“Construcción de Capa de Rodadura de Hormigón Hidráulico o Convencional Caso Práctico “Vía 27 de Noviembre Cantón Salitre” Abscisa 0+000 – 0+795m”

Verónica Licetz Bravo Figueroa[1], Ericka Katiuska Córdova Arreaga[2], Osmar Eduardo Moreira Sellán[3], Ing. Eduardo Santos Baquerizo[4]
Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra
Escuela Superior Politécnica del Litoral
Campus “Gustavo Galindo” Km 30.5 Vía Perimetral
Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador
vebravo@espol.edu.ec[1], erikacor@espol.edu.ec[2], oemoreir@espol.edu.ec[3], esantos@espol.edu.ec[4]

Resumen

En el presente trabajo se han establecido los criterios indispensables para la construcción de una capa de rodadura de hormigón hidráulico para el caso práctico de la Vía 27 de Noviembre del Cantón Salitre, así como su adecuado método constructivo partiendo de la sección típica cuyas capas que forman parte del pavimento como son la subrasante y la capa de sub-base están conformadas y perfectamente niveladas con la cota de bombeo establecida en los planos de diseño. Se detalla paso a paso cada una de las actividades a realizarse en la obra como: la colocación de formaletas, seguido de un método de transferencia de carga, el vertido del hormigón, el acabado de la superficie, curado de la losa de hormigón, el corte de juntas y sello de las mismas; distribuyendo el personal, los materiales y equipos según lo requiera la actividad, dando recomendaciones durante el periodo constructivo para evitar el deterioro de la capa de rodadura antes de que la vía cumpla con su vida útil.

Además se detallan las posibles causas, y prevención de las fisuras, grietas, aportando con soluciones dependiendo del grado del problema en la losa de hormigón, ayudando de ésta manera al desarrollo del cantón.

Palabras Claves: *Capa de Rodadura, Hormigón Hidráulico, Bombeo, Formaleta, Fisura, Grieta.*

Abstract

In the following work it has established the essential criterions for the Construction of Rolling Surface of Concrete Hydraulic or Conventional Practical Case Via November 27th Canton Salitre, as well as its proper construction method based on typical section whose layers which are part of the pavement such as subgrade and subbase layer are formed and perfectly planned with the level of pumping set design. It is detailed step by step each of the activities performed on site as: placement of formworks, followed by a charge transfer method, pouring of concrete, surface finishing, curing of concrete slab, curing boards and label themselves; staff distributing, materials and equipment for activities as may be required, giving recommendations during the constructive period to prevent deterioration of the rolling surface before the lifetime road .

Also it is detailed the possible causes and prevention of cracks, fissure; providing solutions depending on the extent of the problem in the concrete slab, thus helping the development of the canton.

Key words: *Rolling surface, Concrete Hydraulic, Pumping, Formwork, Crack, Fissure.*

1. Introducción

En un proyecto de vía terrestre de comunicación, se establece un diseño que se ajuste a las necesidades del usuario de la vía, en base a una serie de datos recopilados en campo. Teniendo en cuenta que la Vía 27 de Noviembre está ubicada en el cantón Salitre provincia del Guayas con una longitud de carretera de 795.00m, desde las intersecciones de la Carretera Salitre Guayaquil y la Carretera Samborondón Vernaza es una de las principales por soporta un tránsito pesado en especial el de los camiones intercantonales. En la actualidad la capa de rodadura de la vía está deteriorada en casi toda su longitud con presencia de baches, fisuras y agrietamientos, produciendo molestias a las personas que residen a su alrededor.

Por tal motivo se plantea un sistema constructivo de la capa de rodadura que debe ser de hormigón hidráulico, proporcionando una superficie de rodamiento adecuada, con textura y color conveniente y que resista los efectos abrasivos del tráfico, con 2 carriles de circulación en ambos sentidos de 3.31m cada carril, para una vida útil de 20 años, basándose en el respectivo diseño de la Vía.

