientos recomendados. (IMCYC; 2002: I-32)

- Relación agua/cemento. Se propondrá entre 0,42 y 0,50, debiendo elegirse la menor posible.
- Contenido de cemento. Deberá ser como mínimo de 300 kg/cm<sup>3</sup>. Para poder asegurar un MR mínimo de 25 kg/cm<sup>2</sup>. (IMCYC; 2002: I-32)

TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO, CM	AIRE INCLUIDO %
3.8 – 5.0	5 ± 1
2.0 – 2.5	6 ± 1
0.9 – 1.3	7.5 ± 1

**Tabla 2.** Tamaño máximo del agregado y aire incluido. (IMCYC; 2002: I-32)

### 1.3.7.1. Aire incluido en el concreto.

Una pasta de concreto está compuesta por cemento Pórtland, agregados pétreos, agua y aire incluido o llamado también aire atrapado. Ordinariamente la

pasta constituye del 25% al 40 % del volumen total del concreto, usualmente para el volumen absoluto del cemento se contempla del 7% y el 15 % y para el agua entre el 14% y el 21%. El contenido de aire y concretos con aire incluido puede llegar hasta el 8 % del volumen del concreto, dependiendo del tamaño máximo del agregado grueso que por lo general este constituye aproximadamente del 60% al 75% del volumen total del concreto. Cuando el concreto fragua, su volumen bruto permanece casi inalterado, pero el concreto endurecido contiene poros llenos de agua y aire, mismos que no tienen resistencia alguna. La resistencia esta en la parte sólida, entre menos porosa sea la pasta de cemento, mucho mas resistente es el concreto. Por lo tanto, cuando se mezcle el concreto no se debe usar una cantidad mayor de agua que la absolutamente necesaria para fabricar un concreto plástico y trabajable.

#### **1.3.8. Productos para curado.**

El curado tiene por objeto conservar el agua del mezclado del concreto, para que este fragüe y endurezca en condiciones satisfactorias, y debe dársele especial atención por tratarse de un factor de gran importancia para la resistencia y durabilidad del concreto.

Inmediatamente después de terminarse la superficie de la obra, se procederá a cubrirla con una capa impermeable de algún otro producto aprobado por el laboratorio, que se aplicará finamente atomizado, por un tiempo mínimo de 24 horas, o hacer algunos de los siguientes procedimientos:

- Arena húmeda. Con un espesor de 5,0 cm (2") y manteniéndola constantemente húmeda.
- Lámina de agua. Con un tirante de 5,0 cm (2"), retenida con bordos de arcilla.
- Riego de agua. Para conservar constante y eficientemente húmeda toda la superficie.

Este curado deberá darse por 14 días si se usó cemento normal, ó 4 días si se empleo cemento de resistencia rápida, o con el uso de acelerante. Deberá cumplir con las especificaciones siguientes, de acuerdo con el tipo de producto seleccionado, debiendo además contarse con la asesoría del proveedor:

- Tela fabricada de yute, AASHTO M-182. Además, deberá estar en buenas condiciones, sin agujeros, tierra o cualquier otra sustancia que interfiera con su capacidad de absorción o que pueda producir efectos perjudiciales en el concreto. No debe utilizarse tela que no absorba fácilmente el agua cuando se moje o se rocié, o que pese menos de 240 g/m<sup>2</sup> estando limpia y seca.
- Materiales laminares para curado de concreto, ASTM C-171.
- Compuestos líquidos que formen membranas para el curado de concreto, ASTM C-309. El tipo 2, con pigmento blanco, es el que generalmente se prefiere para pavimentos de concreto. Se puede utilizar también del tipo 1, claro o translucido y del tipo 3, pigmento, de color gris claro.

### **1.3.9.- Juntas Longitudinales.**

“El pavimento se dividirá longitudinalmente en fajas de ancho variable, entre 2.50 y 3.50 metros, de acuerdo con el proyecto mediante juntas de construcción con machihembrado, que se formará con un ángulo metálico de 5 x 5 cm., colocado a la altura media del molde, que de preferencia será una sección estructural tipo canal.” ([http://sistemas.itlp.edu.mx/tutoriales/materiales/tema\\_44.htm](http://sistemas.itlp.edu.mx/tutoriales/materiales/tema_44.htm)). Al retirar los moldes y en cuanto la superficie machihembrada se encuentre lo suficientemente seca para asegurar una buena adherencia del producto a utilizar. El sistema de vaciado, será tal, que las fajas centrales queden confinadas entre elementos estructurales previamente terminados.

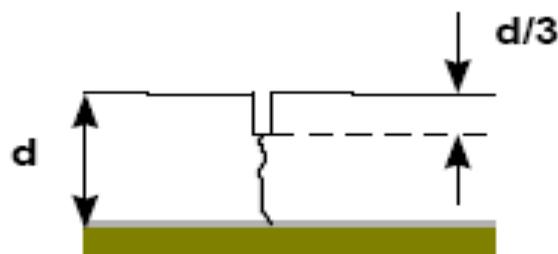
#### **1.3.10.- Productos para sellado y relleno de juntas.**

El concreto durante su etapa de fraguado se contrae y por estar apoyado sobre una superficie fija, se generan esfuerzos de tensión que a su vez producen agrietamientos. La función de realizar juntas de contracción cortadas con disco es para indicarle al concreto la ruta que deben de seguir sus agrietamientos por contracción y evitar que las grietas se propaguen en cualquier dirección.

Después del curado de las losas se procederá al corte de las juntas transversales y longitudinales con discos con punta de diamante. Este corte deberá realizarse cuando el concreto presente características de endurecimiento propias para su ejecución y antes de que se produzcan agrietamientos no controlados. Las juntas de contracción se realizan con equipo de corte con disco de diamante cuando el concreto tiene un cierto grado de endurecimiento y las contracciones son inferiores a aquellas que causan el agrietamiento (4 a 6 hr). Aproximadamente). Las cortadoras

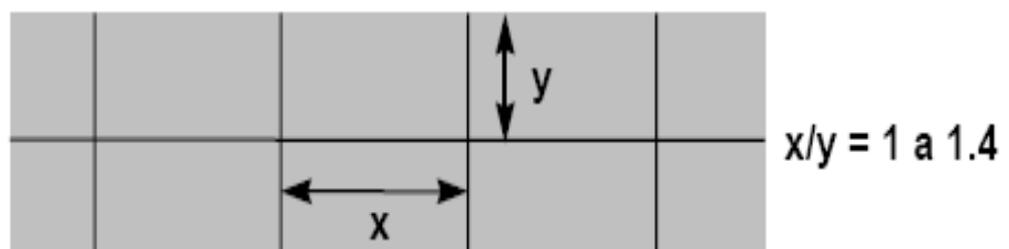
utilizadas en este tipo de proyectos deberán ser autopropulsadas y con una potencia que esté entre los 20 HP y los 40 HP. Las juntas deberán ajustarse a las dimensiones y características mostradas en el proyecto.

Los cortes deben realizarse a una profundidad de un tercio del espesor. No debe cortarse toda la profundidad de la losa ó todo su espesor. Cortar la parte superior le permite que en la parte inferior se genere una grieta que le permita transmitir fuerzas cortantes por la trabazón que existe entre los agregados del concreto entre una losa y otra.



**Figura 1.4.** Se presenta el espesor del pavimento de concreto y la distancia requerida para realizar el corte e inducir la grieta. (<http://www.cemexmexico.com/co/pdf/33Fija.pdf>)

La relación de largo/ancho de las losas debe estar entre los límites de 1.0 a 1.4, relaciones mayores originan que se generen grietas en la mitad de las losas.



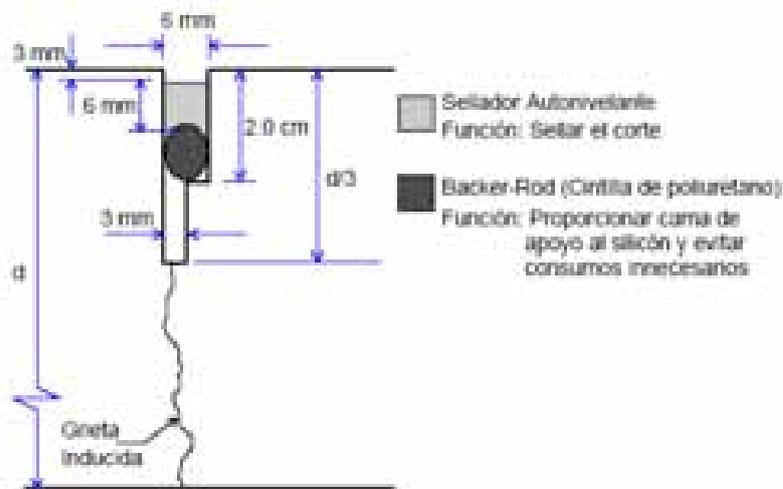
**Figura 1.5.** Relación largo / ancho para la secciones de corte.

“Deberán realizarse un primer corte para garantizar la inducción adecuada de las grietas de contracción, con un ancho de 3 mm (1/8”) utilizando un solo disco de corte y cortando a una profundidad de un tercio del espesor. Posteriormente se deberá hacer el ensanche de las juntas a 6 mm (1/4”) utilizando para esto dos discos de corte empalmados y la profundidad de este será menor de un tercio del espesor y estará regida por el factor de forma que se le vaya a dar al sellado de las juntas.”  
(<http://www.cemexmexico.com/co/pdf/33Fija.pdf>)

La limpieza de juntas se hará con agua a presión y apoyados con una rastra para dejar perfectamente limpias de material la totalidad de la junta, posteriormente se realizará el secado de la junta con aire a presión, una vez seca la junta y perfectamente libre de polvo en sus paredes, se procederá a colocar una cintilla de respaldo cuya función principal es la de minimizar la utilización del sellador e inmediatamente después se coloca el sellado dentro de la junta respetando las indicaciones del fabricante en cuanto a su factor de forma y modo de aplicación.

Es importante que el sellado sea un material autonivelante de un solo componente, elástico, resistente a los afectos de combustibles y aceites automotrices, con propiedades adherentes al concreto y que permita las dilataciones y contracciones que se presenten en las losas, sin agrietarse, debiéndose emplear productos que cumplan con lo anteriormente expuesto, los cuales deberán solidificarse a temperatura ambiente. Es necesario que el sellador se aloje por debajo de la superficie de rodamiento entre 3 mm y 6 mm con el fin de evitar que entre en contacto con los neumáticos de los vehículos y se pueda deteriorar.

La función del sellador es la de evitar que partículas incomprensibles (piedras) penetren en la junta y puedan generar desconchamientos en los bordes de las losas debido al movimiento de las mismas. Otra función es la de impedir que el agua de la superficie pueda penetrar a la estructura de soporte y evitar problemas de expulsión de finos, pérdida de soporte y reducción de resistencia del material de subbase.



**Figura 1.6.** En esta sección se pueden apreciar todas las medidas mínimas necesarias para los trabajos de ranurado y sellado de juntas para concreto.  
(<http://www.cemexmexico.com/co/pdf/33Fija.pdf>)

El sellado de juntas para pavimentos deberá cumplir con lo dispuesto en las especificaciones siguientes, aplicando según el tipo de producto seleccionado, debiendo contarse con el asesoramiento del proveedor:

- Sellador de juntas de concreto, aplicado en frío, ASTM D 1850.
- Sellador para juntas de pavimentos de concreto. Dos componentes, *elastomérico*, tipo polímero aplicado en frío. Especificación Federal SS-S-195b
- Sellador de juntas de concreto, tipo elástico, vertido en caliente, ASTM 262

a) Para el relleno de juntas de expansión:

- Rellenos preformados de juntas de expansión para pavimentos de concreto, ASTM D 1751.
- Rellenos preformados de juntas de expansión de tipo bituminoso, para pavimentos de concreto ASTM D 994.

b) Tirillas de respaldo:

- Deberá contarse con el asesoramiento del proveedor.

Con estas especificaciones se concluye el capítulo I, logrando recopilar la información más relevante para cada subtema, se ha explicado la definición y características de un pavimento rígido, sus componentes, principales características, los materiales que conforman a la estructura de pavimento y las especificaciones y técnicas de construcción para los pavimentos rígidos.

## CAPÍTULO 2

### PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS

Se le conoce a un procedimiento constructivo para una obra civil, como la forma de llevar a cabo un trabajo que está compuesto por varias actividades, las cuales tienen que llevar un orden lógico, sincronizado y de ejecución. El proceso constructivo sirve para ejecutar los trabajos de la manera más adecuada y eficaz, teniendo así resultados satisfactorios que se verán reflejados en el avance y calidad de dicha obra.

Existen varios puntos claves para llevar a cabo un procedimiento constructivo, es evidente que si algunos de los siguientes requisitos no se cumplen, el avance o desarrollo de la obra se verá afectado en los tiempos establecidos para su entrega, los puntos más importantes son:

- Proyecto geométrico.
- Especificaciones de proyecto.
- Presupuesto y calendario de obra.
- Conocimiento de los materiales a usar en la obra.
- Conocimiento de la maquinaria adecuada para la ejecución de trabajos.
- Personal capacitado para ejecutar las actividades que correspondan.
- Personal de Supervisión capacitado para el buen desarrollo de la obra.

El objetivo de supervisar el procedimiento constructivo de un pavimento rígido tiene la finalidad de corroborar que cada una de las actividades se realicen conforme a lo que indiquen las normas o especificaciones de proyecto que apliquen para determinada actividad, con esta supervisión se asegurará el control de calidad en cada una de las etapas de la obra.

Es importante que se aplique una supervisión constante y rígida que refleje con servicio y calidad la inversión destinada para está.

En este capítulo se menciona la importancia de supervisar un proceso constructivo así como las consecuencias que se tendrían si no se aplican los puntos claves ya mencionados para trabajar en un pavimento rígido, de la misma forma se comentará acerca de la normatividad que se debe aplicar a cada uno de los conceptos o actividades que se deben desarrollar para la realización de un pavimento rígido.

Hablaremos sobre las capas de materiales mejorados, que forman parte de la de las terracerías así como de la estructura de pavimento, sin dejar de mencionar la maquinaria y equipos de trabajo requeridos para la ejecución de las actividades correspondientes; finalizando con los elementos de cimbra y colado de las losas de concreto hidráulico.

Al final de este capítulo, se presentarán los aspectos relacionados con las normas ó especificaciones de calidad que deben de cumplir cada una de las etapas del procedimiento constructivo, mencionando los procesos que se deben de llevar para obtener un pavimento que cumpla con la calidad proyectada.

Se hace mención que en este trabajo de tesis, se realizó un resumen de las normas o especificaciones de las actividades de trabajo, concentrando los puntos más importantes para que la supervisión de la construcción del pavimento hidráulico cumpla con los estándares de calidad y vida útil proyectada para este tipo de Infraestructura del Transporte.

## **2.1. Normatividad.**

La Normatividad es un conjunto de documentos técnicos permanentemente actualizados, que propone criterios, métodos y procedimientos para la correcta ejecución de los trabajos que se realizan en materia de infraestructura urbana, cumpliendo con la seguridad, calidad, economía y eficiencia necesaria.

Las Normas proponen valores específicos para el diseño, las características y calidad de los materiales, de los equipos de instalación permanente, las tolerancias en los acabados; los métodos generales de ejecución, medición y base de pago de los diversos conceptos de obra y, en general, todos aquellos aspectos que se puedan convertir en especificaciones al incluirse en el proyecto o en los términos de referencia para la ejecución de las obras públicas.

Existen muchas normas y todas son muy importantes, por ejemplo, existen normas especialmente para hacer estudios de materiales empleados en terracerías, se cuenta con normas exclusivas para cumplir con la calidad de los agregados y tipos de cemento para crear un concreto hidráulico; del mismo modo se cuenta con normas que indican los requisitos y procesos que se deben seguir para la ejecución de la construcción de los pavimentos rígidos; las cuales son las que se aplicarán en este proyecto de tesis.

Como referencias, hacemos mención de algunas de las normativas más importantes del continente Americano, que rigen los procedimientos constructivos para pavimentos de concreto hidráulico, las cuales son:

- AASTHO. (American Association of State Highway and Transportation Officials.)
- PCA. (Portland Cement Association)
- ASTM (American Society of Testing Materials)

- SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transportes)
- NMX (Normas Mexicanas)

Pero para la legislación de nuestro país, la SCT es una dependencia de gobierno encargada de revisar los proyectos que se tengan contemplados en lo que se refiere a infraestructura para los diferentes modos de transporte como pueden ser: Carretero, Ferroviario, Marítimo y Aeroportuario. Así mismo, esta normativa funge como la más importante dentro de nuestro País, y es la que usaremos para el proyecto de metodología de supervisión de pavimentos rígidos, motivo del presente trabajo de tesis. Cada normatividad tiene sus propios objetivos, para nuestro caso los principales objetivos que maneja la Normativa para la Infraestructura del Transporte de la SCT, son los siguientes:

- La uniformidad de estilo y calidad en las obras públicas y en los servicios relacionados con ellas.
- “Establecer los criterios y procedimientos para la concesión de la infraestructura para el transporte.” (<http://normas.imt.mx/>)
- “Orientar la selección y aplicación de los criterios, métodos y procedimientos más convenientes para la realización de los estudios y proyectos; para la ejecución, supervisión, aseguramiento de calidad, operación y mitigación del impacto ambiental de la infraestructura durante su construcción, conservación, reconstrucción y modernización“. (<http://normas.imt.mx/>)

La SCT revisa, evalúa, aprueba y supervisa por medio de su normativa según su propósito, todos y cada uno de los proyectos que se tengan, cabe

mencionar que la normativa que esta institución maneja se presenta en tres modalidades de publicaciones distintas, denominadas como:

TIPO DE PUBLICACION	CLAVE
Normas.....	N
Manuales.....	M
Prácticas Recomendables.....	R

La normas de la SCT se obtienen consultando la dirección electrónica “www.normas.imt.mx”, a continuación presentamos una imagen de la página principal para consultar las normas antes mencionadas.



**Foto 2.1.** Pagina Web donde se consulta la Normatividad SCT. (www.normas.imt.mx)

La designación de las normas de la SCT, está estructurada de la siguiente forma:

### DESIGNACIÓN

Para la identificación de cada fascículo publicado, en la primera página se indica, además del Libro, Tema, Parte, Título y Capítulo que trata, una designación única como la siguiente:

**N-PRY-CAR-10-01-003/99**

Esta designación se ejemplifica de la siguiente manera; “de acuerdo con la Norma N-INT-2 Índice General, corresponde a la Norma (N) del Libro Proyecto (PRY) del Tema Carreteras (CAR), Parte 10, Proyecto de Señalamiento y Dispositivos de Seguridad en Calles y Carreteras, Título 01, Proyecto de Señalamiento, Capítulo 003, Diseño de Señales Preventivas, publicada en el año de 1999. “ (<http://normas.imt.mx/>)

La responsabilidad de usar la normativa está compuesta de tal forma que si en la planeación, ejecución y supervisión de las obras públicas y de los servicios relacionados con ellas, que realice la Secretaría, las especificaciones son responsabilidad del Ingeniero y de las Autoridades que las aprueben.

Aquellas Normas que se conviertan en especificaciones, deben ser atendidas obligatoriamente por todos los involucrados en la ejecución, supervisión y control de la obra pública correspondiente o del servicio relacionado con la misma, quienes son los responsables de su cumplimiento. En el caso que se demuestre mediante estudios apropiados, que una o algunas especificaciones de las establecidas en un proyecto, no sean procedentes para la ejecución de la obra, el Ingeniero o la persona física o moral que elaboró el proyecto, debe hacer los ajustes pertinentes de acuerdo con los requerimientos reales. Dichos ajustes deben ser aprobados por las Autoridades competentes de la Secretaría.

Para nuestro proyecto de la elaboración de una metodología para supervisión de pavimentos rígidos, las Normas a aplicar son las siguientes:

**LIBRO:** CTR. CONSTRUCCIÓN

**TEMA:** CAR. Carreteras

**PARTE:** 1. Conceptos de Obra

**TÍTULO:** 01. Terracerías

	Capítulo	Designación
002.	Despalme	N-CTR-CAR-1-01-002/0 0
003.	Cortes	N-CTR-CAR-1-01-003/0 0
008.	Bancos	N-CTR-CAR-1-01-008/0 0
009.	Terraplenes	N-CTR-CAR-1-01-009/0 0
011.	Rellenos	N-CTR-CAR-1-01-011/0 0
013.	Acarreos	N-CTR-CAR-1-01-013/0 0

**LIBRO:** CTR. CONSTRUCCIÓN

**TEMA:** CAR. Carreteras

**PARTE:** 1. Conceptos de Obra

**TÍTULO:** 04. Pavimentos

	Capítulo	Designación
001.	Revestimientos Estabilizados y no Estabilizados	N-CTR-CAR-1-04-001/0 3
002.	Subbases y Bases	N-CTR-CAR-1-04-002/0 3
003.	Capas Estabilizadas	N-CTR-CAR-1-04-003/0 0
004.	Riegos de Impregnación	N-CTR-CAR-1-04-004/0 0
009.	Carpetas de Concreto Hidráulico	N-CTR-CAR-1-04-009/0 6

## 2.2. Capa de la estructura de pavimentos rígidos.

La estructura de un pavimento rígido se compone de terracería, subbase y losa de concreto hidráulico; no es necesaria la base hidráulica. En algunos casos, se procede a quitar la subbase y se coloca la base hidráulica, esto principalmente en los pavimentos urbanos.

Las capas de las cuales se hablara dentro del presente capítulo, son:

*Terracerías, Subbase y base Hidráulica.*

Durante este proceso constructivo, la supervisión se tendrá que realizar de una manera estricta debido a que estos trabajos de terracerías, son de los más importantes a nivel de toda construcción, ya que es donde reside la cimentación, en este caso la estructura de pavimento rígido. Ejemplo de esto es la importancia de una buena compactación del material base, en las capas mencionadas como para cada una de las capas que conforman a la terracería y a la subbase.

Como se menciona, las terracerías y la subbase son las capas fundamentales para la estructura de cualquier pavimento, en la siguiente tabla mostramos un concentrado de las pruebas a realizar en las diferentes capas de la estructura de un pavimento rígido.

PRUEBAS A REALIZAR PARA CADA UNA DE LAS CAPAS QUE COMPONEN UN PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO.				
<i>Tipo de prueba.</i>	<i>Terreno Natural</i>	<i>Subbase</i>	<i>Base</i>	<i>Pavimento Rígido</i>
Prueba Proctor.	<b>X</b>			
Prueba Porter.		<b>X</b>	<b>X</b>	
Calidad de los Materiales.		<b>X</b>	<b>X</b>	
Muestreo de Concreto Hid.				<b>X</b>
Compresión Axial.				<b>X</b>
Grado de Compactación.	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	

En primera instancia se tiene el terreno natural que a su vez este debe de cumplir con la normatividad que le corresponde, sin dejar de mencionarlo que el

terreno natural es un componente sumamente importante para el tendido de las terracerías. Cabe hacer mención a los trabajos de supervisión que se deberán hacer para confirmar que el terreno de desplante es aceptable y no manifieste ningún problema, por consiguiente se deberá hacer un estudio de calidad de la terracería existente, demostrando que es, ó no aceptable, conforme las especificaciones de la normativa SCT; ya que esta capa debe ser capaz de soportar las condiciones de esfuerzos a las que se someterá durante su vida útil.

De las pruebas de calidad se decidirá si usar el material ubicado en el sitio de la obra si es sano para usarse como desplante de la estructura de pavimento, o si se necesita algún otro material que proceda de preferencia de un lugar cercano ò banco de material; o aún si e posible realizar alguna estabilización del mismo para mejorar sus características índices y mecánicas.

Como es de notarse la supervisión deberá encargarse de la revisión del material por medio de un laboratorio certificado, a fin de constatar si este cumple con las especificaciones solicitadas, la supervisión tiene la obligación de ensayar los materiales de las capas de la estructura de pavimento que se tienen en los patios de almacenamiento.

Cada ocasión en que se comience una nueva etapa de construcción, la supervisión tiene la obligación de conocer que es lo que se ejecutará y como se ejecutará; el supervisor tendrá la responsabilidad de hacer un recorrido a conciencia para asegurarse de las características del terreno sobre el que se construirá ó desplantarán dichas terracerías. Haciendo un orden de puntos a revisar por la supervisión, en cuanto a la ejecución de terracerías, estos estarán conformados por:

- Terreno Natural.

- Terraplenes y capa subrasante.
- Subbase.
- Según el caso, Base Hidráulica.

Recordemos que estás dos últimas forman parte de la estructura de diseño del pavimento rígido, y no de las terracerías que como se comentó anteriormente; los pavimentos rígidos no necesitan una base hidráulica, pero en los casos más comunes de carácter urbano, la subbase se cambia por la base hidráulica.

De manera general, el procedimiento de la colocación de las capas de la estructura del pavimento es el siguiente:

- Aceptación del material a emplear. El supervisor deberá comprobar que los materiales usados en la obra, cumplan con las especificaciones solicitadas por el proyecto, para lo cual se apoyará en un laboratorio de control de calidad, esto implica que tenga conocimientos generales de las pruebas que va a aplicar.
- Verificación de Niveles topográficos. Los primeros niveles que se tendrán que revisar son los niveles de corte ya que estos son la referencia más importante porque de ese nivel de corte se desplantará el espesor requerido de la estructura de pavimento. Posteriormente se revisan todos los otros niveles que corresponden a cada una de las capas posteriores. La nivelación será revisada respecto a la de proyecto.
- Verificación de la maquinaria a usar en la obra. Se realizará una inspección de toda la maquinaria de trabajo a utilizar en la obra para que cumpla con las necesidades que la obra requiere.

- Verificación de la compactación de terracerías. El supervisor deberá cerciorarse que las operaciones que se ejecutan son las adecuadas y se llevará un registro de los grados de compactación obtenidos, para que de esta manera se puedan liberar los tramos revisados. En este apartado es importante analizar la forma en que el operador del compactador realiza su trabajo, lo más sano es, que la compactación se realice de los ejes laterales al eje central con la finalidad que el material no se expanda hacia los costados y se este perdiendo. El clima, al igual que el agua, juegan un papel muy importante en el proceso de compactación, en muchas de las ocasiones uno de los problemas mas importantes para esta actividad es la lluvia inesperada que afecta directamente a las capas de la estructura de pavimento, un material totalmente saturado implica retraso en los trabajos posteriores, ya que es muy deformable y no permite su correcta compactación; de presentarse estos problemas no es posible continuar hasta tener un material con la humedad óptima de compactación designada previamente por el laboratorio de control de calidad.
- Verificación de instalaciones especiales. Se verificará que la obra cumpla con todas las instalaciones especiales que marque el proyecto, este deberá hacer un trabajo de manera minuciosa ya que en muchas ocasiones nunca se le da la atención a esta inspección. Con esta supervisión se evitara hacer trabajos posteriores, cuando ya se tiene el pavimento completamente terminado.

En seguida se presentan las normas que complementan el proceso constructivo anteriormente descrito, pero con la diferencia de incluir los diferentes

conceptos de trabajo, que se podrán utilizar en el suministro y colocación de las capas de la estructura de pavimento.

### **2.2.1. Norma N-CTR-CAR-1-01-001/00, Ejecución del desmonte en carreteras de nueva construcción.**

#### Definición y Clasificación.

“El desmonte es la remoción de la vegetación existente en el derecho de vía, en las zonas de bancos, de canales y en las áreas que se destinen a instalaciones o edificaciones, entre otras, con objeto de eliminar la presencia de material vegetal, impedir daños a la obra y mejorar la visibilidad. Cuando así lo indique el proyecto o lo ordene la Secretaría, el desmonte se complementa con el trasplante de especies vegetales, a que se refiere la Norma N-CTR-CAR-1-09-003, Trasplante de Especies Vegetales en peligro de extinción y que consiste en el traslado de un sitio a otro del individuo vegetal vivo. El desmonte comprende:

- Tala, que consiste en cortar los árboles y arbustos.
- Roza, que consiste en cortar y retirar la maleza, hierba, zacate o residuos de siembras.
- Desenraicé, que consiste en sacar los troncos o troncones con o sin raíces.
- Limpia y disposición final, que consiste en retirar el producto del desmonte al banco de desperdicios que indique el proyecto o apruebe la Secretaría.”

(<http://normas.imt.mx/>)

#### Equipo.

El equipo que se utilice para el desmonte, será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto, en cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de ejecución detallada por concepto.

#### Transporte y almacenamiento.

“Los residuos del desmonte se cargarán y transportarán al sitio o banco de desperdicios que indique el proyecto o apruebe la Secretaría, en vehículos adecuados o con cajas cerradas y protegidas con lonas.” (<http://normas.imt.mx/>)

#### Ejecución.

Previo al inicio de los trabajos, se realizará una visita de inspección para programar y determinar el tipo de equipo que se requiere de acuerdo con las características de la vegetación.

#### Delimitación de la zona de desmonte.

“En el caso de carreteras, el desmonte se hará en el derecho de vía según lo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría.” (<http://normas.imt.mx/>)

#### Medición.

“Cuando el desmonte se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sea ejecutado conforme a lo señalado en esta Norma, a satisfacción de la Secretaría, se medirá según lo señalado en la Cláusula de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*, para determinar el avance o la cantidad de trabajo realizado para efecto de pago, tomando como unidad la hectárea de desmonte terminado, según su tipo, con aproximación a un décimo (0,1).” (<http://normas.imt.mx/>)

## **2.2.2. Norma N-CTR-CAR-1-01-002/00, Ejecución del despalme en carreteras de nueva construcción.**

### Definición.

“El despalme es la remoción del material superficial del terreno, de acuerdo con lo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría, con objeto de evitar la mezcla del material de las terracerías con materia orgánica o con depósitos de material no utilizable.” (<http://normas.imt.mx/>)

### Equipo.

“El equipo que se utilice para el despalme, será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto, en cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, conforme al programa de utilización de maquinaria.” (<http://normas.imt.mx/>).

### Transporte y almacenamiento.

“Los residuos del producto del despalme se transportarán al sitio de desperdicios que apruebe la SCT, vehículos con cajas cerradas y protegidas con lonas, que impidan la contaminación del entorno o que se derramen.” (<http://normas.imt.mx/>)

### Ejecución. (Trabajos previos.)

Previo al inicio de los trabajos, se realizará una visita de inspección para programar los trabajos y determinar el tipo de equipo que se requiera.

### Delimitación de a zona de despalme.

“Antes del despalme y una vez ejecutado el desmonte como se indica en la Norma N-CTR-CAR-1-01-002/00, Desmonte, se delimitará la zona de despalme de acuerdo con lo indicado en el proyecto.” (<http://normas.imt.mx/>)

#### Medición.

Se medirá según lo señalado en la cláusula E. de la norma N-LEC-3, Ejecución de obra, para determinar el avance o la cantidad de trabajo realizado para efectos de pago, tomando como unidad el metro cúbico de despalme en el sitio mediante secciones.

### **2.2.3. Norma N-CTR-CAR-1-01-003/00, Ejecución de cortes en carreteras de nueva construcción.**

#### Definición.

“Los cortes son las excavaciones ejecutadas a cielo abierto en el terreno natural, en ampliación de taludes, en rebajes en la corona de cortes o terraplenes existentes y en derrumbes, con objeto de preparar y formar la sección de la obra, de acuerdo con lo indicado en el proyecto o lo ordenado por la secretaria.” (<http://normas.imt.mx/>).

#### Equipo.

El equipo que se utilice para la construcción de cortes, será el adecuado para obtener la geometría y selección de los materiales especificados en el proyecto, en cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de ejecución detallado por concepto.

#### Transporte y almacenamiento.

Los materiales producto de los cortes se cargarán y transportarán al sitio o banco de desperdicios que indique el proyecto. Cuando se trate de material que

no vayan a ser aprovechados posteriormente y que hayan sido depositados en un almacén temporal, trasladarlos al banco de desperdicios lo más pronto posible.

#### Ejecución.

Para la construcción de cortes se considerará lo señalado en la cláusula D. de la Norma N-LEG-3, Ejecución de obra.

#### Delimitación de la zona de corte.

“Una vez terminado el desmonte se delimitará la zona de corte mediante estacas en las líneas de ceros, de acuerdo con lo indicado en el proyecto o aprobado por la Secretaría. Los cortes se ejecutarán de acuerdo con las líneas de proyecto y sin alterar las áreas fuera de los límites de la construcción, indicados por las líneas de ceros en el proyecto. Los cortes se ejecutarán de manera que se permita el drenaje natural del corte. Si así lo indica el proyecto, los materiales producto del corte se utilizarán para construir terraplenes o arroparlos reduciendo la inclinación de sus taludes.” (<http://normas.imt.mx/>).

Medición. La construcción de cortes se medirá mediante seccionamiento y siguiendo el método de promedio de áreas extremas, tomando como unidad el metro cúbico de corte terminado, con aproximación a la unidad.

### **2.2.4. Norma N-CTR-CAR-1-01-013/00, Aspectos a considerar en el transporte de materiales aprovechables o de desperdicio, en carreteras nuevas.**

#### Definición.

“Los acarreos son el transporte del material producto de bancos, cortes, excavaciones, desmontes, despalmes y derrumbes, desde el lugar de extracción hasta el sitio de su utilización, depósito o banco de desperdicios, según lo indique proyecto o apruebe la Secretaría.” (<http://normas.imt.mx/>)

### Equipo

El equipo que se utilice para los acarreos, será el adecuado para retirar el tipo de material de que se trate, en cantidad suficiente para acarrear el volumen. Todo material que sea acarreado fuera de la obra se deberá cubrir, con la finalidad de que este no se tire y ocasione algún accidente.

### Transporte y almacenamiento.

Los acarreos se efectuarán de acuerdo con lo establecido en el proyecto o aprobado por la secretaría. Cuando la ruta del acarreo incluya carreteras o vialidades en operación, o cruce zonas habitadas y se acarreen materiales finos o granulares, su transporte se hará en vehículos con cajas cerradas o protegidos con lonas o cualquier material similar, que impidan la contaminación del entorno o que se derramen.

### Ejecución.

Para la ejecución de acarreos se considerará lo señalado en la cláusula D. de la norma N.LEC-3, Ejecución de obra y se sujetarán en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

### Medición.

“Para determinar el avance o la cantidad de trabajo realizado para efectos de pago, considerando lo siguiente.

- Acarreo libre.

El efectuado desde el sitio de extracción del material hasta una distancia de veinte (20) metros o hasta la distancia que establezca el proyecto.

- Acarreo hasta cien (100) metros.

El efectuado hasta una distancia de cien (100) metros, es decir, cinco (5) estaciones de veinte (20) metros, medida desde el término del acarreo libre.

- Acarreo hasta un (1) kilómetro.

El efectuado hasta una distancia entre ciento uno (101) y mil (1000) metros, es decir, hasta diez (10) hectómetros, medida desde el término del acarreo libre.”

(<http://normas.imt.mx/>)

### **2.2.5. Norma N-CTR-CAR-1-01-009/00, Ejecución de terraplenes en carreteras de nueva construcción.**

#### Definición.

“Los terraplenes son estructuras que se construyen con materiales producto de cortes o procedentes de bancos, con el fin de obtener el nivel de subrasante que indique el proyecto o la Secretaría, ampliar la corona, cimentar estructuras, formar bermas y bordos, y tener taludes.” (<http://normas.imt.mx/>)

#### Equipo.

“El equipo que se utilice para la construcción de terraplenes, será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto, para ello se utilizan:

- Motoconformadoras que se utilicen para el extendido y conformación de terraplenes, serán autopropulsadas, con cuchillas cuya longitud sea mayor de 3,65 (tres coma sesenta y cinco metros), y con una distancia entre ejes mayor 5,18 (cinco coma dieciocho metros).
- Tractores serán montados sobre orugas, reversibles, con la potencia y capacidad compatibles con el frente de ataque.
- Motoescrepas serán autocargables en el menor tiempo, con capacidad de ocho coma cuatro (8,4) m<sup>3</sup> como mínimo, con descarga plena.

- Cargadores frontales, autopropulsados y reversibles, de llantas o sobre orugas, con la potencia y capacidad compatibles con el frente de ataque.
- Los compactadores serán autopropulsados y reversibles. Los compactadores y vibratorios estarán equipados con controles para modificar la amplitud y frecuencia de vibración.” (<http://normas.imt.mx/>)

#### Transporte y Almacenamiento.

El transporte y almacenamiento de todos los materiales son responsabilidad exclusiva del contratista de obra y los realizará de tal forma que no sufran alteraciones que ocasionen deficiencias en la calidad de la obra.

#### Ejecución. (Trabajos previos.)

Se delimitará la zona de desplante del terraplén mediante estacas u otras, referencias, de acuerdo con lo indicado en el proyecto o aprobado por la Secretaría.

#### Tendido y conformación.

Aspectos generales.

- El material proveniente de cortes o bancos se descargará sobre la superficie donde se extenderá, en cantidad prefijada por estación de veinte (20) metros, en tramos que sean mayores a los que, en un turno de trabajo, se pueda tender, conformar y compactar o acomodar el material.
- En caso de material compactable, éste se preparará hasta alcanzar el contenido de agua de compactación que indique el proyecto o apruebe la Secretaría y obtener homogeneidad en granulometría y humedad.
- Siempre que la topografía lo permita el material se extenderá en capas sucesivas sensiblemente horizontales en todo el ancho de la sección.

### Tendido y conformación de material compactable.

Para el cuerpo del terraplén, la capa subyacente y la capa subrasante, el material compactable se extenderá en todo el ancho del terraplén, en capas sucesivas, con un espesor no mayor que aquel que el equipo sea capaz de compactar al grado indicado en el proyecto o aprobado por la Secretaría.

### Tendido y conformación con material no compactable.

A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, el material no compactable para el cuerpo del Terraplén, se humedecerá y se extenderá en todo el ancho del terraplén, en capas sucesivas, con el espesor mínimo que permita el tamaño máximo de las partículas del material; se conformará de tal manera que se obtenga una capa con superficie sensiblemente horizontal y se acomodará.