2. Sección típica del pavimento

El pavimento de la vía 27 de Noviembre la forman varias capas siguiendo el siguiente orden constructivo: de una subrasante conformada y compactada, para luego colocar la capa de Sub-base, preparada de acuerdo a especificaciones técnicas, para finalmente colocar la capa de rodadura.

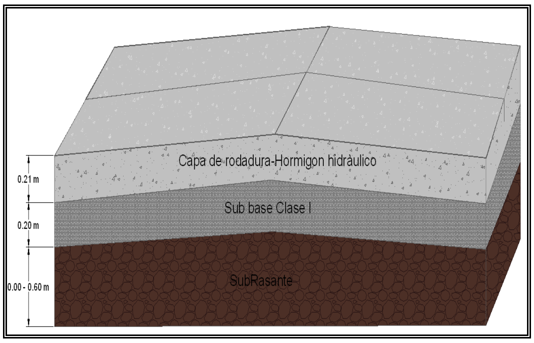

Figura 1. Sección típica de pavimento.

2.1. Mejoramiento de la subrasante

El espesor de la subrasante es variable de 0.00 a 0.60 m.

Desde la abscisa 0+00 hasta 0+100 m el material existente será reemplazado por material de mejoramiento por no cumplir con las especificaciones de granulometría y Limites de Atterberg con un espesor de 0.60 m. la longitud restante de vía no se requerirá de material de mejoramiento, ya que el material existente se encuentra dentro de los parámetros requeridos.

Tabla1. Granulometría y Límites de Atterberg.

	Material existente	Material mejoramiento
Tamaño máximo	5 cm.	10 cm.
Pasante tamiz no. 4	45%	30 – 70%
Pasante tamiz no. 200	16%	0-20%
Limite liquido	24%	35% max.
Índice plástico	6%	12% max.

2.2. Capa de sub-base

La capa de sub-base será de clase I con un espesor de 0.20m, cumpliendo con los parámetros del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP); la misma que se colocará sobre la subrasante previamente aprobada, de conformidad con las alineaciones, pendientes y secciones transversales.

2.3. Capa de hormigón hidráulico

Para el proyecto de la Vía “27 de Noviembre” del Cantón Salitre la capa de rodadura estará conformada por una losa de hormigón hidráulico, cuyo espesor es de 0.21m, sin inclusión de aire, con dispositivos de transferencia de carga.

El cemento a utilizarse será portland tipo I clase C, deberá tener una resistencia a la compresión de 350Kg/cm^2 y una resistencia a la tracción de 4.5 MPa, recomendando la utilización de un aditivo plastificante, para la generación de un hormigón con mayor trabajabilidad.

3. Recursos necesarios en la construcción

Para que la construcción de una capa de rodadura de hormigón hidráulico se ejecute sin contratiempo; la contratación del personal, la compra de materiales y el alquiler de equipos dependerá de los factores tiempo y económico.

Tabla2. Recursos involucrados en la construcción.

Personal	Material	Equipo
Jefe de obra	Formaletas	Equipos topográficos
Residente de obra	Agua	Tanquero
Ayudante de obra	Barras de acero	sierra u oxicorte
Maestro de obra	Canastillas	Soldadora
Fierrero	Grasa	Dobladora de varillas
Soldador	Electrodos	Mixer
Albañil	Hormigón premezclado	Vibrador de inmersión
Obrero	Compuesto curador	Flotador
	Tirilla de respaldo	Peine de cerdas metálicas
	AP3	Bomba de espalda
		Cortadora autopropulsada
		Compresor de aire
		Máquina selladora

Teniendo en consideración lo anteriormente citado se elabora cuadrillas tipo distribuyendo el personal, material y equipo según la actividad a realizarse durante la construcción de la Vía.

4. Detalle constructivo de la losa de hormigón hidráulico

4.1. Colocación de formaletas

Las formaletas se colocan directamente sobre la sub base clase I ensambladas secuencialmente en los bordes cada 3m de longitud, utilizando cuñas para garantizar la rigidez de las formaletas. La separación que existen de una formaleta a otra es la del ancho del carril, y la altura corresponde al espesor de losa.