### Compactación o acomodo.

La compactación se hará longitudinalmente, de las orillas hacia el centro en las tangentes y del interior al exterior en las curvas, con un traslape de cuando menos la mitad del ancho del compactador en cada pasada.

### Medición.

“Cuando la construcción de terraplenes se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sea ejecutada conforme a lo señalado en esta norma, a satisfacción de la secretaria, se medirá según lo señale en cláusula E, de la norma N.LEG-3 Ejecución de obra. Para determinar el avance o la cantidad de trabajo realizado para efectos de pago, mediante seccionamiento y siguiendo el método de promedios de áreas extremas.” (<http://normas.imt.mx/>)

## **2.2.6. Norma N-CTR-CAR-1-04-002/03, Aspectos a considerar en la construcción de subbases y bases de pavimentos para carreteras.**

### Definiciones.

#### ***Subbase.***

“Capa de materiales pétreos seleccionados que se construye sobre la subrasante, cuyas funciones principales son proporcionar un apoyo uniforme a la base de una carpeta asfáltica o a una losa de concreto hidráulico, soportar las cargas que éstas le transmiten aminorando los esfuerzos inducidos y distribuyéndolos adecuadamente a la capa inmediata inferior, y, prevenir la migración de finos hacia las capas superiores.

#### ***Base.***

Capa de materiales pétreos seleccionados que se construye generalmente sobre la subbase, cuyas funciones principales son proporcionar un apoyo uniforme a la carpeta asfáltica, soportar las cargas que ésta le transmite aminorando los esfuerzos inducidos y distribuyéndolos adecuadamente a la capa inmediata inferior, proporcionar a la estructura de pavimento la rigidez necesaria para evitar deformaciones excesivas, drenar el agua que se pueda infiltrar e impedir el ascenso capilar del agua subterránea.

### Materiales.

Los materiales de subbases y bases, cumplirán con las Normas N-CMT-4-02-001, Materiales para subbases y N-CMT-4-02-002, materiales para Bases Hidráulicas, salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría. Los materiales procederán de los bancos indicados en el proyecto a aprobados por la Secretaría.

Cuando sea necesario mezclar dos o más materiales de dos o más bancos diferentes, se mezclarán con las proporciones necesarias para obtener un material uniforme, con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría de acuerdo a los estudios de mezclas que el laboratorio correspondiente realice.

No se aceptará el suministro y utilización de materiales que no cumplan con lo indicado en esta Norma, ni aun en el supuesto de que serán mejorados.

Si en la ejecución del trabajo y a juicio de la Secretaría, los materiales presentan deficiencias respecto a las características establecidas como se indica en esta Norma, se suspenderá inmediatamente el trabajo en tanto que el contratista de obra los corrija por su cuenta y costo. Los atrasos en el programa por este motivo, serán imputables al Contratista de Obra.

#### Equipo.

El equipo que se utilice para la construcción de subbases y bases, será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto, en cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, conforme al programa de utilización de maquinaria.

#### Transporte y almacenamiento.

El transporte y almacenamiento de todos los materiales son responsabilidad exclusiva del contratista de obra y los realizará de forma tal que no sufran alteraciones que ocasionen diferencias en la calidad de la obra.

#### Ejecución.

Para la construcción de subbases y bases se considerará lo señalado en la cláusula D. de la norma N-LEG-3 ejecución de obra.

## Medición.

Cuando la construcción de subbase o base se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sea ejecutada conforme a lo indicado en esta norma, se medirá según lo señalado en la cláusula E. de la Norma N-LEG-3, ejecución de obra, para determinar el avance o la cantidad de trabajo realizado. El volumen se calculará con base en los levantamientos topográficos a que se refiere la Fracción H.2, de esta norma, aplicando el método de promedio de áreas extremas.” (<http://normas.imt.mx/>)

### **2.3. Cimbra y maquinaria.**

La cimbra es el componente fundamental para la ejecución de una obra en proceso de construcción, es decir cuando se trabaja con material que tiene la capacidad de ser acomodado o moldeado conforme a las características del proyecto, lo mas común para lograr el objetivo de obtener una estructura uniforme y totalmente estética es el uso de la cimbra que en su defecto está puede estar hecha de dos tipos de material que son (cimbra de madera y cimbra de acero), el uso de cada una de estas dos cimbras depende mucho del uso para el que se requiera. Se puede argumentar prácticamente que la cimbra trabaja como un molde el cual se puede manipular conforme a las necesidades y condiciones que imponga un proyecto determinado, en este caso se hace el estudio para el proyecto de pavimentación de la Av. Latinoamericana de esta Ciudad.

En la actualidad se puede observar los terminados que tienen muchas de las calles construidas que se encuentran en nuestra región, podemos encontrar estructuras muy esbeltas o de lo contrario muy robustas de tamaños considerables o incluso, toques estéticos y muy sofisticados que nos muestran a grandes rangos que con el uso de la cimbra se llegan a obtener resultados

bastante parecidos a los proyectados. La cimbra típica que se utiliza en las obras de pavimentación para calles o avenidas principales dentro de esta ciudad se ilustran en las siguientes imágenes.



**Foto 2.2 y 2.3.** Cimbra utilizada en la pavimentación de la Avenida Latinoamericana

Son elementos metálicos que van de los 3 m a los 6 m de longitud, la altura de la cimbra debe de ser acorde al espesor del pavimento, se busca que la cara interior del elemento sea completamente lisa y no manifieste ninguna curvatura en todo su cuerpo.

Para la utilización de estos elementos es importante hacer una buena elección de éste para que satisfaga las necesidades que el proyecto marque. En principio la cimbra debe cumplir con ciertos requisitos adicionales a su forma estructural los cuales mencionaremos para tener un conocimiento completo acerca de esta herramienta que es tan fundamental para la pavimentación.

- De preferencia, cada sección de 3 m o 6 m debe estar sujeta al piso de apoyo con tres pernos o clavos para que durante la colocación y enrasado no sufra dislocación ni vibraciones excesivas.
- Antes de emplearse las cimbras deben estar limpias y lubricadas.
- El concreto se vaciará en moldes rígidos e indeformables, que no sufran variaciones en alineación y nivel, los moldes no se aflojarán ni removerán antes de que el concreto haya endurecido lo suficiente, para no deteriorarlo en la maniobra respectiva.

### **2.3.1. Instalación de la cimbra.**

Este aspecto es muy importante y para lo cual se tiene que poner mucha atención a la hora del montar la estructura, se debe de tener un orden y llevar una línea de control que este marcando el lugar donde debe de ir sentada la cimbra, al mismo tiempo se deberá tener en observación que se este cimbrando sobre una superficie uniforme y preferentemente sobre el material controlado que compone a la subbase o subrasante, según sea el caso, nunca se apoyará la cimbra sobre material inestable como por ejemplo fragmentos granulares o de desperdicio. Analizado esto se deberá examinar que los elementos que componen la cimbra estén completamente nivelados y anclados, de acuerdo a los cuidados que se hayan tomado de lo antes mencionado dependerá totalmente la uniformidad y el nivel del pavimento.

Antes de pasar a la etapa de colocar el concreto es necesario revisar detenidamente los niveles y alineamientos, está revisión se puede hacer de una manera muy sencilla que es mediante inspección ocular de está manera se pueden observar anomalías, sin embargo en caso de tener irregularidades menores se pueden utilizar niveles de mano y reglas de 3 m. y solamente lo que

se tiene que verificar el alineamiento horizontal respecto a las varillas de referencia exterior y los anchos de sección.

En algunos casos se puede llegar o utilizar cimbra flexible sobre todo cuando se tienen curvas con radios de giro menores a 30 m esto dificulta mucho la colocación del concreto por lo que se opta si así lo quiere la empresa por utilizar elementos de madera, sin embargo esto lleva consigo que en estos tramos no se pueda seguir con la configuración horizontal que requiere en todo el proyecto, en estos casos se procede a trabajar con equipo manual y poder solucionar el problema presentado. Y de lo contrario si se llegan a tener radios de curva menores a 30 m se tendrá la posibilidad de utilizar estructuras metálicas que tengan longitudes de 3 m con la finalidad de que se forme un arco suave y el equipo de colado maniobre sin dificultad y deje una superficie libre de irregularidades, una de las irregularidades que se pueden presentar es el alto grado de rugosidad en la plataforma de rodamiento.

### **2.3.2. Cimbra fija.**

Antes de empezar con los preparativos para el colado es necesario estar seguros de que no se tengan circunstancias que posteriormente provoquen complicaciones con las capas de apoyo de la losa, ni se presenten desperfectos con la cimbra. Con la finalidad de evitar segregaciones e incomodidades con el equipo de extendido, durante este proceso se evitará colocar demasiada mezcla al frente con esto se protegerá la cimbrado y se eliminaran los derrames de concreto que se puedan presentar durante esta actividad. En este proceso de fijación se debe tomar en cuenta que las pasajuntas tienen que quedar totalmente paralelas al eje de trazo, y luego se deben colocar unas marcas que señalen los futuros

cortes que se tendrán que hacer para la formación de juntas. Cuando la remoción de elementos de cimbrado se hace de manera apropiada, el descimbrado puede tener lugar entre las seis y las ocho horas posteriores al colado.

En primer lugar se recomienda extraer los sujetadores, con equipo mecánico o hidráulico según sea el caso y posteriormente se retiran las cimbras de manera manual, con la aplicación previa de ligeros golpes, esta actividad se tendrá que realizar con mucho cuidado de tal manera que no se presente ruptura en ninguna parte de la cara del concreto ocasionada por un apalancamiento. Una vez extraídos estos elementos se procederá a curar las caras de la orilla.

### **2.3.3. Cimbra deslizante.**

Se comprende como cimbra deslizante a la técnica de pavimentación que en dicho caso es el proceso de acomodar, consolidar, dar forma geométrica y terminar una masa de concreto hidráulico en estado fresco, mientras se desliza de manera continua una cimbra en los costados de una masa plástica de concreto. Sin lugar a duda para la realización de esta actividad se requiere de una maquina autopropulsada capaz de contener, accionar y controlar las herramientas que internamente posee para distribuir, enrasar, vibrar y terminar la masa de referencia.

### **2.3.4. Maquinaria “Equipo de trabajo”**

Existe gran variedad de maquinaria que se utiliza para la realización de pavimentos de concreto. Según sea el caso del proyecto se empleara la maquinaria que satisfaga las necesidades del trabajo, los equipos que a continuación se describirán corresponden a los empleados en la obra de

pavimentación de la Av. Latinoamericana es necesario aclarar que se puede hacer un desglose de todos los equipos que intervienen en estos procesos constructivos desde maquinaria que se necesita para la obtención de los agregados para la mezcla de concreto, hasta su terminado en la posición final de las losas. Sin embargo solo se plasmarán los equipos mecánicos que intervengan en lo que se refiere a la subrasante, subbase y superficie de rodamiento. El proceso que se llevara para conocer los equipos utilizados en la obra corresponde al avance de la misma.

### **2.3.5.- Maquinaria pesada.**

En primera instancia tenemos a la motoconformadora que es el equipo mas empleado para obtener los niveles de excavación requerida para que con la cuchilla de esta, se extienda el material que se implementara para la conformación de la estructura de pavimento.

El rodillo compactador liso que la función que realiza es compactar las capas de material que se utiliza para la estructura de pavimento. Este equipo es de los más indispensables de esta obra debido a que si no se llega a tener una buena compactación se llegaran a tener graves problemas para la superficie de rodamiento.

Se emplea una retroexcavadora que cuenta con una articulación que puede tener muchos usos tales como la mano de chango que es para hacer excavaciones concentradas es decir en un lugar determinado solamente, esta puede ser sustituida por un cincel hidráulico capas de realizar trabajos como quebrar losas de concreto viejo, trabajos que en muchas ocasiones una motoconformadora no puede hacer a pesar de que está cuenta con dientes en la

parte trasera que son capaces de desprender el pavimento que será sustituido. Otra de las ventajas de esta maquina es que tiene la capacidad de retirar el material que ya no tiene ningún uso haciendo a un lado o depositándolo directamente a los camiones de volteo para que sea retirado.

Por otro lado hay que considerar a los camiones de volteo que cuentan con la virtud de acarrear de material a la obra, lo que los hace de vital importancia, la capacidad de estos equipos es de 7 m<sup>3</sup> y 14m<sup>3</sup> según se requiera.

Las pipas de agua potable cumplen con el trabajo de aportar agua a la obra para los trabajos de humedad óptima en las compactaciones que se realizan. Es indispensable que estas unidades se encuentren en buenas condiciones de trabajo, cuentan con un aspersor en la parte trasera del camión que tiene una serie de perforaciones capaces de hacer una aspersion de agua en toda su longitud sin embargo hay casos que estas están tapadas y no se tiene una humedad uniforme.

El acarreo de concreto se realiza mediante equipos llamados ollas para concreto. Esté al igual que todos pero con un grado más de importancia tiene la función de transporta el concreto al lugar de la obra y el operador que deberá tener grandes conocimientos del producto que transporta tiene la responsabilidad de que este sea de calidad y llegue el las condiciones óptimas para su colado.

Este mezclado en camión consiste básicamente en cargar directamente los camiones mezcladores en la planta, de está manera, el conductor del camión mezclador se responsabiliza de mezclar el concreto. Éste es aceptado una vez que el camión ha cumplido con el mezclado.

Los camiones vienen equipados con contador de revoluciones y los más modernos con un dispositivo que puede estimar el revenimiento con una

aproximación de 1,2 cm. De cualquier manera esta última propiedad debe verificarse conforme a la norma.

Maquina cortadora de pavimentos. Este tipo de herramienta tiene que trabajar con agua para que el corte sea húmedo, se utilizan discos con dientes de diamante del tipo industrial, para proteger los segmentos metálicos del disco se requiere utilizar agua como lubricador y como elemento de enfriamiento. Los riesgos que se corren si no se agrega este complemento es que se sobrecaliente el disco y llegue incluso a fundirse el mismo ocasionando así la perdida de diamante.

A continuación se presentara el equipo de trabajo utilizado en la construcción de pavimento a base de concreto hidráulico para la Avenida Latinoamericana de la Ciudad de Uruapan Mich.



**Foto 2.4.** Motoconformadora.



**Foto 2.5.** Rodillo liso vibratorio.



Av. Lat. 2.6

**Foto 2.6.** Rodillo liso y retroexcavadora.



Av. Lat. 2.7

**Foto 2.7.** Pipa para abastecimiento de agua.



Av. Lat. 2.8

**Foto 2.8.** Cortadora para concreto con disco de diamante.



Av. Lat. 2.9

**Foto 2.9.** Olla revolvedora para Concreto

El equipo de menores dimensiones pero sin lugar a duda de vital importancia es el vibrador para el concreto “de tipo sumergible, el funcionamiento de éste puede ser a base de gasolina o suministro de energía eléctrica” estos equipos tienen la función de hacer que el concreto se acomode en toda la superficie con la finalidad de que se eliminen todos los espacios que se encuentran con aire, pero se deben tomar precauciones debido a que un exceso de vibrado puede llegar a ocasionar una degradación en el concreto. Al igual que el vibrador manual, también se utilizan las reglas vibratorias que la finalidad de estas es, ir dando un acomodo al concreto haciendo que este se extienda por toda la sección por colar, está herramienta de trabajo facilita y agiliza el trabajo de tendido del concreto.

A continuación se presentan imágenes de la maquinaria comentada anteriormente.



**Foto 2.10.** Regla vibratoria.



**Foto 2.11.** Vibrados sumergible.

#### **2.4. Superficie de rodamiento. “Losa de Concreto”.**

En el proceso constructivo de un pavimento rígido de calidad se toman muchos parámetros que marcan la diferencia entre pavimentos de concreto hidráulico con una buena, regular y mala calidad se les llaman parámetros a los trabajos que conforman cada una de las etapas que conlleva una obra en construcción de este tipo, cuando se tienen revisados todos los tramos de superficie y liberados por un supervisor encargado del control de calidad de la obra se procede a los trabajos de tendido de concreto en el lugar de conflicto, se deberá hacer una supervisión estricta de la manera con la que se trabajara el concreto, en efecto la manera de suministrar concreto para el colado puede ser de dos formas tanto fabricado en obra o premezclado de cualquiera de estas dos formas se deberá tener la atención adecuada para que sea un producto de calidad.

En primera instancia se empezara con la supervisión de tendido del concreto, cabe aclarar que para fines prácticos esta investigación recae en un

proyecto real como fue la remodelación de la Avenida Latinoamericana segunda etapa en la que se hará mención que el concreto con el que se trabajó fue premezclado y por lo tanto destacará la supervisión que se necesita para trabajar con este producto.

Es por esto que la supervisión encargada deberá tener todos los conocimientos de las actividades que se realicen dentro de la obra de pavimentación algunos de los puntos más destacados son los siguientes:

- Revisión de alineamientos y niveles.
- Muestreo de agregados: contenido de agua, contaminaciones, granulometría, absorción, peso volumétrico. Etc.
- Preparación y manejo de especímenes para pruebas de resistencia.
- Ejecución de ensayos de compresión simple y a flexión.
- Medición de los espesores de concreto ya colados; en este punto como en muchos otros es importante hacer una pausa y tomar en cuenta que los espesores de la losa de concreto deberán ser todos iguales como lo marque en el proyecto de lo contrario se tendrán problemas con los agrietamientos que se presentaran debido a los espesores tan variados que se tengan o se cuelen.
- Revisión de los trabajos de trazo, corte, cerrado de juntas y curado de losa.
- Características superficiales como pueden ser la rugosidad y la fricción.
- Y por último se tendrá que tener una bitácora de todas las actividades que se realizan en el transcurso del día y así poderlo asentar por escrito.

#### **2.4.1. Colocación del concreto.**

Son muchos los factores que se deben de tomar en cuenta para la buena colocación del concreto, por decirlo a si la temperatura en el medio ambiente, deberá ser una temperatura optima para que el concreto se pueda trabajar bien y para ser mas estrictos la temperatura deberá mantenerse dentro de los limites aceptables. Y por igual los tiempos de traslado entre la planta y punto de colocación, para esto se deberá hacer un estudio de cuanto tiempo tarda en llegar el concreto premezclado a la obra.

Durante el proceso de colocación se deberán verificar que las ollas de camiones mezcladores viertan totalmente el concreto. Se recomienda tener una superficie humedad que evitará que el suelo absorba la cantidad de agua que el concreto contenga, se deberá tener la precaución necesaria para que no se presenten acumulaciones de agua en la superficie, es importante que antes de comenzar con la colocación del concreto se verifique por ultima vez que la superficie se encuentre libre de contaminantes tales como basura o material producto de la subbase que se encuentre suelto sobre la superficie una vez revisados estos aspectos, se tenderá el concreto y se ejecutarán los trabajos de vibración, se recuerda que al momento de estar vibrando el concreto, la sobré vibración es el principal factor que provoca la segregación. La colocación del concreto en zona de silletas con pasajuntas las cuales ya deberán sido fijadas previamente al piso es uno de los detalles cruciales para las características de rugosidad final del pavimento. Por lo tanto se deben tomar precauciones para que las pasajuntas no se desalineen de su lugar por la necesaria colocación de concreto sobre éstas, para que no se tengan ninguna de éstas anomalías es necesario verificar que se tenga la correcta rigidez y fijación en la capa de apoyo así como el acomodo de concreto abajo y alrededor de silletas, en zona donde se

tengan juntas es indispensable tener la maquinaria de vibración e incluso tener el equipo mas sofisticado para hacer pavimentos de alta resistencia ocupando para estos casos vibradores de inmersión para pasarlo por toda la inmediación del área de la junta con la finalidad de buscar el buen acomodo de los materiales.