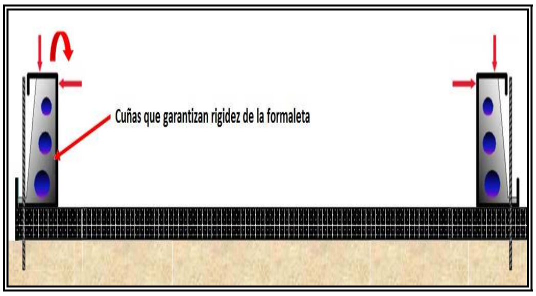

Figura 2. Colocación de formaletas fijas.

4.2. Colocación de canastillas

Las canastillas metálicas se deberán afianzarse bien en la sub-base clase I, sirven de soporte a las barras pasador y por lo general se las utiliza en las juntas transversales de contracción para garantizar la transferencia de carga entre losas adyacentes, localizándose en la mitad del espesor de la losa.

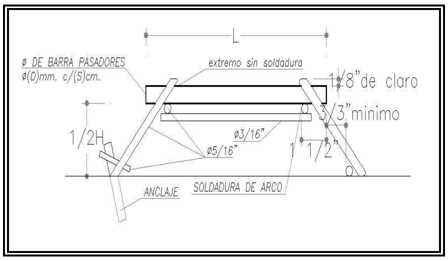

Figura 3. Vista lateral de canastilla.

Las dimensiones de las barras pasador dependerán del espesor de losa para cada proyecto de vía.

Tabla 3. Dimensión de pasadores.

Recomendaciones para la selección de los tipos de pasadores			
Espesor de losa (H) cm.	Diámetro del pasador (D) mm.	Longitud total (L) m.	Separación entre centros (S) cm.
21	25	0.4	30

4.3. Colocación de Barras Pasajuntas

Se las utilizan en las juntas transversales de construcción para resistir la fuerza de tracción y se las colocan en la mitad del espesor de la losa. Deberán introducirse en los agujeros de las formaletas.

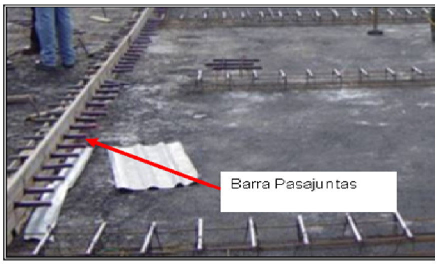

Figura 4. Colocación de barras pasajuntas.

Las dimensiones de las barras pasajuntas dependerán del espesor de losa para cada proyecto de vía.

Tabla 4. Dimensión de pasajuntas.

Recomendaciones para la selección de los tipos de pasajuntas			
Espesor de losa (H) cm.	Diámetro de pasajunta (D) mm.	Longitud total (L) m.	Separación entre centros (S) cm.
21	12	0.85	100

4.4. Colocación del hormigón

La descarga del hormigón debe ser lo más baja posible con el fin de evitar la segregación se tomaran las muestras para las respectivas pruebas de laboratorio.

La distribución debe ser homogénea a lo largo y ancho del paño.

El concreto debe quedar un poco rebosante para que la cuadrilla tipo para esta actividad realice la compactación del hormigón, verificando antes y después de cada fundida los espesores de la losa.

Figura 5. Colocación del hormigón.

4.5. Acabado de superficie

4.5.1.Flotado del concreto. El flotado se realiza para abrir los poros en el concreto fresco y sacar el agua del sangrado, permitiendo un mejor acabado, con la utilización de un flotador pasándolo en sentido transversal a la losa.

Figura 6. Flotado del concreto.

4.5.2. Texturizado del concreto. La textura superficial consiste en proporcionar a la losa de hormigón de una vía un grado de aspereza mejorando así la adherencia entre las llantas de los vehículos y la losa.