La vibración del concreto como ya se menciona, asegura el acomodo y una buena consolidación tratando de lograr que se tenga la mejor uniformidad posible, con esto se logran dos cosas muy importantes:

- Buena dosificación del material.
- Evitar que se presenten reacomodos descendentes al momento de dar los acabados finales a la losa.

Teniendo los cuidados necesarios se evitará que se presenten estos problemas y así se controlara adecuadamente la segregación. Sin embargo todo parece ir muy bien hasta esté punto que nos habla de cómo se debe supervisar el vaciado del concreto y las precauciones que se tomarán con el equipo empleado para el vibrado, es por eso que hay que asegurarse que los vibradores no molesten los ensambles o silletas que sostienen a las pasajuntas. Se especifica que un vibrado excesivo es el principal causante de la segregación y por consiguiente disminuye la durabilidad del concreto, esta deficiencia se manifiesta cuando escurre mortero, cuando se presenta agua o material fino en la superficie.

Para evitar estos problemas es importante revisar que los vibradores proporcionen la frecuencia especificada y que el monitoreo sea el mas optimo de tal manera que nos arroje la mejor consolidación del concreto sin provocarle segregación.

Una consolidación adecuada es aquella que deje una superficie tersa, en la que los agregados gruesos estén inmersos y solo aparezcan marginalmente en la superficie, o se encuentren inmediatamente debajo de esta última. Se deberá tener mucha atención en la consistencia que posee la mezcla al momento de colocarlo es de vital importancia que el concreto suministrado sea el proyectado para la obra, para que esté cumpla con el tamaño máximo de los agregados y revenimiento de proyecto.

Por todo lo antes mencionado los vibradores deben revisarse seguido, con el fin de identificar a los que tienen un buen funcionamiento y desechar los que ya no proporcionan buenos rendimientos, para fines de trabajos en obra es indispensable contar con varios vibradores de repuesto. En seguida se presentará la forma adecuada de operar un vibrador manual a la hora de realizar el trabajo de vibrado.



**Foto 2.12 y 2.13** Operando un vibrador desde la forma en que se sostiene hasta la manera en que éste es sumergido al concreto.

Los trabajos que corresponden a colocación, materiales para concreto, equipos, proporcionamientos, procesos constructivos, protección de obra, condiciones climatológicas, vibrado, texturizado y curado entre otras cosas son procesos regidos por la siguiente norma.

## **2.4.2. Norma N.CTR.CAR.1.04.009/04, Aspectos a considerar en la construcción de pavimentos en carreteras de nueva construcción.**

### Definición y clasificación.

“Las carpetas de concreto hidráulico, son las que se construyen mediante la colocación de una mezcla de agregados pétreos, cemento Portland y agua, para proporcionar al usuario una superficie de rodadura uniforme, bien drenada, resistente al derrapamiento, cómoda y segura. Tiene además la función estructural de soportar y distribuir la carga de los vehículos hacia las capas inferiores del pavimento; estas carpetas pueden construirse a base de:

#### Losas de concreto hidráulico con juntas

Son aquellas que se construyen mediante el colado de concreto hidráulico con juntas longitudinales y transversales, con o sin pasajuntas, para formar elementos rectangulares.

#### Losas de concreto hidráulico con refuerzo continuo

Son aquellas que se construyen mediante el colado de concreto hidráulico sin juntas transversales y con acero de refuerzo colocado longitudinalmente en forma continua con el objeto de resistir los esfuerzos a tensión, y asegurar que las grietas que se produzcan queden totalmente cerradas.

#### Losas de concreto presforzado

Son aquellas que se construyen con secciones de concreto hidráulico sujetas a compresión, mediante un sistema de preesfuerzo, con relativamente pocas juntas transversales.

### Materiales.

Los materiales que se utilicen en la construcción de carpetas de concreto hidráulico procederán de bancos indicados en proyecto o aprobados por la SCT.

No se aceptará el suministro y utilización de materiales que no cumplan con lo indicado en lo mencionado anteriormente, ni aún en el supuesto de que serán mejorados posteriormente en el lugar de su utilización por el contratista.

#### Equipo

El equipo que se utilice para la construcción de carpetas de concreto hidráulico, será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto, en cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, conforme con el programa de utilización de maquinaria, siendo responsabilidad del Contratista de obra.

#### Transporte y almacenamiento.

El transporte y almacenamiento de todos los materiales son responsabilidad exclusiva del contratista de obra y los realizará de forma tal que no sufran alteraciones que ocasionen deficiencias en la calidad de la obra, tomando en cuenta lo establecido en las normas aplicables del Título 06. Materiales para Losas de Concreto Hidráulico, de la parte 4 Materiales para Pavimentos del libro CMT.

#### Ejecución.

Para la construcción de carpetas de concreto hidráulico se considerará lo señalado en la Cláusula D. de la norma N-LEG-3, ejecución de obras.

#### Proporcionamiento de materiales.

Los agregados pétreos, el cemento Pórtland y aditivos que se empleen en la elaboración de las carpetas de concreto hidráulico, se mezclarán con el proporcionamiento necesario para producir un concreto homogéneo, con las

características establecidas en el proyecto. El proporcionamiento se determinará en el laboratorio para obtener las características establecidas en el proyecto, esta determinación será responsabilidad del contratista de obra.

El proporcionamiento de los materiales que se empleen para la elaboración de concreto, lo fijará el laboratorio. La mezcla se hará siguiendo las mismas indicaciones establecidas en el capítulo 2 pavimentos rígidos, y al concreto vaciado se le dará la mayor compactación posible por cualquiera de los sistemas conocidos. La superficie de la losa se pulirá con llana de metal o cuchara, y posteriormente, se acabará pasándole la escoba de 3 ó 5 hilos, a efecto de dejar una superficie ligeramente rugosa.

El vaciado de este concreto deberá hacerse en forma discontinua, esto es, vaciando una, la siguiente no, la tercera si, etcétera, con objeto de poder quitar los moldes una vez fraguado el concreto, y proceder al vaciado de las losas que hayan quedado pendientes, las cuales se encontraran ya confinadas por las contiguas, a este proceso constructivo se le conoce como vaciado de concreto en forma de ajedrez. El curado de estas losas deberá hacerse siguiendo las normas establecidas en las especificaciones de pavimentos de concreto.

El proceso constructivo para el vaciado de concreto que más se utiliza en la actualidad es el conocido en forma de tableros continuos, con este método se agiliza el procedimiento constructivo ya que se programan colados de concreto hasta de 100 m por día o más.

Las losas recién vaciadas deberán protegerse al paso de personas, por un espacio de 48 horas, si se usó cemento de resistencia rápida, ó 72 horas si se uso

cemento normal. Posteriormente, usando una cortadora de concreto, se harán cortes paralelos, transversales al eje longitudinal de 2 ó 3 mm de ancho y de una profundidad de 3 cm de acuerdo al espesor que esté marcado en el proyecto. Los cortes se rellenarán con cemento asfáltico ó producto elastomérico”.  
(<http://normas.imt.mx/>)



**Foto 2.14.** Se observa el corte que se realiza a la losa de concreto Cumpliendo con lo que marca el proyecto.

#### Condiciones climáticas.

Los trabajos serán suspendidos en el momento en que se presenten situaciones climáticas adversas y no se reanudarán mientras éstas no sean las adecuadas, considerando que no se construirán carpetas de concreto hidráulico:

- Sobre superficies con agua libre o encharcada.
- Cuando exista amenaza de lluvias o esté lloviendo.

#### Trabajos previos

“Si así lo indica el proyecto, cuando la carpeta de concreto hidráulico se construya sobre una capa de material pétreo, como una subbase, ésta debe estar

impregnada de acuerdo con lo indicado en la Norma N.CTR.CAR.1.04.004, Riegos de Impregnación o se colocará sobre ella una membrana de polietileno.”  
(<http://normas.imt.mx/>)

#### Elaboración del concreto hidráulico

El procedimiento que se utilice para la elaboración del concreto hidráulico es responsabilidad del Contratista de Obra, quien tendrá los cuidados necesarios para el manejo de los materiales a lo largo de todo el proceso, para que el concreto cumpla con los requerimientos de calidad establecidos en el proyecto. Durante el proceso de producción no se cambiará de un tipo de concreto a otro, hasta que las tolvas de la planta hayan sido vaciadas completamente y los depósitos de alimentación de los agregados pétreos sean cargados con el nuevo material.

#### Colado del concreto hidráulico

Después de elaborado el concreto hidráulico, será colocado extendiéndolo y consolidándolo con el equipo seleccionado para realizar el trabajo, de tal manera que se obtenga una capa de material de espesor uniforme. Sin embargo, en áreas irregulares, el concreto puede extenderse y terminarse a mano.

El colado se hará en una forma continua, utilizando un procedimiento que minimice las paradas del personal de trabajo así como de las ollas de concreto que suministran el concreto a la obra. Cuando el colado sea suspendido por más de treinta minutos, se procederá a construir una junta transversal de emergencia; no se permitirá el colado del concreto hidráulico si existe segregación. La longitud de colado del concreto hidráulico es responsabilidad del contratista de Obra, tomando en cuenta que no se colará en tramos mayores de los que puedan ser terminados y curados de inmediato.

### Vibrado

Inmediatamente después de colado el concreto hidráulico se consolidará mediante vibrado, el vibrado se hará uniformemente en todo el volumen de la carpeta, utilizando vibradores manuales, cuidando que no entren en contacto con la cimbra.

### Texturizado

Salvo que el proyecto indique otra cosa, el acabado de la carpeta de concreto hidráulico, se hará pasando sobre su superficie la rastra de texturizado y la texturizadora, o bien mediante el método de denudado químico, que consiste en rociar un retardante de fraguado sobre la superficie del concreto fresco y después de que la masa de concreto ha endurecido, aplicar un cepillado enérgico con un dispositivo de cerdas metálicas para eliminar el mortero de la superficie.

En cualquier caso, el acabado superficial proporcionará una superficie de rodamiento con la resistencia a la fricción establecida en el apartado denominado como Resistencia a la Fricción.

### Curado

Después de terminado el texturizado, cuando el concreto empiece a perder su brillo superficial, con el equipo de curado se aplicará el material que indique el proyecto para formar la membrana de curado en la superficie de la carpeta.

### Juntas

En el caso de pavimentos a base de concreto hidráulico con juntas, una vez que el concreto haya endurecido lo suficiente para que no se despostille y antes de que se formen grietas naturales por contracción, se cortara el pavimento con las dimensiones y características establecidas en el proyecto.

### Calidad del concreto hidráulico

Consiste en supervisar que los agregados pétreos, el cemento Pórtland y aditivos utilizados en el concreto hidráulico, hayan cumplido con las características establecidas al inicio de esta norma. Se revisara que las características del concreto hidráulico fresco hayan cumplido con las establecidas en el proyecto. Se revisará la resistencia a compresión axial a los siete, catorce y veintiocho días de edad en especímenes cilíndricos de concreto hidráulico.

### Resistencia a la fricción

Se harán las pruebas necesarias para que la superficie de rodamiento del pavimento de concreto construido, haya tenido una resistencia a la fricción en condiciones de pavimento mojado, igual a seis décimas o mayor, medida con el equipo Mu-Meter, a una velocidad de setenta y cinco (75) kilómetros por hora por lo menos sobre la huella de la rodada externa de cada línea de colado.

Cuando la resistencia a la fricción sea menor de seis décimas el contratista de obra, por su cuenta y costo, corregirá la superficie terminada. En cualquier caso concluida la corrección se determinaran nuevamente la resistencia a al fricción y los índices de perfil de todas las líneas de colado del subtramo, para verificar el cumplimiento de lo estipulado en contrato.

#### **2.4.3. Guarniciones de concreto.**

Se utilizarán, los mismos materiales empleados para la construcción de pavimentos de concreto, que cumplan las especificaciones respectivas, con la condición que el tamaño máximo del agregado grueso sea de 3.8 cm (1 ½)".

El proporcionamiento será fijado por el laboratorio para obtener un concreto  $f'c=210 \text{ kg./cm}^2$  como mínimo con un revenimiento no mayor de 12 cm.

La mezcla de los materiales y colocación del concreto se deberá hacer siguiendo el mismo procedimiento que indica el tema anterior que hace mención a la colocación del concreto hidráulico. Después de que el concreto ha sido colocado y vibrado, se procederá a pulir la parte superior ó corona de la guarnición, debiendo quedar con la pendiente proyectada.

#### **2.4.4. Banquetas de concreto.**

La operación inicial, para la construcción de este tipo de banqueteta consiste en conformar, consolidar y dar la pendiente de proyecto a la base, o estructura de soporte de las banquetas.

Hecho lo anterior se procederá a la colocación de la cimbra, de tal manera que las losas por colocar queden de 2 metros en sentido longitudinal de la banqueteta, y en el sentido transversal de la medida que exista entre el parámetro de construcciones y la guarnición, o la medida que marque el proyecto. Cuando el proyecto lo indique, se dejarán sin colocar 50 cm para ocasionar una faja entre las losas de banqueteta y la guarnición correspondiente a la zona de alumbrado o jardineras. Estas losas, se fabricarán de un espesor de 8 cm mínimo con concreto de  $f'c= 150 \text{ kg/cm}^2$ , y con un revenimiento no mayor de 14 cm, antes de iniciar el vaciado de concreto la base deberá humedecerse, lo mismo que la cimbra.

#### **2.5.- Acabado superficial.**

El acabado superficial es el terminado que se le da a la superficie de rodamiento, para llegar a obtener un superficie de calidad es necesario tener las

herramientas sofisticadas necesarias para la ejecución de este trabajo siempre será necesario tener muy bien controlados los tiempos de fraguado del concreto para ir efectuando las actividades de planchado, rayado rasurado etc.

### **2.5.1. Texturizado.**

La textura de un pavimento determinará la adherencia que tendrán las llantas a la superficie de rodamiento, un buen acabado en una losa de concreto hidráulico ayudara a que en condiciones extremas como la lluvia, el agua sobre la superficie fluya con mejor facilidad impidiendo que se acumule y forme una lamina de agua que alcanza un nivel critico en función de la velocidad del carro. Generalmente cuando se conduce a velocidades altas y se tiene una superficie mojada se presenta un fenómeno entre el vehículo y superficie este se conoce como hidropneumático; en el cual se llega a tener gran descontrol del automóvil. Con la finalidad de no tener este tipo de fenómenos los pavimentos de concreto se les aplica una textura superficial que debe ser compatible con la velocidad mínima, la intensidad de tráfico, la topografía, el clima y sus características geométricas.

Existen una gran variedad de texturizados sin embargo se hará una reseña del texturizado mas representativo y el más empleado para vialidades principales y caminos de alta velocidad (mayor a los 72 km/h).

Para carreteras de baja velocidad, calles o pavimentos de estacionamientos se les puede aplicar una textura buena empleando escobas de fibras duras naturales o artificiales, arrastradas transversalmente de un lado a otro procurando que se aplique en el instante en el que ya no se tenga un llovizno excesivo, por lo general las escobas se trabajan manualmente por lo practico que esto representa. También se llega a obtener buenos resultados arrastrando una tela tosca de yute

o de cáñamo sobre el concreto estando todavía en estado plástico, se asegurara que por lo menos un metro de la tela este en contacto en todo lo ancho del pavimento, este trabajo puede iniciarse tan pronto como sea posible, de preferencia se recomienda esperar un momento a que desaparezca la exudación o brillo que produce el agua en la superficie.

En caminos de alta velocidad y autopistas no es recomendable emplear equipos como los mencionados anteriormente debido a que se alcanzan altas velocidades y el texturizado que nos proporcionan no alcanza la resistencia al derrapamiento, es por eso que se debe utilizar un rastrillo con dientes de alambre que se arrastre manualmente y sea capaz de formar las ranuras especiales, que permitan el dren optimo para el flujo del agua, y mejore a la vez el contacto que tendrá la llanta con el pavimento.

Los operadores deben ser experimentados y saber cual es el momento adecuado de iniciar los trabajos de rallado para carreteras de alta velocidad y autopistas el espaciamiento recomendable para las ranuras es de 6 x 20 mm, con sección transversal de 3 x 5 mm.



**Foto 2.15** Texturizado para la superficie de rodamiento con cepillo de dientes acerados.

### **2.5.2. Rugosidad.**

Y por último, el factor que sin lugar a duda es de los más importantes y exigente para las condiciones de flujo vehicular para pavimentos rígidos bien construidos, la rugosidad, es el parámetro fundamental para calificar la calidad del derapamiento de un pavimento, ésta define el comportamiento de la superficie de rodamiento y se asocia con los aspectos de comodidad y seguridad para el automovilista.

### **2.5.3. Curado del concreto en estado fresco.**

El curado es un tratamiento que se aplica al concreto cuando este se encuentra en una etapa de endurecimiento. La finalidad de esta protección es retener el un contenido de agua y una temperatura adecuada durante un tiempo definido, inmediato a su colocación y terminado para así tener un alto porcentaje de hidratación del cemento y de la misma manera proteger la superficie contra los fenómenos ya muy conocidos asociados con la contracción ocasionados por la perdida de humedad o cambios repentinos de temperatura. Sin lugar a duda es muy importante que el concreto se encuentre a buena temperatura y esté siempre se tenga hidratado completamente, durante los primeros días de haber colado una sección de concreto la hidratación comienza a surtir efecto es por eso que se tiene que tener mucha atención para esta actividad en las que la temperatura del medio ambiente juega un papel importante que en la mayoría de los casos puede afectar significativamente dado que en este lapso de tiempo el concreto alcanza gran parte de su resistencia.

Se tienen diferentes métodos para el curado de pavimentos rígidos, pero es importante que estos se apliquen de una manera adecuada y oportuna, se hará

mención de los diferentes métodos existentes para este tipo de trabajos, el procedimiento mas empleado para estas obras debido a que para fines de esta investigación, el trabajo de curado que se le aplico a la segunda etapa de la avenida Latinoamericana fue el compuesto por líquidos que forman membranas de curado.

Modalidades para el curado y protección del concreto fresco.

- Mantas afelpadas de algodón.
- Papel impermeable.
- Cubiertas de polietileno
- Compuestos líquidos que forman membranas de curado.

El curado compuesto por líquidos que forman membranas de curado es el más usual y se aplica directamente a la superficie una vez que el brillo del agua ha desaparecido superficialmente o en su caso si las condiciones ambientales son adversas se podrá aplicar antes. Es importante que la supervisión este pendiente de esta actividad debido a que al aplicar el producto éste debe cubrir todas las áreas donde se tenga concreto, para tener mejor resultado se recomienda que al aplicar el curado se aplique con un equipo aspersor de líquidos, por lo general el fabricante recomienda la cantidad de líquido que se aplica a una determinada área, pero este va a la razón de 1 litro de por cada tres metros cuadrados de superficie. Se recomienda que durante su aplicación esté en constante agitación para asegurar una buena consistencia. Se pueden llegar a tener casos en los que el aspersor no cubra las zonas deseadas, para este tipo de situaciones se puede aplicar con un equipo manual previamente aprobado. Los costados de los pavimentos son de vital importancia para estos casos, se

recomienda que una vez retirada la cimbra se deje un lapso de 60 minutos y en seguida aplicar el curado.

#### **2.5.4. Protección del concreto.**

Deberá protegerse con barreras metálicas o señalización de tránsito de personas y vehículos, con este tipo de protección se protegerá el pavimento colocado, para cuidar la superficie colada de problemas climáticos se recomienda utilizar plásticos para proteger el texturizado, se aconseja impedir el paso por la zona de trabajo por un tiempo mínimo de 4 días si se emplea cemento de resistencia rápida, ó 14 días si es cemento normal. En los cruces de importancia, y previa autorización escrita de la oficina de pavimentos, podrán reducirse los tiempos anteriores.

La protección que se le da al pavimento hidráulico es muy importante ya que si está se protegió adecuadamente la durabilidad de la superficie será muy redituable. En seguida se presentaran imágenes donde no se tiene el cuidado adecuado y se refleja claramente los tipos de daños que presenta la superficie de rodamiento.



**Foto 2.16 y 2.17.** Texturizado de pavimento fue destruido por condiciones climatológicas ya que este no fue protegido con plásticos, de la misma manera no se colocaron barreras para impedir el paso de las personas.



**Foto 2.18 y 2.19.** El texturizado del pavimento fue destruido por no proteger la zona de trabajo con barreras para evitar el paso de las personas, en la imagen de la derecha se observa que no se tiene la preocupación por proteger el concreto fresco.

En este tema pudimos constatar la importancia que tiene de la normatividad que se implementa en cualquier pavimento de concreto hidráulico, dado que pudimos ver todas las variables que pueden afectar para la ejecución de cada uno de los procesos que conlleva la realización de un pavimento rígido.

## **CAPITULO 3**

### **METODOLOGÍA**

En el presente capítulo se hablara sobre la estructuración y el proceso de investigación que se utilizo para la presente investigación, como parte de la cuadratura de esta metodología se presenta el enfoque de la investigación posteriormente se mostrara el tipo de alcance que se tiene.

Siguiendo con los conceptos que debe contener esta metodología se encuentran los instrumentos para recopilación de datos que se utilizaron para dicho documental y por ultimo se presenta la descripción del proceso de investigación implementado para la recopilación de datos.

#### **3.1 Enfoque de la investigación.**

El enfoque de está investigación es de carácter cualitativo, el enfoque cualitativo “por lo común se utiliza primero para descubrir y refinar preguntas de investigación. A veces pero no necesariamente, se prueban hipótesis (Grinnell, 1997). Con frecuencia se basa en métodos de recolección de datos sin medición numérica, como las descripciones y las observaciones. Por lo general, las preguntas e hipótesis surgen como parte del proceso de investigación y éste es flexible, y se mueve entre los eventos y su interpretación, entre las respuestas y el desarrollo de la teoría. Su propósito consiste en “reconstruir” la realidad, tal y como la observan los actores de un sistema social previamente definido.” (Metodología de la investigación; 2003: I-5)

### **3.2 Alcance.**

Los alcances se pueden obtener de diferentes formas, sin embargo todas las investigaciones bajo el enfoque cualitativo son necesariamente de alcance exploratorio, pero también llegan a tener alcance de tipo descriptivo, correlacional (en un sentido no estadístico) y casual. Bajo este criterio se puede argumentar que los alcances se pueden obtener mediante diversas facetas de la investigación ya mencionados anteriormente pero todos con el mismo fin de lograr los alcances propuestos.

### **3.3 Diseño de la Investigación.**

El diseño de investigación constituye el plan general del investigador para obtener respuestas a sus interrogantes o comprobar la hipótesis de investigación, los diseños son estrategias con las que intentamos obtener respuestas a preguntas como: **contar, medir y describir.**

El diseño también debe especificar los pasos que habrán de tomarse para controlar las variables extrañas y señala cuando, en relación con otros acontecimientos, se van a recabar los datos y debe precisar el ambiente en que se realizará el estudio.

Los Diseños no experimentales. Son aquellos en los que el investigador observa los fenómenos tal y como ocurren naturalmente, sin intervenir en su desarrollo.

### **3.3.1 Investigación Transversal.**

El fin determinado para éste diseño de investigación es: recolección de datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Es por esta razón que el proyecto de tesis que se esta desarrollando esta definido como un diseño de investigación transversal ya que la recaudación de información fue en un tiempo definido con el propósito de describir y analizar los procesos constructivos que se lleva para la construcción de pavimentos rígidos.

### **3.4 Instrumentos de recopilación de datos.**

Se trata de una técnica de recolección de datos (denominada también observación de campo, observación directa u observación participante, aunque este último término elimina a la observación no participante) cuyos propósitos son:

A) Explorar ambientes, contextos, subculturas y la mayoría de los aspectos de la vida social.

B) Describir comunidades, contextos o ambientes, y las actividades que se desarrollan en éstos.

C) Comprender procesos, interrelaciones entre personas y sus situaciones o circunstancias, y eventos que suceden a través del tiempo.

D) Identificar problemas y generar hipótesis para futuros estudios.

La observación cualitativa implica adentrarnos en profundidad a situaciones sociales y mantener un rol activo, así como una reflexión permanente, y estar al pendiente de los detalles (no de la trivía) de los sucesos, los eventos y las interacciones.

Se tienen muchos métodos para hacer el análisis de documentos, en seguida se mencionaran los métodos mas utilizados en la investigación cualitativa.

La biografía o historia de vida es un método en el que se solicita a uno o varios sujetos que narren sus experiencias de manera cronológica, en términos generales o sobre uno o más aspectos específicos (laboral, educativo, etc.)

El entrevistador (la entrevista es el contexto en que comúnmente se utiliza este método) pide al sujeto que realice una reflexión retrospectiva sobre sus experiencias en torno a un tema o aspecto. El entrevistador de acuerdo con su criterio solicita detalles y circunstancias de las experiencias y el contexto de cada experiencia ofrecen una gran riqueza de información.

Las biografías han probado ser un excelente método para comprender las razones del éxito en los líderes históricos, y el comportamiento actual de una persona. Al igual que las entrevistas, se graban en audio o video y se analizan las ductas verbales y no verbales. Cualquier tipo de comunicación es material útil para el análisis cualitativo.

Los instrumentos que ya comentamos son algunos de los más importantes en el enfoque cualitativo. No obstante, en esta década del nuevo milenio seremos testigos de técnicas innovadoras para la recolección de datos.

### **3.5 Descripción del procedimiento de investigación.**

El procedimiento de investigación que se implemento para la estructuración de la metodología fue basada en observaciones de campo, descripción y anotación de procesos constructivos que el constructor realiza.

En primera instancia se visitó la zona en estudio y se realizó la recopilación de la siguiente información:

- Se realizó un recorrido para revisar el estado actual de la avenida, para conocer a detalle las fallas que presenta el pavimento asfáltico.
- Se revisó si existen obras de importancia tales como instalaciones especiales como luz eléctrica, fibra óptica, obras hidráulicas, canales etc.
- Del mismo modo se realizó una observación para reconocer e identificar los diferentes tipos de vegetación que se encuentra en la zona.

Toda esta información fue recabada para sustentar la metodología de esta investigación, fue necesaria la recopilación de fotografías y reportes escritos de las observaciones realizadas en campo. Se recabaron datos científicos para el desarrollo de esta investigación, tales como:

- Libros y normas especializados en pavimentos a base de concreto hidráulico, que aportaran conocimientos para la correcta ejecución y supervisión de pavimentos rígidos.
- Información del proyecto en el cual se obtuvieron, planos de proyecto geométrico, planos de estado actual, planos de secciones y perfil así como especificaciones que debe de cumplir el proyecto.

Por medio de esta información se realizó la recopilación de los datos más importantes para esta investigación y así obtener una información concreta que permita establecer las conclusiones requeridas necesarias para demostrar de una forma confiable, el cumplimiento de los objetivos generales y particulares de este análisis.

## **CAPÍTULO 4**

### **METODOLOGÍA PARA SUPERVISIÓN DE PAVIMENTOS RÍGIDOS**

La metodología se explica como “el modo de hacer con orden una cosa para llegar a un resultado o fin determinado.” (Valle; 1976:933).

Actualmente la supervisión para este tipo de obras, por parte del Ayuntamiento o contratistas son revisadas por un supervisor asignado, el cual realiza su visita a la obra en ocasiones constantemente y en algunas otras, estas son muy esporádicas. Sin lugar a duda el hecho de llevar una supervisión y no revisar cada uno de los conceptos que se están ejecutando en la obra atrae una serie de anomalías que son perjudiciales para la obra, actualmente solo se lleva una bitácora de obra en la cual solo se hacen anotaciones de las observaciones de la obra en construcción.

Es por eso que en este capítulo se presentará la estructuración a base de formatos que se le ha dado a esta metodología para la supervisión de pavimentos rígidos. Precisamente como su definición lo dice esta formulación de formatos es para lograr obtener un resultado con un fin determinado, donde este sea todo un respaldo técnico que garantice todos y cada unos de los trabajos que se ejecutaron para la construcción de una obra de este tipo.

#### **4.1.- Evaluación de proyecto ejecutivo.**

En primera instancia se deberá hacer la revisión del **PROYECTO EJECUTIVO**, la obra debe cumplir con todos los requisitos y especificaciones que se solicitan para dar inicio a los trabajos de construcción, en la estructuración de este formato al que se hace referencia, se manejaron varios apartados principales, de los cuales se desglosan conceptos que deben ser revisados para que se cumpla con lo indicado.

Cada uno de los formatos que estructuran la metodología debe de contener los datos generales de la obra para poder identificar rápidamente cual es la obra en construcción. A este apartado se le anexó una clave de expediente para detectar el formato en el que se trabaja.

Posteriormente se presenta un espacio de antecedentes para hacer una evaluación y dejar el antecedente de las condiciones en las que se encontraba la vialidad, una vez colocados los antecedentes, inician los apartados principales con cada uno de los conceptos que lo componen.

Es importante señalar que cada uno de los conceptos deben de ser revisados para conocer si este concepto **cumple** satisfactoriamente o inadecuadamente con la supervisión, para que al final de su evaluación, este nos arroje una calificación por apartado revisado. En caso de no tener una respuesta en algunos de los conceptos revisados se mostrará una nota que nos indique que **no aplica** por alguna razón ya verificada.

Se presenta una tabla donde se concentran los resultados de la supervisión, en esta se colocará la suma del puntaje obtenido, haciendo una comparación con los puntos que se podrían haber obtenido en caso de que se cumpla con todos los conceptos revisados por el supervisor, con esta diferencia

de puntuación o en su caso la totalidad, se procederá a obtener un porcentaje de resultados reales.

El porcentaje obtenido será la calificación final de la supervisión para los conceptos ya revisados, es importante ir al tabulador que se encuentra en la parte final del formato para revisar y conocer la calidad del trabajo revisado respecto al porcentaje obtenido de la supervisión, y así poder calificar el trabajo revisado como un trabajo **INACEPTABLE, DEFICIENTE, REGULAR O ACEPTABLE**.

Se pretende que todos los trabajos supervisados sean de buena calidad en caso de tener anomalías se tiene un espacio para hacer todas la observaciones pertinentes para que estas sean atendidas y solucionadas. Y por último una de las partes mas importantes de esta estructuración para supervisión de pavimentos rígidos se presenta la conciliación de firmas que debe de hacerse para que las partes más importantes que forman la estructura de una supervisión estén enterados de los trabajos que se están ejecutando y supervisando. Finalmente se anexará para cada formato una página para ilustrar las fotografías de los trabajos revisados en campo.

# FORMATO DE SUPERVISIÓN PARA PAVIMENTOS RIGIDOS.

F. 1. - P.E.

## DATOS GENERALES DE LA OBRA

<b>Tipo de Obra :</b>		<b>PROY. EJECUTIVO</b>	
<b>Localización :</b>		<b>HOJA:</b>	
<b>Constructora:</b>		Fecha de Superv.	
<b>Contratante:</b>		Fecha de Informe:	

## ANTECEDENTES

TPDA	
Ancho Calzada	
Tipo de Pav.	
Estado Actual	
Señalización	
Tipo de Falla	
Drenaje Sup.	
Obras Hidraulicas	
Tipo de vialidad	

## TOPOGRAFÍA

<b>cumple</b>	<b>si</b>	<b>no</b>		<b>si</b>	<b>no</b>	
Planta topografica			Secciones transversales			
Existen referencias de bancos de nivel			Perfil longitudinal del camino			
Niveles en intersecciones			Planta general			
Curvas de nivel			Obras de drenaje existentes			
						Calif: _____

## PROYECTO GEOMÉTRICO

<b>cumple</b>	<b>si</b>	<b>no</b>		<b>si</b>	<b>no</b>	
Ancho de calzada			Ancho de camellon			
Ancho con guarniciones			Vados			
Ancho de banquetas			Instalación especial (luz, tel, agua)			
Alineamiento horizontal			Planta de proyecto			
Alineamiento vertical			Perfil longitudinal y rasante de proyecto			
Señalamiento horizontal			Secciones de proyecto			
Señalamiento vertical			Referencias de trazo			
Señalamiento p/ protección de obra						Calif: _____

## MECÁNICA DE SUELOS

<b>cumple</b>	<b>si</b>	<b>no</b>		<b>si</b>	<b>no</b>	
Estratigrafía de los sondeos			VRS del suelo de desplante			
Tipo de suelo para desplante de la estructura			Mejoramientos de suelos			
Prof. del suelo de desplante vs NTA			Est. bancos de material a utilizar			
Profundidad y ubicación de sondeos			Est. calidad de materiales de mejoramiento			
Estudio de geotecnia de sondeos						Calif: _____

## DISEÑO DEL PAVIMENTO

<b>cumple</b>	<b>si</b>	<b>no</b>		<b>si</b>	<b>no</b>	
TPDA proyecto			Suma de ejes equivalentes			
Periodo de diseño			No. y tipo de capas de la estructura			
Tipo de pavimento			Espesor de la estructura de pavimento			
Características del concreto			Tasa de crecimiento			
						Calif: _____

## OBRAS COMPLEMENTARIAS

<b>cumple</b>	<b>si</b>	<b>no</b>		<b>si</b>	<b>no</b>	
Puente o alcantarilla			Boveda de canal lateral			
Alcantarillado Sanitario			Drenajes de viviendas			
Alumbrado público (torres o postes)			Fibra óptica de Telmex o tuberías de Pemex			
						Calif: _____

# FORMATO DE SUPERVISIÓN PARA PAVIMENTOS RIGIDOS.

**F. 1. - P.E**

DATOS GENERALES DE LA OBRA		PROY. EJECUTIVO	
Tipo de Obra :		HOJA:	
Localización :		Fecha de Superv.	
Constructora:		Fecha de Informe:	
Contratante:			

## ESPECIFICACIONES DE PROYECTO Y PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

	cumple	si	no		si	no	Calif:
Preliminares				Concreto Hidráulico			_____
Terracerías				Señalamiento			
Estructura de Pavimento				Impacto ambiental.			

## PRESUPUESTO Y PROGRAMA DE OBRA

	cumple	si	no		si	no	Calif:
Catalogo de conceptos				Prog de Obra (Maq. Equipo y Pers.)			_____
Presupuesto				Costos Basicos, Maquinaria y Equipo			
Precios Unitarios							

## RESULTADOS DE SUPERVISION

Puntos para 100% calidad	70	CALIDAD DEL TRABAJO REVISADO	<b>CALIF. FINAL.</b>	<b>0%</b>
Puntos obtenidos en esta Supervisión.	0.0			

## OBSERVACIONES:

Normas utilizadas para supervisión: N-CTR-CAR-1-01 Terracerías  
 Secretaría de Comunicaciones y Transportes. N-CTR-CAR-1-04 Pavimentos  
 N-CTR-CAR-1-04-009/04 Pavimento, carpeta de concreto hidráulico

Jefe del Dpto. Supervisión.	Director de Obras Públicas:	Supervisor de Obra:
Ing. Arq. Octavio Hernández Villafán	Ing. Francisco Juárez Talavera.	P.I.C. Omar Amezcua Sánchez.

Calificación de supervisión.  
 (0-50%) Mala calidad de la obra. (INACEPTABLE). (70-90%) Media calidad de la obra. (REGULAR).  
 (50-70%) Baja calidad de la obra. (DEFICIENTE). (90-100%) Buena calidad de la obra. (ACEPTABLE)

\*En caso de no tener una respuesta en alguno de los apartados anteriormente es porque no aplica por alguna razón ya verificada.

# FORMATO DE SUPERVISIÓN PARA PAVIMENTOS RIGIDOS.

**F. 1. - P.E**

DATOS GENERALES DE LA OBRA		PROY. EJECUTIVO	
Tipo de Obra :		HOJA:	
Localización :		Fecha de Superv.	
Constructora:		Fecha de Informe:	
Contratante:			

## Informe fotográfico para complemento de la supervisión del Proyecto Ejecutivo.



Fotos (Las fotos se colocaran en el caso practico capítulo 5)



Fotos (Las fotos se colocaran en el caso practico capítulo 5)

### TEXTO

---

---

---

---

---

---

---

#### **4.2.- Evaluación de terracerías.**

La estructuración de este formato esta basada en tres aspectos fundamentales, el primero menciona la **TOPOGRAFIA**, para llegar a obtener una eficiencia en este concepto es muy importante una vez que se inicia con los trabajos del levantamiento topográfico ir tomando e ir dejando fijos algunos bancos de nivel ubicados estratégicamente. Posteriormente se deberá tener cuidado de respetar los niveles que componen la estructura de las terracerías como son niveles en terreno natural y capa de subrasante.

Acompañado de la topografía se procederá a revisar aspectos que forman parte del **PROYECTO GEOMETRICO**, que son importantes dado que al ir supervisando este concepto se comprobará si los anchos de calzada, camellón, alineamiento horizontal, obras de drenaje, bombeo transversal y señalamiento para protección de obra se están respetando como lo indica los planos de proyecto geométrico.

Es necesario hacer la supervisión de **CONTROL DE CALIDAD** de las capas que componen a las terracerías. A esta instancia ya se debe de contar con un laboratorio para llevar el control y calidad de los materiales implementados en la obra, se procederá hacer las pruebas necesarias para obtener grados de compactación en suelo de desplante, si así se requiere se darán recomendaciones para mejoramiento de suelo, y por último se entregan los resultados de las pruebas realizadas por el laboratorio. La forma de evaluar la supervisión explicada anteriormente llevará el mismo proceso que se aplicará en el formato anterior, consultar el subcapitulo 4.1.