Microtexturizado. Técnica que se realiza en sentido longitudinal de la vía utilizando una tela de yute.

Figura 7. Microtexturizado del hormigón.

Macrotexturizado. Técnica que se realiza en sentido transversal de la vía utilizando un peine con cerdas metálicas.

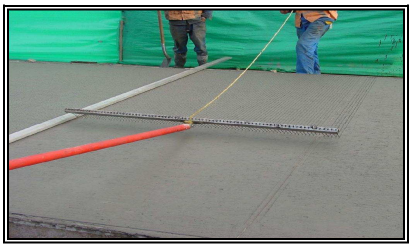

Figura 8. Macrotexturizado del hormigón.

4.6. Curado de la losa

El objetivo de curar la losa de hormigón es mantenerla a una humedad y regímenes de temperatura adecuados con la finalidad de que éste desarrolle la resistencia especificada y garantice su durabilidad, una de las mejores técnicas esta la utilización de un compuesto químico, aplicado por un atomizador.

Figura 9. Curado del hormigón con compuesto químico.

4.7. Juntas

Las juntas son aberturas hechas en la losa las cuales controlan los esfuerzos generados por los movimientos de contracción y expansión, impidiendo su fisuración.

Cuando se suspende la colocación del hormigón por finalización de jornada laboral, cuando aparece la retracción de concreto, o la dilación térmica, las juntas provocan una zona de debilidad relativa por medio de un sistema de transferencia de carga.

- **Pasadores.** Utilizados en condiciones de tráfico pesado mediante el empleo de barras de acero liso, conectando entre si las losas separadas.

- **Trabazón de agregados.** Utilizado cuando los espesores de losa son pequeños y cuyo trafico de camiones sea inferior a 175 en cada carril, dependiendo principalmente de la resistencia al cortante de las partículas.

4.7.1. Junta longitudinal. El objetivo principal de este tipo de juntas es controlar la formación de fisuras en sentido longitudinal y el de dar delineamiento a los carriles. Las juntas longitudinales se dividen en dos clases:

Junta longitudinal de contracción. Se las realiza cuando el vaciado del hormigón se lo hace en una sola pasada en dos o más carriles.

Junta longitudinal de construcción. Se las realiza cuando el vaciado del hormigón se lo hace por carriles, utilizando barras de acero.

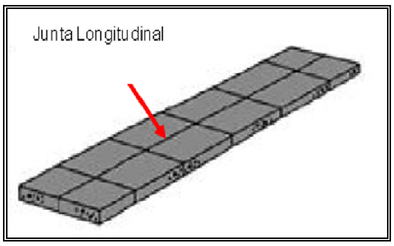

Figura 10. Junta longitudinal.

4.7.2. Junta transversal. El objetivo principal de este tipo de juntas es controlar la formación de fisuras en sentido transversal. Las juntas transversales se dividen en 3 clases:

Junta transversal de contracción. Controlan las grietas transversales ocasionadas por los esfuerzos de tracción y por alabeo.

Junta transversal de construcción. Se las realizan cuando se detiene la construcción de la losa por finales de fundida, haciendo uso de canastillas como mecanismo de transferencia de carga.

Junta transversal de expansión. Se las realizan para aislar estructuras fija, haciendo uso de pasadores para incrementar la transferencia de carga cuando el caso lo amerite necesario.

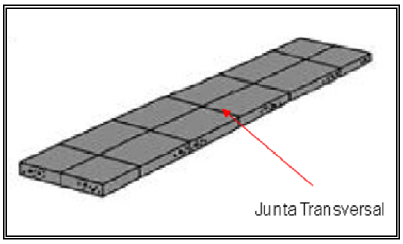

Figura 11. Junta transversal.

4.8. Corte de juntas

El corte se realiza para evitar el agrietamiento de la losa de manera aleatoria, mediante la planificación de cortes; ya sea en concreto fresco con la utilización de guillotina inmediatamente después de las actividades de acabado o en concreto endurecido utilizando una cortadora dentro de las 5 o 7 horas posteriores a la colocación del hormigón.