# FORMATO DE SUPERVISIÓN PARA PAVIMENTOS RIGIDOS.

**F. 2. - T.**

DATOS GENERALES DE LA OBRA		TERRACERIAS	
Tipo de Obra :		HOJA:	
Localización :		Fecha de Superv.	
Constructora:		Fecha de Informe:	
Contratante:			

## TOPOGRAFÍA

cumple	si	no		si	no	Calif:
Referencias de bancos de nivel en campo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Nivelación en el perfil del camino	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Nivelación en el corte del terreno natural	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Nivelación en la capa de la subrasante	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

## PROYECTO GEOMÉTRICO

cumple	si	no		si	no	Calif:
Ancho de calzada en campo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Obras de drenaje	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Ancho de camellón en campo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Señalamiento protección de obra	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Alineamiento horizontal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Alineamiento vertical	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Perfil de terreno natural y subrasante	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Bombeo transversal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

## CONTROL DE CALIDAD

cumple	si	no		si	no	Calif:
Prof. del suelo de desplante vs NTA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Grado de compactación en terreno natural	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Espesor de capas especificadas en contrato	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Calidad completa del material de TN.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
VRS del suelo de desplante	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Resultados de Lab. de control de calidad.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Mejoramientos de suelo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				

## RESULTADOS DE SUPERVISION

Puntos para 100% calidad	30	CALIDAD DEL TRABAJO REVISADO	<b>CALIF. FINAL.</b>	<b>0%</b>
Puntos obtenidos en esta Supervisión.	0.0			

## OBSERVACIONES

Normas Utilizadas para Supervisión:  
Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

N-CTR-CAR-1-01 Terracerias  
N-CTR-CAR-1-01-001 Desmonte  
N-CTR-CAR-1-01-002 Despalme

N-CTR-CAR-1-01-003 Corte  
N-CTR-CAR-1-01-009 Terraplenes  
N-CTR-CAR-1-01-013 Acarreo

Jefe del Dpto. Supervisión.	Director de Obras Públicas:	Supervisor de Obra:
Ing. Arq. Octavio Hernández Villafán	Ing. Francisco Juárez Talavera.	P.I.C. Omar Amezcua Sánchez.

Calificación de supervisión.  
(0-50%) Mala calidad de la obra. (INACEPTABLE).  
(50-70%) Baja calidad de la obra. (DEFICIENTE).

(70-90%) Media calidad de la obra. (REGULAR).  
(90-100%) Buena calidad de la obra. (ACEPTABLE)

\*En caso de no tener una respuesta en alguno de los apartados anteriormente es porque no aplica por alguna razón ya verificada.

# FORMATO DE SUPERVISIÓN PARA PAVIMENTOS RIGIDOS.

F. 2. - T.

DATOS GENERALES DE LA OBRA		TERRACERIAS	
Tipo de Obra :		HOJA:	
Localización :		Fecha de Superv.	
Constructora:		Fecha de Informe:	
Contratante:			

## Informe fotográfico para complemento de la supervisión de Terracerias.



Fotos (Las fotos se colocaran en el caso practico capítulo 5)



Fotos (Las fotos se colocaran en el caso practico capítulo 5)

## TEXTO

---

---

---

---

---

---

---

---

#### **4.3.- Evaluación de subbase y base.**

La colocación de la subbase y base hidráulica deberá ser un proceso constructivo en el cual se debe tener una buena supervisión, ya que estas capas forman parte de la estructura de los pavimentos y bajo estas circunstancias se recomienda estar muy pendiente del tipo de material del que está compuesta la subbase o en su caso base hidráulica, se han tomado en cuenta los mismos aspectos que se presentaron en el formato de las terracerías, tales como **TOPOGRAFIA, PROYECTO GEOMETRICO Y CONTROL DE CALIDAD.**

La topografía es fundamental para llevar una nivelación constante conforme lo marque el perfil de proyecto, donde se tendrán que revisar los niveles y espesor de las capas que componen a la estructura del pavimento, tomando en cuenta el espesor especificado en el proyecto, se tendrá que revisar la nivelación en la intersección de las calles ya que estas capas serán las últimas en colocarse, el bombeo que se le de a la subbase o base se tendrá que revisar para no tener problema con el drenaje en la superficial de rodamiento.

El control de calidad deberá ir supervisando cada una de las capas que se colocan para la formación de la subbase y base, se tendrá que realizar los estudios del material implementados en la obra, será necesario revisar el grado de compactación en cada una de las capas, la humedad es un factor muy importante para que se tenga una adherencia entre las partículas a la hora de darle una compactación a la capa trabajada.

# FORMATO DE SUPERVISIÓN PARA PAVIMENTOS RIGIDOS.

**F. 3. - S.B.**

DATOS GENERALES DE LA OBRA		SUBBASE Y BASE	
Tipo de Obra :		HOJA:	
Localización :		Fecha de Superv.	
Constructora:		Fecha de Informe:	
Contratante:			

## TOPOGRAFÍA

cumple	si	no		si	no	Calif:
Nivelación con la intersección de las calles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Niveles y espesor de capas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Bombeo adecuado capa de subbase	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Espesores capa de subbase	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Bombeo adecuado capa de base hid.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Espesores capa de base	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

## PROYECTO GEOMÉTRICO

cumple	si	no		si	no	Calif:
Ancho de calzada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Alineamiento horizontal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Ancho con camellon	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Alineamiento vertical	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Señalamiento para protección de obra	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Bombeo adecuado para drenaje superficial	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

## CONTROL DE CALIDAD

cumple	si	no		si	no	Calif:
Estudio completo de mat. para base hid.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Compactación capa de base hidráulica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Estudio completo de mat. para subbase	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Humedad necesaria para compactación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Compactación en capa de subbase	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pruebas para verificar el grado de comp.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

## RESULTADOS DE SUPERVISIÓN

Puntos para 100% calidad	30	CALIDAD DEL TRABAJO REVISADO	<b>CALIF. FINAL.</b>	<b>0%</b>
Puntos obtenidos en esta Supervisión.	0.0			

## OBSERVACIONES

Normas Utilizadas para Supervisión:  
Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

N-CMT-CAR-4-02-001 Subbase  
N-CMT-CAR-4-02-002 Base

Jefe del Dpto. Supervisión.	Director de Obras Públicas:	Supervisor de Obra:
Ing. Arq. Octavio Hernández Villafan.	Ing. Francisco Juárez Talavera.	P.I.C. Omar Amezcua Sánchez.

Calificación de supervisión.  
 (0-50%) Mala calidad de la obra. (INACEPTABLE).  
 (50-70%) Baja calidad de la obra. (DEFICIENTE).  
 (70-90%) Media calidad de la obra. (REGULAR).  
 (90-100%) Buena calidad de la obra. (ACEPTABLE)

\*En caso de no tener una respuesta en alguno de los apartados anteriormente es porque no aplica por alguna razón ya verificada.

# FORMATO DE SUPERVISIÓN PARA PAVIMENTOS RIGIDOS.

**F. 3. - S.B.**

DATOS GENERALES DE LA OBRA		SUBBASE Y BASE	
Tipo de Obra :		HOJA:	
Localización :		Fecha de Superv.	
Constructora:		Fecha de Informe:	
Contratante:			

## Informe fotográfico para complemento de supervisión de la Base Hidráulica.



## Fotos (Las fotos se colocaran en el caso practico capítulo 5)



## Fotos (Las fotos se colocaran en el caso practico capítulo 5)

TEXTO

---

---

---

---

---

---

### 4.4.- Evaluación previa a la colocación del concreto.

La evaluación previa que se deberá realizar para la colocación del concreto es importante, ya que se tiene que supervisar que la constructora cumpla con todo el equipo y esté en buenas condiciones para que la colocación y terminado del concreto sea de buena calidad.

Previo a la colocación del concreto es indispensable contar con los resultados de control de calidad para la capa de base hidráulica y conocer si el grado de compactación ya fue obtenido de manera aceptable para poder tener liberada el área de colado, de lo contrario se tendrá que posponer la fecha de colado hasta tener los resultados aceptables. Por otro lado si la base hid. Ya fue liberada se procederá a supervisar que la superficie que recibirá el concreto no se encuentre contaminada por partículas como plásticos, madera, aceros, escombros y tierra. Se revisará que la cimbra esté lubricada y se encuentre totalmente fija y en buenas condiciones para su uso.

Las instalaciones complementarias es un aspecto que debe de cuidarse mucho ya que previo a la colocación de concreto ya se debe de tener la ubicación, nivelación y colocación de cabezales o tapas para habilitar todo lo que son pozos de visita, registros de agua, registros de luz elec. Y alcantarillas.

Se ha tomado en cuenta un aspecto que desde el punto de vista de seguridad, se tiene que supervisar sin lugar a duda. El señalamiento para protección de la obra es un requisito indispensable para la llevar a cabo la ejecución de una obra de este tipo, los señalamientos es una forma de proteger la obra de cualquier accidente y de la misma forma se le da protección a los ciudadanos que se ven en la necesidad de transitar por el lugar de conflicto. La evaluación de esta supervisión lleva el mismo procedimiento ya mencionado en el formato 4.1.- Evaluación de proyecto geométrico. Se recomienda consultar el

capitulo 2 para tener un criterio mas amplio de los aspectos que deben tomarse en cuenta (colocación de cimbra, normativa aplicada para subbase y base proceso constructivo, señalamiento para protección de obra) para la supervisión de los apartados que componen la estructura de esté formato.

## FORMATO DE SUPERVISIÓN PARA PAVIMENTOS RIGIDOS.

**F. 4. - P.C.C.**

### PREVIO A COLOCA- CION DEL CONCRETO

#### DATOS GENERALES DE LA OBRA

Tipo de Obra :		HOJA:	
Localización :		Fecha de Superv.	
Constructora:		Fecha de Informe:	
Contratante:			

#### REVISIÓN DE EQUIPO UTILIZADO.

	<b>cumple</b>	<b>si</b>	<b>no</b>		<b>si</b>	<b>no</b>
Cimbra con medidas requeridas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Eq. y herramienta para colocar la cimbra	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Colocación aceptable de la cimbra	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Eq. Para tener aseguramiento de la cimbra	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cimbra bien lubricada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Calif: \_\_\_\_\_

#### CONTROL DE CALIDAD PARA LA BASE HID.

	<b>cumple</b>	<b>si</b>	<b>no</b>		<b>si</b>	<b>no</b>
Humedad óptima en la superficie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Revisar que la superficie este limpia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Supervisión de mat. Clasificado.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Grado de compactación para la base hid.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Calif: \_\_\_\_\_

#### REVISIÓN DE SEÑALAMIENTO PARA PROTECCIÓN DE OBRA.

	<b>cumple</b>	<b>si</b>	<b>no</b>		<b>si</b>	<b>no</b>
Señ. de la obra en const. Gente trabajando.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Barreras de piedra para impedir el paso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Señ. para desviar trafico e impedir el paso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Barreras con maquinaria de trabajo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Calif: \_\_\_\_\_

#### INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS

	<b>cumple</b>	<b>si</b>	<b>no</b>		<b>si</b>	<b>no</b>
Ubicación del alcantarillas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ubicación de registros de agua	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ubicación de registros de drenaje	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ubicación de registros de luz elect.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ubicación de postes de teléfono y luz elect.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Calif: \_\_\_\_\_

#### RESULTADOS DE SUPERVISIÓN

Puntos para 100% calidad	40	CALIDAD DEL TRABAJO	CALIF. FINAL.	0%
Puntos obtenidos en esta Supervisión.	0.0			

#### OBSERVACIONES:

Normas Utilizadas para Supervisión:  
Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

N-CMT-CAR-4-02-001 Subbase  
N-CMT-CAR-4-02-002 Base

<b>Jefe del Dpto. Supervisión.</b>	<b>Director de Obras Públicas:</b>	<b>Supervisor de Obra:</b>
Ing. Arq. Octavio Hernández Villafán.	Ing. Francisco Juárez Talavera.	P.I.C. Omar Amezcua Sánchez.

Calificación de supervisión.  
(0-50%) Mala calidad de la Obra. (INACEPTABLE).  
(50-70%) Baja calidad de la obra. (DEFICIENTE).

(70-90%) Media calidad de la obra. (REGULAR).  
(90-100%) Buena calidad de la obra. (ACEPTABLE)

**\*En caso de no tener una respuesta en alguno de los apartados anteriormente es porque no aplica por alguna razón ya verificada.**

## FORMATO DE SUPERVISIÓN PARA PAVIMENTOS RIGIDOS.

F. 4. - P.C.C.

DATOS GENERALES DE LA OBRA			
Tipo de Obra :		<b>PREVIO A COLOCACION DEL CONCRETO</b>	
Localización :		HOJA:	
Constructora:		Fecha de Superv.	
Contratante:		Fecha de Informe:	

### Informe fotográfico para complemento de la supervisión previo a la Colocación del Concreto.



Fotos (Las fotos se colocaran en el caso practico capítulo 5)



Fotos (Las fotos se colocaran en el caso practico capítulo 5)

TEXTO

---

---

---

---

---

---

---

---

### 4.5.- Evaluación de la colocación del concreto.

Por último se realizará la supervisión del proceso constructivo que una obra de este tipo conlleva, una vez revisados todos los aspectos que se recalcan en cada formato de supervisión para pavimentos rígidos, anteriores a éste, se procederá a ejecutar los trabajos de colocación del concreto hidráulico donde la atención a los trabajos que se están realizando debe de ser constante y sin dejar pasar ningún detalle importante,

La presencia del laboratorio de control de calidad para la realización de pruebas del concreto es importante ya que es el encargado de revisar las condiciones en las que llega el concreto hid. a la obra. La supervisión deberá tener mucho cuidado si el concreto es premezclado para poder verificar tiempos de salida, tiempos de llegada, tiempo de vaciado, datos de facturación, muestreos de concreto, revenimientos, vibrado y acomodo del concreto etc. (Ver capítulo 2).

La atención que se le de al acabado superficial debe ser cuidadosa tomando en cuenta los tiempos de fraguado del concreto, para poder aplicar el acabado y texturizado superficial. En la estructuración de estos formatos para supervisión de pavimentos rígidos se ha hecho notar que es necesario que la obra desde el proyecto geométrico hasta la colocación del concreto y fin de la obra, presente los señalamientos que dan protección a esta y a los ciudadanos, ya que en mucho de los casos las obras por lo general no cuentan con la señalización necesaria requerida. Desde ahora en adelante se propone que para dar inicio a cualquier obra se entregue junto con el proyecto, un plano donde se presente la protección que la obra tendrá, los planos serán revisados para ver si estos cumplen con el señalamiento adecuado requerido para que la obra por construir inicie con sus trabajos.

Se recomienda consultar capítulo 2 para verificar las normas que rigen a los procesos constructivos que se supervisan en este formato. La evaluación de esta supervisión mantiene la misma esquematización que se le dará a los formatos anteriores, una vez obtenido la calificación final de cada uno de los formatos se procederá a hacer una evaluación general de toda la obra de la siguiente manera. Se sumará la calificación total de cada uno de los formatos supervisados y en base a esta obtener el porcentaje final de la obra construida, de esta manera será necesario consultar la tabla de porcentajes para obtener en base al resultado arrojado, la calidad final de la obra.

## FORMATO DE SUPERVISIÓN PARA PAVIMENTOS RIGIDOS.

F. 5. - C.C.

### COLOCACIÓN DEL CONCRETO

DATOS GENERALES DE LA OBRA			
Tipo de Obra :			
Localización :			HOJA:
Constructora:			Fecha de Superv.
Contratante:			Fecha de Informe:

#### CONTROL DE CALIDAD PARA EL CONCRETO HIDRAULICO

	cumple	si	no		si	no
Verificar datos de factura para concreto prem.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Revisar el vibrado del concreto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verificar tiempos de llegada para conc. prem.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Curado del concreto hidraulico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lavados de trompo fuera de obra	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Resultados de las pruebas de muestreo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dosificación para concretos hechos en obra	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Eq. necesario para protección de lluvia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muestreo de concreto por laboratorio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Aplicación de acelerante o aditivo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prueba de revenimiento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

Calif: \_\_\_\_\_

#### CONTROL DE CALIDAD PARA EL ACABADO SUPERFICIAL.

	cumple	si	no		si	no
Bombeo adecuado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Supervisar el sellado de juntas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Texturizado superficial	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Corte de pav. Con disco para juntas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verificar que no se presenten juntas frias	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Limp. superficial de la losa de concr. hid.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Revisar que se aplique el curado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

Calif: \_\_\_\_\_

#### REVISION DE SEÑALAMIENTO PARA PROTECCION DE OBRA.

	cumple	si	no		si	no
Señ. de la obra en const. Gente trabajando.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Barreras de piedra protección del concreto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Señ. para desviar trafico e impedir el paso.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Barreras con maquinaria de trabajo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Calif: \_\_\_\_\_

#### DISEÑO DEL PAVIMENTO

	cumple	si	no		si	no
Espesor de la Estructura de Pavimento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tipo de Pavimento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Características del Concreto f'c y Mr.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

Calif: \_\_\_\_\_

#### RESULTADOS DE SUPERVISIÓN

Puntos para 100% calidad	40	CALIDAD DEL TRABAJO	CALIF. FINAL.	0%
Puntos obtenidos en esta Supervisión.	0.0			

#### OBSERVACIONES:

Normas Utilizadas para Supervisión:  
Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

N-CTR-CAR-1-04-001/03 Revestimientos  
N-CTR-CAR-1-04-002/03 Subbase y base  
N-CTR-CAR-1-04-003/00 Capas estabilizadoras  
N-CTR-CAR-1-04-004/00 Riego de impregnación  
N-CTR-CAR-1-04-009/06 Carpeta de concreto hid.

<b>Jefe del Dpto. Supervisión.</b>	<b>Director de Obras Públicas:</b>	<b>Supervisor de Obra:</b>
Ing. Arq. Octavio Hernández Villafan.	Ing. Francisco Juárez Talavera.	P.I.C. Omar Amezcua Sánchez.

Calificación de supervisión.

(0-50%) Mala calidad de la Obra. (INACEPTABLE).  
(50-70%) Baja calidad de la obra. (DEFICIENTE).

(70-90%) Media calidad de la obra. (REGULAR).

(90-100%) Buena calidad de la obra. (ACEPTABLE)

**\*En caso de no tener una respuesta en alguno de los apartados anteriormente es porque no aplica por alguna razón ya verificada.**

# FORMATO DE SUPERVISIÓN PARA PAVIMENTOS RIGIDOS.

**F. 5. - C.C.**

## DATOS GENERALES DE LA OBRA

## COLOCACIÓN DEL CONCRETO

Tipo de Obra :		HOJA:	
Localización :		Fecha de Superv.	
Constructora:		Fecha de Informe:	
Contratante:			

### Informe fotográfico para complemento de la supervisión durante la colocación del Concreto Hidráulico.



### Fotos (Las fotos se colocaran en el caso practico capítulo 5)



### Fotos (Las fotos se colocaran en el caso practico capítulo 5)

### TEXTO

---

---

---

---

---

---

---

La estructuración de estos formatos para supervisión de pavimentos rígidos ha hecho notar que es necesario que la obra desde el proyecto geométrico hasta la colocación del concreto y fin de la obra, cumpla con los señalamientos que dan protección a esta y a los ciudadanos, ya que en muchos de los casos las obras por lo general no cuentan con la señalización necesaria. Desde ahora en adelante se propone para dar inicio a cualquier obra se entregue junto con el proyecto de construcción, los planos necesarios donde se presente la protección que la obra deberá tener.

Los planos serán revisados para ver si estos cumplen con el señalamiento adecuado y requerido para que la obra por construir inicie con sus actividades principales.

Se recomienda consultar el capítulo 2 para verificar las normas que rigen a los procesos constructivos que se supervisan en estos formatos. La evaluación de esta supervisión mantiene la misma esquematización en cada uno de los formatos presentados anteriormente, una vez obtenidas las calificaciones finales de los formatos se procederá a hacer una evaluación general de toda la obra de la siguiente manera. Se sumara la calificación total de cada uno de los formatos supervisados y en base a está se obtendrá el porcentaje final de la calidad de la obra construida, de acuerdo al resultado final será necesario consultar la tabla de porcentajes que aparecerá en la ultima parte de cada formato para con ello obtener en base al resultado arrojado, la calidad final de la obra.

## **CAPÍTULO 5**

### **APLICACIÓN CASO PRÁCTICO DE METODOLOGÍA PARA SUPERVISIÓN**

Este capítulo presentará la aplicación del caso práctico, para implementar el uso de la metodología realizada para fines de supervisión de pavimentos rígidos. En seguida se mostrara la forma en la que se llenaron cada uno de los formatos, la metodología esta compuesta por la supervisión del proyecto geométrico, terracerías, subbase y base, previo a la colocación del concreto y durante la colocación del concreto hidráulico.

La metodología ya se aplicará directamente sobre el caso practico de la avenida Latinoamericana segunda etapa del tramo 0+320 Km. al 0+890 Km., como ya se había mencionado es una avenida principal por donde transitan los turistas que llegan a la Ciudad, debido a que esta vialidad conduce directamente al Aeropuerto Local.

Cada uno de los formatos contiene un espacio, donde es necesario especificar las observaciones de todos los aspectos supervisados. Cada uno de las formas se complementara con un informe fotográfico, en el cual se hará una explicación de todas las actividades realizadas durante el desarrollo de la obra.

El informe fotográfico es un respaldo que avala al resultado obtenido de la supervisión realizada. Por esa razón es importante conocer cómo se fue dando la ejecución de la obra y más importante aún, cómo se fue realizando la supervisión de los trabajos que la constructora correspondiente iba realizando.

# FORMATO DE SUPERVISIÓN PARA PAVIMENTOS RIGIDOS.

**F. 1. - P.E.**

## DATOS GENERALES DE LA OBRA

<b>Tipo de Obra:</b>	PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO	<b>PROY. EJECUTIVO</b>	
<b>Localización:</b>	AV. LATINOAMERICANA 2ª ETAPA. TRAMO 0+320 Km AL 0+890 Km	<b>HOJA:</b>	1 DE 3
<b>Constructora:</b>	CONSTRUCRETOS Y MATERIALES DE URUAPAN S.A. DE C.V.	Fecha de Superv.	01-Ago-06
<b>Contratante:</b>	MUNICIPIO DE URUAPAN, MICH.	Fecha de Informe	02-Ago-06

## ANTECEDENTES

<b>TPDA</b>	No existe aforo, pero se suponen 1000 vehiculos diarios de transito mezclado. (A=90%, B=8%, C=2%)		
<b>Ancho Calzada</b>	El ancho de calzada de la avenida es de 7 m, teniendo un ancho de carril de 3.5 m en ambos sentidos.		
<b>Tipo de Pav.</b>	El pavimento existente es de tipo flexible, con una carpeta de concreto Asfáltico.		
<b>Estado Actual</b>	El estado actual de la estructura de pavimento es deficiente, o malo.		
<b>Señalización</b>	La avenida no cuenta con señalamiento.		
<b>Tipo de Falla</b>	Degradación de la carpeta, agrietamientos en patron de mapa y piel de cocodrilo; baches y deformación excesiva.		
<b>Drenaje Sup.</b>	Dirigido hacia canal de aguas negras, ubicado al sur de la obra.		
<b>Obras Hidraulicas</b>	Se tiene un canal a cielo abierto por el lado sur de la obra; se planea enbovedar.		
<b>Tipo de vialidad</b>	Avenida Principal un carril por sentido.		

## TOPOGRAFÍA

	cumple	si	no		si	no
Planta topográfica		x		Secciones transversales	x	
Existen referencias de bancos de nivel		x		Perfil longitudinal del camino	x	
Niveles en intersecciones		x		Planta general	x	
Curvas de nivel		x		Obras de drenaje existentes	x	

Calif: 10.0

## PROYECTO GEOMÉTRICO

	cumple	si	no		si	no
Ancho de calzada		x		Ancho de camellon	x	
Ancho con guarniciones		x		Vados	no aplica	
Ancho de banquetas		x		Instalación especial (luz, tel, agua)		x
Alineamiento horizontal		x		Planta de proyecto	x	
Alineamiento vertical		x		Perfil longitudinal y rasante de proyecto	x	
Señalamiento horizontal			x	Secciones de proyecto	x	
Señalamiento vertical			x	Referencias de trazo	x	
Señalamiento p/ protección de obra			x			

Calif: 7.2

## MECÁNICA DE SUELOS

	cumple	si	no		si	no
Estratigrafía de los sondeos		x		VRS del suelo de desplante	x	
Tipo de suelo para desplante de la estructura		x		Mejoramientos de suelos	x	
Prof. del suelo de desplante vs NTA		x		Est. bancos de material a utilizar	x	
Profundidad y ubicación de sondeos		x		Est. calidad de materiales de mejoramiento	x	
Estudio de geotecnia de sondeos		x				

Calif: 10.0

## DISEÑO DEL PAVIMENTO

	cumple	si	no		si	no
TPDA proyecto			x	Suma de ejes equivalentes	x	
Periodo de diseño		x		No. y tipo de capas de la estructura	x	
Tipo de pavimento		x		Espesor de la estructura de pavimento	x	
Características del concreto		x		Tasa de crecimiento		x

Calif: 7.5

## OBRAS COMPLEMENTARIAS

	cumple	si	no		si	no
Puente o alcantarilla		x		Boveda de canal lateral	x	
Alcantarillado Sanitario		x		Drenajes de viviendas	no aplica	
Alumbrado público (torres o postes)		x		Fibra óptica de Telmex o tuberías de Pemex	x	

Calif: 10.0

# FORMATO DE SUPERVISIÓN PARA PAVIMENTOS RIGIDOS.

F. 1. - P.E

## DATOS GENERALES DE LA OBRA

<b>Tipo de Obra:</b>	PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO	<b>PROY. EJECUTIVO</b>	
<b>Localización:</b>	AV. LATINOAMERICANA 2ª ETAPA. TRAMO 0+320 Km AL 0+890 Km	<b>HOJA:</b>	2 DE 3
<b>Constructora:</b>	CONSTRUCRETOS Y MATERIALES DE URUAPAN S.A. DE C.V.	<b>Fecha de Superv.</b>	01-Ago-06
<b>Contratante:</b>	MUNICIPIO DE URUAPAN, MICH.	<b>Fecha de Informe</b>	02-Ago-06

## ESPECIFICACIONES DE PROYECTO Y PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

	cumple	si	no		si	no
Preliminares		x		Concreto Hidráulico	x	
Terracerías		x		Señalamiento		x
Estructura de Pavimento		x		Impacto ambiental.	x	

Calif: 8.3

## PRESUPUESTO Y PROGRAMA DE OBRA

	cumple	si	no		si	no
Catalogo de conceptos		x		Prog de Obra (Maq. Equipo y Pers.)	x	
Presupuesto		x		Costos Basicos, Maquinaria y Equipo		x
Precios Unitarios		x				

Calif: 8.0

## RESULTADOS DE SUPERVISION

Puntos para 100% calidad	70	CALIDAD DEL TRABAJO REVISADO	<b>CALIF. FINAL. 87%</b>
Puntos obtenidos en esta Supervisión.	61.0	<b>MEDIA</b>	

## OBSERVACIONES:

**El proyecto se considera aprobado para su construcción.**

**Se le solicita en un tiempo no mayor a 15 días, la entrega de planos faltantes marcados en este formato de supervisión; sin ellos no se dará permiso para el inicio de los trabajos.**

Normas utilizadas para supervisión: N-CTR-CAR-1-01 Terracerías  
 Secretaría de Comunicaciones y Transportes. N-CTR-CAR-1-04 Pavimentos  
 N-CTR-CAR-1-04-009/04 Pavimento, carpeta de concreto hidráulico

<b>Jefe del Dpto. Supervisión.</b>	<b>Director de Obras Públicas:</b>	<b>Supervisor de Obra:</b>
Ing. Arq. Octavio Hernández Villafan.	Ing. Francisco Juárez Talavera.	P.I.C. Omar Amezcua Sánchez.

Calificación de supervisión.  
 (0-50%) Mala calidad de la obra. (INACEPTABLE).  
 (50-70%) Baja calidad de la obra. (DEFICIENTE).  
 (70-90%) Media calidad de la obra. (REGULAR).  
 (90-100%) Buena calidad de la obra. (ACEPTABLE)

**\*En caso de no tener una respuesta en alguno de los apartados anteriormente es porque no aplica por alguna razón ya verificada.**

## FORMATO DE SUPERVISIÓN PARA PAVIMENTOS RIGIDOS.

F. 1. - P.E

DATOS GENERALES DE LA OBRA		PROY. EJECUTIVO	
Tipo de Obra:	PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO	HOJA:	3 DE 3
Localización:	AV. LATINOAMERICANA 2ª ETAPA. TRAMO 0+320 Km AL 0+890 Km	Fecha de Superv.	01-Ago-06
Constructora:	CONSTRUCRETOS Y MATERIALES DE URUAPAN S.A. DE C.V.	Fecha de Informe	02-Ago-06
Contratante:	MUNICIPIO DE URUAPAN, MICH.		

### Informe fotográfico para complemento de la supervisión del Proyecto Ejecutivo.



Foto 4.1 y 4.2 Antecedente del estado actual de la superficie de rodamiento.



Foto 4.3 y 4.4 Antecedente del estado actual y tipo de vegetación existente.

Las fotografías que se presentan en la parte superior, representan el estado actual en el que se encontraba la Avenida Latinoamericana, es de notarse que la superficie de rodamiento se encuentra muy dañada y por ende debilitada; los tipos de falla que presenta esta capa, son: degradación de carpeta, agrietamiento en patrón de mapa y piel de cocodrilo, baches y deformación excesiva.

Deberá revisarse la Manifestación de Impacto Ambiental, para acoplar el proyecto, a la vegetación existente, creando un medio ambiente amigable con la infraestructura a construir.

## FORMATO DE SUPERVISIÓN PARA PAVIMENTOS RIGIDOS.

**F. 2. - T.**

DATOS GENERALES DE LA OBRA		TERRACERIAS	
Tipo de Obra:	PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO	HOJA:	1 DE 2
Localización:	AV. LATINOAMERICANA 2ª ETAPA. TRAMO 0+320 Km AL 0+890 Km	Fecha de Superv.	<b>30-Ago-06</b>
Constructora:	CONSTRUCRETOS Y MATERIALES DE URUAPAN S.A. DE C.V.	Fecha de Informe:	<b>31-Ago-06</b>
Contratante:	MUNICIPIO DE URUAPAN, MICH.		

### TOPOGRAFÍA

	<b>cumple</b>	<b>si</b>	<b>no</b>		<b>si</b>	<b>no</b>
Referencias de bancos de nivel en campo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Nivelación en el perfil del camino	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nivelación en el corte del terreno natural	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Nivelación en la capa de la subrasante	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Calif: 10

### PROYECTO GEOMÉTRICO

	<b>cumple</b>	<b>si</b>	<b>no</b>		<b>si</b>	<b>no</b>
Ancho de calzada en campo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Obras de drenaje	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ancho de camellón en campo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Señalamiento protección de obra	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Alinamiento horizontal	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Alineamiento vertical	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Perfil de terreno natural y subrasante	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Bombeo transversal	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Calif: 8.8

### CONTROL DE CALIDAD

	<b>cumple</b>	<b>si</b>	<b>no</b>		<b>si</b>	<b>no</b>
Prof. del suelo de desplante vs NTA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Grado de compactación en terreno natural	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Espesor de capas especificadas en contrato	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Calidad completa del material de TN.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
VRS del suelo de desplante	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Resultados de Lab. de control de calidad.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mejoramientos de suelo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

Calif: 10

### RESULTADOS DE SUPERVISION

Puntos para 100% calidad	30	CALIDAD DEL TRABAJO REVISADO	CALIF. FINAL. <b>96%</b>
Puntos obtenidos en esta Supervisión.	28.8	ACEPTABLE	

### OBSERVACIONES

**Los trabajos de terracerias son aceptables. Su calificación es mayor del 90%. Se hace mención que no se cuenta con señalización para la protección de la obra.**

Normas Utilizadas para Supervisión:	N-CTR-CAR-1-01 Terracerias	N-CTR-CAR-1-01-003 Corte
Secretaría de Comunicaciones y Transportes.	N-CTR-CAR-1-01-001 Desmonte	N-CTR-CAR-1-01-009 Terraplenes
	N-CTR-CAR-1-01-002 Despalse	N-CTR-CAR-1-01-013 Acarreo

<b>Jefe del Dpto. Supervisión.</b>	<b>Director de Obras Públicas:</b>	<b>Supervisor de Obra:</b>
Ing. Arq. Octavio Hernández Villafan.	Ing. Francisco Juárez Talavera.	P.I.C. Omar Amezcua Sánchez.

Calificación de supervisión. (0-50%) Mala calidad de la obra. (INACEPTABLE). (50-70%) Baja calidad de la obra. (DEFICIENTE).	(70-90%) Media calidad de la obra. (REGULAR). (90-100%) Buena calidad de la obra. (ACEPTABLE)	
--	--	--

**\*En caso de no tener una respuesta en alguno de los apartados anteriormente es porque no aplica por alguna razón ya verificada.**

## FORMATO DE SUPERVISIÓN PARA PAVIMENTOS RIGIDOS.

F. 2. - T.

DATOS GENERALES DE LA OBRA		TERRACERIAS	
Tipo de Obra:	PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO	HOJA:	2 DE 2
Localización:	AV. LATINOAMERICANA 2ª ETAPA. TRAMO 0+320 Km AL 0+890 Km	Fecha de Superv.	30-Ago-06
Constructora:	CONSTRUCRETOS Y MATERIALES DE URUJAPAN S.A. DE C.V.	Fecha de Informe:	31-Ago-06
Contratante:	MUNICIPIO DE URUJAPAN, MICH.		

### Informe fotográfico para complemento de la supervisión de Terracerias.



Foto 4.5 y 4.6 Equipo de topografía y alineamientos apegados al proyecto geométrico.



Foto 4.7 y 4.8 Mejoramiento de suelo y grado de compactación en capa de TN.

El equipo de topografía se encuentra en la obra para obtener los niveles en el corte del terreno natural e ir colocando las referencias de bancos de nivel, con el mismo equipo se va trazando el alineamiento marcado por el proyecto geométrico.

La foto 4.7 muestra el mejoramiento de suelo que se realiza en algunas zonas específicas, donde el material está contaminado o en ocasiones está se encuentra con una humedad muy alta.

En la foto 4.8 se tiene la superficie de TN. Compactada y lista para verificar el grado de compactación, la obra no cuenta con barreras para proteger la zona de trabajo, e impedir el acceso a los automovilistas.

## FORMATO DE SUPERVISIÓN PARA PAVIMENTOS RIGIDOS.

**F. 3. - S.B.**

DATOS GENERALES DE LA OBRA		SUBBASE Y BASE	
Tipo de Obra:	PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO	HOJA:	1 DE 2
Localización:	AV. LATINOAMERICANA 2ª ETAPA. TRAMO 0+320 Km AL 0+890 Km	Fecha de Superv.	14-Sep-06
Constructora:	CONSTRUCRETOS Y MATERIALES DE URUAPAN S.A. DE C.V.	Fecha de Informe:	15-Sep-06
Contratante:	MUNICIPIO DE URUAPAN, MICH.		

### TOPOGRAFÍA

	<b>cumple</b>	<b>si</b>	<b>no</b>		<b>si</b>	<b>no</b>
Nivelación con la intersección de las calles	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Niveles y espesor de capas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bombeo adecuado capa de subbase	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Espesores capa de subbase	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bombeo adecuado capa de base hid.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Espesores capa de base	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				Calif:	10	

### PROYECTO GEOMÉTRICO

	<b>cumple</b>	<b>si</b>	<b>no</b>		<b>si</b>	<b>no</b>
Ancho de calzada	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Alineamiento horizontal	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ancho con camellon	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Alineamiento vertical	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Señalamiento para protección de obra	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Bombeo adecuado para drenaje superficial	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				Calif:	8.3	

### CONTROL DE CALIDAD

	<b>cumple</b>	<b>si</b>	<b>no</b>		<b>si</b>	<b>no</b>
Estudio completo de mat. para base hid.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Compactación capa de base hidraulica	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Estudio completo de mat. para subbase	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Humedad necesaria para compactación	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Compactación en capa de subbase	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pruebas para verificar el grado de comp.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				Calif:	10	

### RESULTADOS DE SUPERVISION

Puntos para 100% calidad	30	CALIDAD DEL TRABAJO REVISADO		
Puntos obtenidos en esta Supervisión.	28.3	<b>ACEPTABLE</b>	<b>CALIF. FINAL.</b>	<b>94%</b>

### OBSERVACIONES

**Los trabajos realizados para la colocación de la capa de base hidraulica son aceptables, su calificación es mayor al 90%. Cabe mencionar que es importante que se tenga protección para la obra.**

Normas Utilizadas para Supervisión: N-CMT-CAR-4-02-001 Subbase  
 Secretaría de Comunicaciones y Transportes. N-CMT-CAR-4-02-002 Base

<b>Jefe del Dpto. Supervisión.</b>  Ing. Arq. Octavio Hernández Villafan.	<b>Director de Obras Públicas:</b>  Ing. Francisco Juárez Talavera.	<b>Supervisor de Obra:</b>  P.I.C. Omar Amezcua Sánchez.
---	---	--

Calificación de supervisión.  
 (0-50%) Mala calidad de la obra. (INACEPTABLE).  
 (50-70%) Baja calidad de la obra. (DEFICIENTE).  
 (70-90%) Media calidad de la obra. (REGULAR).  
 (90-100%) Buena calidad de la obra. (ACEPTABLE)

\*En caso de no tener una respuesta en alguno de los apartados anteriormente es porque no aplica por alguna razón ya verificada.

## FORMATO DE SUPERVISIÓN PARA PAVIMENTOS RIGIDOS.

**F. 3. - S.B.**

DATOS GENERALES DE LA OBRA		SUBBASE Y BASE	
Tipo de Obra:	PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO	HOJA:	2 DE 2
Localización:	AV. LATINOAMERICANA 2ª ETAPA. TRAMO 0+320 Km AL 0+890 Km	Fecha de Superv.	14-Sep-06
Constructora:	CONSTRUCRETOS Y MATERIALES DE URUAPAN S.A. DE C.V.	Fecha de Informe:	15-Sep-06
Contratante:	MUNICIPIO DE URUAPAN, MICH.		