Figura 12. Corte de juntas.

4.9. Sellado de juntas

El objetivo del sellado de juntas es minimizar la infiltración del agua superficial y de materiales incompresibles al interior de la junta, el material sellante para las juntas deberá ser elástico, con propiedades adherentes en el concreto permitiendo la dilatación y contracción en la losa; recomendando así AP3 para el sello de las juntas.

Esta actividad se la ejecuta previo a una limpieza y colocación de tirilla de respaldo, la cual impide el desperdicio de material sellante.

Figura 13. Sellado de juntas.

5. Problemas de construcción

5.1. Fisuras por retracción superficial

Son fisuras muy finas y superficiales que se conectan entre sí, que aparecen por el exceso de vibrado, pérdida de agua por condiciones climáticas, etc.

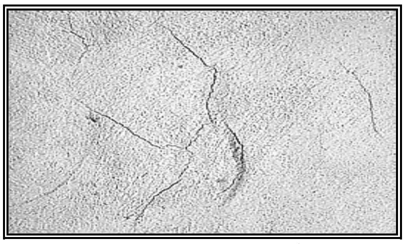

Figura 14. Fisuras por retracción superficial.

La aparición de este tipo de fisuras se las puede evitar: utilizando retardantes de evaporación en días soleado y para el caso de periodos de lluvia, disponer de cubiertas para proteger la losa.

- **Solución.** Rellenar las fisuras con una mezcla de cemento, arena bien graduada, aditivos impermeabilizantes y reductores de agua y polímeros.

5.2. Fisuración transversal

Son fisuras con orientación perpendicular al eje de la vía, que aparecen por el corte tardío de las juntas transversales, espesores insuficientes de la losa, etc.

Figura 15. Fisuración transversal.

La aparición de este tipo de fisuras se las puede evitar: verificando los espesores de la losa con respecto a los planos de diseño.

- **Solución.** Remover la zona afectada empleando herramientas neumáticas livianas.
Si al excavar, se detecta que la zona afectada alcanza una profundidad mayor que un tercio del espesor de la losa, la operación debe suspenderse, y se procederá a trabajar en todo el espesor.

5.3. Fisuración longitudinal

Son fisuras con orientación paralela al eje de la vía, que aparecen por el corte tardío en las juntas longitudinales, por el exceso de agua en la mezcla, etc.

Figura 16. Fisuración longitudinal.

La aparición de este tipo de fisuras se las puede evitar: reduciendo el contenido de fino y de agua en la mezcla del hormigón, humedeciendo la sub-base al momento del vertimiento del hormigón.

- **Solución.** Remover la zona afectada empleando herramientas neumáticas livianas. Si al excavar, se detecta que la zona afectada alcanza una profundidad mayor que un tercio del espesor de la losa, la operación debe suspenderse, y se procederá a trabajar en todo el espesor.

5.4. Rotura de esquinas

Son fisuras que intercepta una junta transversal con una junta longitudinal o borde de calzada, que aparecen por sobrecarga en las esquinas, por un deficiente mecanismo de transmisión de carga entre las juntas, etc.

Figura 17. Rotura de esquinas.

La aparición de este tipo de fisuras se las puede evitar: con un diseño adecuado de trasferencia de carga.

- **Solución.** Limpiar las juntas y grietas y a continuación sellar las fisuras con material asfáltico.

5.5. Erosión por bombeo

Es el movimiento del agua con material en suspensión, ubicada debajo de la losa o su expulsión hacia la superficie, que aparecen por un defectuoso sello de las juntas, etc.

Figura 18. Erosión por bombeo.

La aparición de erosión se las puede evitar: realizando un correcto sellado de juntas para evitar el ingreso de agua.

- **Solución.** Localizar el origen del agua infiltrada; si es por las mismas juntas y grietas, proceder a resellarlas.

5.6. Levantamiento de losas

Es el movimiento hacia arriba de la capa de rodadura en zona de juntas o fisuras, que sucede por la expansión de suelos expansivos, inadecuada construcción de juntas en las intersecciones, etc.