### Informe fotográfico para complemento de supervisión de la Base Hidráulica.



**Foto 4.9 y 4.10** Nivelación, espesor de capas y ancho de calzada.



**Foto 4.11 y 4.12** Estudio de material, grado de compactación y humedad óptima.

Las fotografías que se presentan en la parte superior de este texto muestran el tendido y colocación de la capa de base hidráulica la cual cumple con el espesor mínimo de 20 cm. especificado, también se puede observar el equipo utilizado para compactar la base hid. Una vez compactada toda la zona el laboratorio encargado del control de calidad realiza los sondeos necesarios para obtener el grado de compactación requerido. Con estas imágenes se puede observar los alineamientos y trazos que marca el proyecto, así como los anchos de calzada y los anchos de camellon.

## FORMATO DE SUPERVISIÓN PARA PAVIMENTOS RIGIDOS.

**F. 4. - P.C.C.**

### PREVIO A COLOCACION DEL CONCRETO

DATOS GENERALES DE LA OBRA			
Tipo de Obra:	PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO	HOJA: 1 DE 2	
Localización:	AV. LATINOAMERICANA 2ª ETAPA. TRAMO 0+320 Km AL 0+890 Km	Fecha de Superv.	09-Oct-06
Constructora:	CONSTRUCRETOS Y MATERIALES DE URUAPAN S.A. DE C.V.	Fecha de Informe:	10-Oct-06
Contratante:	MUNICIPIO DE URUAPAN, MICH.		

#### REVISIÓN DE EQUIPO UTILIZADO.

	<b>cumple</b>	<b>si</b>	<b>no</b>		<b>si</b>	<b>no</b>		
Cimbra con medidas requeridas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Eq. y herramienta para colocar la cimbra	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Colocación aceptable de la cimbra	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Eq. Para tener aseguramiento de la cimbra	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Cimbra bien lubricada	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
							Calif:	10

#### CONTROL DE CALIDAD PARA LA BASE HID.

	<b>cumple</b>	<b>si</b>	<b>no</b>		<b>si</b>	<b>no</b>		
Humedad óptima en la superficie	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Revisar que la superficie este limpia	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Supervisión de mat. Clasificado.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Grado de compactación para la base hid.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
							Calif:	10

#### REVISIÓN DE SEÑALAMIENTO PARA PROTECCIÓN DE OBRA.

	<b>cumple</b>	<b>si</b>	<b>no</b>		<b>si</b>	<b>no</b>		
Señ. de la obra en const. Gente trabajando.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Barreras de piedra para impedir el paso	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Señ. para desviar trafico e impedir el paso	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Barreras con maquinaria de trabajo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
							Calif:	5.0

#### INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS

	<b>cumple</b>	<b>si</b>	<b>no</b>		<b>si</b>	<b>no</b>		
Ubicación del alcantarillas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ubicación de registros de agua	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Ubicación de registros de drenaje	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ubicación de registros de luz elect.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Ubicación de postes de teléfono y luz elect.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
							Calif:	10

#### RESULTADOS DE SUPERVISIÓN

Puntos para 100% calidad	40	CALIDAD DEL TRABAJO		
Puntos obtenidos en esta Supervisión.	35.0	<b>REGULAR</b>	<b>CALIF. FINAL.</b>	<b>88%</b>

#### OBSERVACIONES:

**Los trabajos realizados previo a la colocación del concreto hid. Son de calidad media a regular, ya que estos se encuentran con un 88%, se recomienda contar con el señalamiento adecuado para protección de la obra y de las personas que transitan por la avenida.**

Normas Utilizadas para Supervisión: N-CMT-CAR-4-02-001 Subbase  
 Secretaría de Comunicaciones y Transportes. N-CMT-CAR-4-02-002 Base

<b>Jefe del Dpto. Supervisión.</b>	<b>Director de Obras Públicas:</b>	<b>Supervisor de Obra:</b>
Ing. Arq. Octavio Hernández Villafán.	Ing. Francisco Juárez Talavera.	P.I.C. Omar Amezcua Sánchez.

Calificación de supervisión.  
 (0-50%) Mala calidad de la Obra. (INACEPTABLE). (70-90%) Media calidad de la obra. (REGULAR).  
 (50-70%) Baja calidad de la obra. (DEFICIENTE). (90-100%) Buena calidad de la obra. (ACEPTABLE)

\*En caso de no tener una respuesta en alguno de los apartados anteriormente es porque no aplica por alguna razón ya verificada.

## FORMATO DE SUPERVISIÓN PARA PAVIMENTOS RIGIDOS.

F. 4. - P.C.C.

### PREVIO A COLOCACION DEL CONCRETO

DATOS GENERALES DE LA OBRA			
Tipo de Obra:	PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO	HOJA:	2 DE 2
Localización:	AV. LATINOAMERICANA 2ª ETAPA. TRAMO 0+320 Km AL 0+890 Km	Fecha de Superv.	09-Oct-06
Constructora:	CONSTRUCRETOS Y MATERIALES DE URUAPAN S.A. DE C.V.	Fecha de Informe:	10-Oct-06
Contratante:	MUNICIPIO DE URUAPAN, MICH.		

#### Informe fotográfico para complemento de la supervisión previo a la Colocación del Concreto.



Foto 4.13 y 4.14 Colocación de cimbra medidas requeridas y equipo necesario.



Foto 4.15 y 4.16 Grado de compactación aceptable, superficie limpia y humedad optima.

La foto 4.13 y 4.14 muestran la colocación de la cimbra metálica, la cual debe de estar bien fija, debe cumplir con las medidas necesarias requeridas es necesario contar con el equipo y personal necesario para que la colocación de la cimbra sea de buena calidad, la lubricación y alineamiento es de vital importancia. Es importante que se conozcan los resultados obtenidos de la compactación de la capa de base hid. Para poder liberar la zona por colar, una vez liberado el tramo por lab. Se revisara que la superficie se encuentre limpia y con una humedad relativamente optima, previo a la colocación del concreto es importante revisar la nivelación en registros de drenaje agua, luz y alcantarillas.

## FORMATO DE SUPERVISIÓN PARA PAVIMENTOS RIGIDOS.

**F. 5. - C.C.**

### COLOCACION DEL CONCRETO

#### DATOS GENERALES DE LA OBRA

<b>Tipo de Obra:</b>	PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO	<b>HOJA:</b>	1 DE 2
<b>Localización:</b>	AV. LATINOAMERICANA 2ª ETAPA. TRAMO 0+320 Km AL 0+890 Km	<b>Fecha de Superv.</b>	<b>09-Oct-06</b>
<b>Constructora:</b>	CONSTRUCRETOS Y MATERIALES DE URUAPAN S.A. DE C.V.	<b>Fecha de Informe:</b>	<b>10-Oct-06</b>
<b>Contratante:</b>	MUNICIPIO DE URUAPAN, MICH.		

#### CONTROL DE CALIDAD PARA EL CONCRETO HID.

	<b>cumple</b>	<b>si</b>	<b>no</b>		<b>si</b>	<b>no</b>
Verificar datos de factura para concreto prem.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Revisar el vibrado del concreto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verificar tiempos de llegada para conc. prem.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Curado del concreto hidraulico	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lavados de trompo fuera de obra	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Resultados de las pruebas de muestreo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dosificación para concretos hechos en obra	<input type="checkbox"/>	no aplica		Eq. necesario para protección de lluvia	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muestreo de concreto por laboratorio	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Aplicación de acelerante o aditivo	no aplica	
Prueba de revenimiento	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

Calif: 10

#### CONTROL DE CALIDAD PARA EL ACABADO SUPERFICIAL.

	<b>cumple</b>	<b>si</b>	<b>no</b>		<b>si</b>	<b>no</b>
Bombeo adecuado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Supervisar el sellado de juntas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Texturizado superficial	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Corte de pav. Con disco para juntas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verificar q' no se presenten juntas frias	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Limp. superficial de la losa de concr. hid.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Revisar que se aplique el curado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

Calif: 10

#### REVISION DE SEÑALAMIENTO PARA PROTECCION DE OBRA.

	<b>cumple</b>	<b>si</b>	<b>no</b>		<b>si</b>	<b>no</b>
Señ. de la obra en const. Gente trabajando.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Barreras de piedra protección del concreto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Señ. para desviar trafico e impedir el paso.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Barreras con maquinaria de trabajo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Calif: 5.0

#### DISEÑO DEL PAVIMENTO

	<b>cumple</b>	<b>si</b>	<b>no</b>		<b>si</b>	<b>no</b>
Espesor de la Estructura de Pavimento	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tipo de Pavimento	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Características del Concreto f'c y Mr.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

Calif: 10

#### RESULTADOS DE SUPERVISIÓN

Puntos para 100% calidad	40	CALIDAD DEL TRABAJO		
Puntos obtenidos en esta Supervisión.	35.0	<b>REGULAR</b>	<b>CALIF. FINAL.</b>	<b>88%</b>

#### OBSERVACIONES:

**Los trabajos realizados para la colocación de concreto hid. Tienen una calidad media, se encuentran con un 88%, como se ha observado en los trabajos supervisados, la obra continua presentando problemas de protección, se recomienda contar con el señalamiento adecuado para seguridad y calidad del pavimento.**

Normas Utilizadas para Supervisión:  
Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

N-CTR-CAR-1-04-001/03 Revestimientos  
N-CTR-CAR-1-04-002/03 Subbase y base  
N-CTR-CAR-1-04-003/00 Capas estabilizadoras  
N-CTR-CAR-1-04-004/00 Riego de impregnación  
N-CTR-CAR-1-04-009/06 Carpeta de concreto hid.

<b>Jefe del Dpto. Supervisión.</b>	<b>Director de Obras Públicas:</b>	<b>Supervisor de Obra:</b>
Ing. Arq. Octavio Hernández Villafan.	Ing. Francisco Juárez Talavera.	P.I.C. Omar Amezcua Sánchez.

Calificación de supervisión.  
(0-50%) Mala calidad de la Obra. (INACEPTABLE).  
(50-70%) Baja calidad de la obra. (DEFICIENTE).

(70-90%) Media calidad de la obra. (REGULAR).  
(90-100%) Buena calidad de la obra. (ACEPTABLE)

**\*En caso de no tener una respuesta en alguno de los apartados anteriormente es porque no aplica por alguna razón ya verificada.**

## FORMATO DE SUPERVISIÓN PARA PAVIMENTOS RIGIDOS.

F. 5. - C.C.

### DATOS GENERALES DE LA OBRA

### COLOCACIÓN DEL CONCRETO

<b>Tipo de Obra:</b>	PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO	<b>HOJA:</b>	2 DE 2
<b>Localización:</b>	AV. LATINOAMERICANA 2ª ETAPA. TRAMO 0+320 Km AL 0+890 Km	<b>Fecha de Superv.</b>	09-Oct-06
<b>Constructora:</b>	CONSTRUCRETOS Y MATERIALES DE URUAPAN S.A. DE C.V.	<b>Fecha de Informe:</b>	10-Oct-06
<b>Contratante:</b>	MUNICIPIO DE URUAPAN, MICH.		

### Informe fotográfico para complemento de la supervisión durante la colocación del Concreto Hidráulico.



Foto 4.17 y 4.18 Muestreos de concreto en obra, colocación y vibrado del concreto.



Foto 4.19 y 4.20 Texturizado superficial y protección de la obra.

Se a llegado a una de las ultimas etapas del proceso constructivo para la construcción de pavimentos a base de concreto hidráulico, en las fotografías se presentan el muestreo de concreto en obra, la colocación y vibrado del concreto, texturizado y acabados en la capa superficial y la protección de la obra una ves terminado todo el proceso de construcción, nuevamente la protección de la obra no es la adecuada y las consecuencias se ven reflejadas, es importante tener protección para la obra ya que se pueden seguir presentando este tipo de desperfectos que encarecen y devalúan la calidad de la obra.

La metodología para supervisión cumple con el objetivo de evaluar el proceso constructivo que se lleva en la obra, desde su inicio hasta su conclusión. El resultado que nos presenta los formatos evaluados nos indican que la obra muestra algunas inconsistencias las cuales se mencionan en las observaciones de cada uno de los formatos valorados.

Los aspectos que se puntualizan en las observaciones son importantes, ya que se deben de revisar y se tienen que colocar como observación para que no se presente el mismo problema en alguna otra obra.

El porcentaje de calidad con el que se concluye esta obra de pavimentación cuenta con un valor promedio del **90.6%** lo que nos indica que la calidad de los trabajos realizados es buena, con un nivel “**ACEPTABLE**” de acuerdo con los formatos que forman parte de la estructuración para la supervisión de esta metodología. En seguida se presentan las conclusiones obtenidas de esta investigación.

## **CONCLUSIÓN**

Las estructuras de pavimento rígido, donde la capa de rodamiento es de concreto hidráulico a impactado cada vez más en el área de las vías terrestres. Con la investigación realizada, en base a las normas y procedimientos constructivos para este tipo de obras, se formuló la presente metodología para la supervisión de pavimentos rígidos, la cual servirá para identificar los aspectos a supervisar, corregir y conservar. Claro es que la finalidad es aumentar o por lo menos mantener la vida útil de diseño indicada en el proyecto de las vialidades; a continuación se presentan las conclusiones obtenidas en este trabajo de investigación:

### **Verificación del Objetivo General.**

Recordando que el objetivo general de esta tesis fue planteado con el fin de establecer una metodología para supervisión de pavimentos rígidos por lo cual este objetivo se a cumplido ya que ahora se cuenta con esta propuesta la cual es práctica para cualquier persona relacionada con el área de la construcción, llámense Ingenieros Civiles, Arquitectos, Técnicos en Construcción, Supervisores del H. Ayuntamiento, Contratistas, entre otros; y además que ésta sea un apoyo importante para la supervisión adecuada de cualquier obra de este tipo.

La integración de la investigación por medio del uso de formatos de supervisión, para cada una de las partidas importantes de la obra a ejecutar en la construcción de un pavimento a base de concreto hidráulico, son de vital importancia para el desarrollo urbano de cualquier población, en forma particular para la Ciudad de Uruapan, Michoacán, donde yo resido; ya que el crecimiento

urbano de la misma, solicita de mejores calles, avenidas, boulevard y libramientos con mejor diseño geométrico y estructura de pavimento; además de un adecuado control y aseguramiento de la calidad, generando mayor vida útil de la misma, permitiendo ver esto reflejado en el presupuesto invertido de la obra, y en la reducción de los costos de mantenimiento a lo largo de su vida útil. Finalmente podemos decir que el crear formatos para la correcta supervisión permite controlar el proceso constructivo así como cuidar y optimizar al máximo la inversión municipal en nuestra ciudad.

### **Objetivos Particulares.**

Estos fueron obtenidos de la aplicación práctica de la metodología para la supervisión de pavimentos rígidos, tomando como caso práctico la investigación aplicada en la obra de pavimentación de la Avenida Latinoamericana, segunda etapa del tramo 0+320 Km al 0+890 km, entre la avenida Cananea y el acceso al Aeropuerto.

- De acuerdo a la normativa y procedimiento constructivo aplicado a las actividades que se realizaron para la construcción, de la obra antes mencionada; podemos concluir que CUMPLE con las especificaciones de tipo administrativo y de diseño; en el cual se verificaron los avances de cada uno de los conceptos ejecutados.
- Sin embargo el resultado de la calidad de la obra que nos arroja la metodología aplicada, nos indica que la obra es de una calidad buena con nivel ACEPTABLE, ya que esta cuenta con un 90.6%; porcentaje que se

encuentra por arriba del 90% como mínimo para calificar la obra con nivel de calidad “aceptable”.

- Durante el proceso constructivo se supervisó que el personal de trabajo, tuviera la capacidad técnica necesaria par la realización de los trabajos, esta supervisión dió como resultado el correcto manejo del equipo de trabajo así como rendimientos aceptables para ejecutar las actividades encomendadas. Además de que el equipo y maquinaria empleada en la obra, cumplió con los requisitos necesarios para ejecutar su trabajo de una forma correcta.
- Los resultados del laboratorio de control de calidad, permitieron la verificación del cumplimiento de la calidad de los materiales empleados en la obra, creando el respaldo técnico certificado para la obtención de un mayor puntaje de supervisión.
- Uno de los elementos que redujeron el puntaje de supervisión general de la obra, fué la falta de señalamiento de proyecto y colocación de los elementos de protección de la obra, los cuales son un aspecto determinante para el aseguramiento de la calidad especificada, además de la seguridad del usuario. El señalamiento y la protección de obra, forman parte de la garantía que el contratista o constructora ofrece a la dependencia y al usuario por el trabajo concluido. Este problema de falta de señalamiento y elementos de protección de obra, se calificó en los formatos desde que se realiza la revisión del Proyecto Geométrico, ya que este no cuenta con: planos de señalamiento horizontal y vertical, planos de protección de obra y planos para distribución ó reubicación de

instalaciones especiales tales como Luz Eléctrica, Teléfono, Fibra Óptica, Agua Pluvial y Drenaje Sanitario.

De acuerdo a la necesidad de verificar un proceso de construcción de este tipo, se obtuvieron conclusiones importantes y se identificaron puntos relevantes, que como ya se había mencionado se tendrán que cuidar para que las obras por construirse no presenten este tipo de anomalías. Esta investigación me lleva a comprender que la supervisión de obra es un aspecto fundamental para cualquier Obra Civil que se ejecute, ya que por medio de esta se logra obtener un control y aseguramiento de la obra que garantiza la inversión implementada en el proyecto ejecutado.

Con la aplicación que se le dé a esta metodología para cada una de las obras construidas se obtendrá un archivo que formará parte de un respaldo técnico, el cual irá creando un historial que será un respaldo para el aseguramiento y calidad para cada una de las obras de pavimentación a base de concreto hidráulico.

Se hace hincapié para que esta metodología se aplique y se le dé el uso adecuado para la que fué realizada, en beneficio a la infraestructura vial que nuestra ciudad requiere, tomando en cuenta que la supervisión de obra forma parte de la garantía para la calidad de la misma.

## **BIBLIOGRAFÍA**

American Concrete Institute. (1987)

Práctica recomendable para la construcción de pavimentos y bases de concreto.

Estados Unidos de América.

Hernández Sanpieri Roberto (2003)

Metodología de la Investigación.

Graw Hill, México. Tercera Edición

Ortiz Fernández, Álvaro J. (2000)

Control de Calidad del Concreto Hidráulico y sus componentes.

IMCYC

Rico Rodríguez, Alfonso; Hermilo del Castillo, Coaut. (2003)

La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres: Carreteras, Ferrocarriles y

Aeropistas. Volumen 1

Limusa Noriega Editores.

Zárate Aquino, Manuel. (2002)

Pavimentos de concreto para carreteras.

Miembros de la Cámara Nacional de la Industria Editorial, Reg. No. 1052

## **OTRAS FUENTES DE INFORMACIÓN**

[www.construaprende.com](http://www.construaprende.com), [www.monografias.com](http://www.monografias.com), [www.ibch.com](http://www.ibch.com).

[www.members.fortuneaty.es](http://www.members.fortuneaty.es), [www.cemexmexico.com](http://www.cemexmexico.com), [www.icc.ucv.cl](http://www.icc.ucv.cl),

# ANEXOS