Figura 19. Levantamiento de losa.

La aparición de este tipo de levantamiento se las puede evitar: verificando que las capas del pavimento no contengan materiales expansivos.

- **Solución.** Remover el área deteriorada, luego colocar hormigón utilizando un epóxico permitiendo la unión entre el hormigón nuevo y el existente. Finalmente realizar el respectivo curado del hormigón.

5.7. Despostillamiento de juntas

Es la desfragmentación localizada de los bordes de las juntas o fisuras, que aparecen por un hormigón debilitado por falta de compactación, por el retiro de las formaletas antes de tiempo en las juntas, etc.

Figura 20. Despostillamiento de juntas.

El despostillamiento de juntas se las puede evitar: especificando el material de sello adecuado que prevengan la infiltración de agua y materiales incompresibles.

- **Solución**. Limpiar las juntas y grietas y a continuación sellar las fisuras con material asfáltico.

En caso de presentar fisuras de severidad alta se deberá remover la zona afectada empleando herramientas neumáticas livianas. Si al excavar, se detecta que la zona afectada alcanza una profundidad mayor que un tercio del espesor de la losa, la operación debe suspenderse, y se procederá a trabajar en todo el espesor.

5.8. Reacción álcali agregado

La reacción álcali-agregado se produce entre los álcalis, aportados por el cemento y componentes reactivos de los agregados, produciendo un gel que absorbe el agua, dando lugar a hinchazón sobre la pasta de cemento, produciendo su rotura.

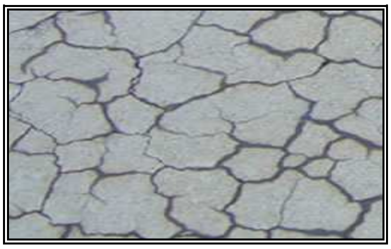

Figura 21. ***Reacción álcali agregado.***

El despostillamiento de juntas se las puede evitar: realizando la verificación previa en un laboratorio, las propiedades de los agregados.

- **Solución.** Colocar un parche asfaltico en la zona deteriorada.

En caso de presentar fisuras de severidad alta se deberá remover la zona afectada empleando herramientas neumáticas livianas. Si al excavar, se detecta que la zona afectada alcanza una profundidad mayor que un tercio del espesor de la losa, la operación debe suspenderse, y se procederá a trabajar en todo el espesor.

6. Conclusiones

- El método constructivo de la capa de rodadura de hormigón hidráulico que se ha sugerido, cumpliendo con lo establecido en los diseños, establece los criterios técnicos para la construcción de la Vía según las especificaciones del MTOP.

- Para la construcción de carretera de pavimento rígido, se ha tomado en cuenta, factores ajenos a la construcción de la losa, tales como cambios climáticos, retrasos en obra, etc. para el correcto desenvolvimiento de los trabajos, a fin de concluir la obra con la mayor calidad posible.

- Se ha desarrollado soluciones útiles que minimizarán los problemas que se suscitan en el campo al momento de la construcción, evitando con esto al constructor encargado de este proyecto problemas en el futuro, cumpliendo así con la vida útil de la vía.

REFERENCIAS.GB

[1] Manual Centroamericano para diseño de Pavimentos (Ing. Jorge Coronado Iturbide).
[2] Estructuración de vías terrestres (Fernando Olivera Bustamante)
[3] Folleto del seminario de cálculo de costo de obras civiles.
[4] Ingeniería de pavimentos para carreteras, 2ª Edición (Alfonso Montejo Fonseca).
[5] Diseño de Pavimento Rígido para la Vía 27 de Noviembre del Cantón Salitre (Construladesa S.A.).
[6] Diseño de Pavimento Rígido para la Vía 27 de Noviembre del Cantón Salitre (Construladesa S.A.).
[7] Apuntes de seminario de carreteras (Ing. Eduardo Santos Baquerizo).