



**MEJORAMIENTO DE LA VÍA DABEIBA - CAMPARRUSIA
EN LA SUBREGIÓN OCCIDENTE DEL DEPARTAMENTO
DE ANTIOQUIA
km 2+950 – km 11+090**

PROCESO CONSTRUCTIVO

INFORME TÉCNICO



Medellín, 11 de febrero de 2022

LISTA DE DISTRIBUCIÓN

Copias de este documento han sido entregadas a dependencias de ARGOS y BANCOLOMBIA según se indica a continuación. Las observaciones que resulten de su revisión y aplicación deben ser informadas a esta oficina para proceder a realizar sus modificaciones:

DEPENDENCIA	Nº de Copias
ARGOS	1
BANCOLOMBIA	1
GICA SAS	1

ARGOS y BANCOLOMBIA son responsables de administrar las copias correspondientes a este documento dentro de sus grupos de trabajo.



Calle 42 A No. 63C-38 Conquistadores
Teléfono y FAX (574) 2351092
E-mail: proyectosgica@gicasas.com.co
MEDELLÍN. COLOMBIA – SUDAMÉRICA

ÍNDICE DE MODIFICACIONES

REVISIÓN	CAPÍTULO MODIFICADO	FECHA DE MODIFICACIÓN	OBSERVACIONES
0		08/11/2021	Versión Original
1		16/12/2021	Revisión 1
2		11/02/2022	Modificación de 6.00% a 3.00% de cemento

ESTADO DE REVISIÓN Y APROBACIÓN

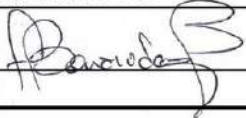
TIPO DE DOCUMENTO		INFORME			
NOMBRE DEL DOCUMENTO		MEJORAMIENTO DE LA VÍA DABEIBA - CAMPARRUSIA EN LA SUBREGIÓN OCCIDENTE DEL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA - km 2+950 – km 11+090			
CÓDIGO DEL DOCUMENTO		PROCESO CONSTRUCTIVO			
REVISIÓN No.		PROFESIONAL	0	1	2
ELABORÓ	Nombre	Franco Hernando Benavidez Bolaños			
	Cédula de ciudadanía	75.067.190			
	Matrícula Profesional	1720256347 CLD	X	X	X
	Firma				
	Fecha		05/11/2021	16/12/2021	11/02/2022
REVISÓ	Nombre				
	Cédula de ciudadanía				
	Matrícula Profesional				
	Firma				
	Fecha				
	Nombre				
	Cédula de ciudadanía				
	Matrícula Profesional				
Firma					
Fecha					
APROBÓ Y PRESENTÓ GICA	Nombre				
	Cédula de ciudadanía				
	Matrícula Profesional				
	Firma				
	Fecha				
APROBÓ CLIENTE	Nombre				
	Cédula de ciudadanía				
	Matrícula Profesional				
	Firma				
	Fecha				

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1 GENERALIDADES.....	1
2 NOTAS GENERALES.....	3
3 PRELIMINARES	5
4 DEMOLICIONES, CORTES Y RETIROS.....	6
5 MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	6
6 AFIRMADOS, BASES Y SUBBASES.....	8
7 CONCRETO, MORTEROS.....	19
8 PAVIMENTOS Y NEOPRENOS	22
9 OBRAS DE DRENAJES, SUBDRENAJE Y PROTECCIÓN	27
10 ACERO DE REFUERZO.....	28
11 SEÑALIZACIÓN Y PINTURAS.....	29
12 URBANISMO Y PAISAJISMO	29
13 MANEJO DE ESPECIES VEGETALES	30
14 REFERENCIAS	31

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Fotografía 1. Homogenización superficial del cemento.....	12

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ubicación general del proyecto y del tramo en estudio.....	2
Figura 2. Gráfico densidad vs No. de pasadas del vibro-compactador	10
Figura 3. Gráfico humedad vs No. de pasadas del carotranque - Abertura de flauta constante	11
Figura 4. Variables para considerar en la distribución del cemento	12
Figura 5. Situaciones probables al realizar la mezcla	13
Figura 6. Tiempo entre la mezcla y la compactación	15
Figura 7. Esquemmatización del fenómeno de curado	16
Figura 8. Tipos de juntas existentes en la tecnología.....	16
Figura 9. Programación diaria por un solo carril.....	17
Figura 10. Programación diaria por dos carriles.....	17
Figura 11. Distancia correcta e incorrecta entre sucesivos puntos de inmersión	24
Figura 12. Ábaco descrito por la ACI 308	26
Figura 13. Límite de áreas para desmonte y limpieza	30

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Pág.

Fotografía 1. Homogenización superficial del cemento..... 12

“MEJORAMIENTO DE LA VÍA DABEIBA - CAMPARRUSIA EN LA SUBREGIÓN OCCIDENTE DEL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA” ABSCISADO km 2+950 – km 11+090 PROCESO CONSTRUCTIVO

1 GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

GICA SAS está desarrollando para ARGOS SA y BANCOLOMBIA actividades como asesor técnico en los estudios y diseños para el mejoramiento de la vía Dabeiba – Camparrusia, en el departamento de Antioquia, la cual tiene una longitud total de 44.40 km aproximadamente. Se realizará el estudio en detalle por parte de esta consultoría, del tramo de la vía comprendido entre el km 2+950 y el km 11+090, abarcando 8.14 kilómetros. Sin embargo, del km 5+900 al km 6+000 por ser un sector especial, en donde la problemática está asociada a la socavación lateral del río, el estudio relacionado con el análisis de éste y el planteamiento de la solución no están incluidos en el alcance del estudio y deberá estar sujeto a evaluaciones y análisis futuros. Por lo anterior, este tramo no será objeto de estudios geotécnicos, estudios de pavimentación, sin embargo, se contempla el diseño de obras hidráulicas.

El proyecto tiene como objetivo fundamental mejorar la infraestructura vial para incrementar la competitividad, promover el crecimiento económico, disminuir significativamente los costos de operación vehicular, con el consecuente mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes y de los usuarios de la vía objeto de revisión, aprovechando la sección transversal disponible. Puesto que el alcance principal de este proyecto es en esencia la pavimentación, no se contemplan ampliaciones, ni recuperaciones de banca, y tampoco intervenciones para la estabilización de taludes. Partiendo de estas consideraciones mencionadas, fueron desarrollados todos los estudios y diseños por parte de GICA SAS.

Por lo anterior, en este documento se presentan las recomendaciones de los procesos constructivos considerados para la vía en estudio, relacionados con los trabajos de construcción, especialmente de la base de material tratado con cemento y lo relacionado con la construcción de la rodadura en concreto hidráulico.

1.2 OBJETIVO

Determinar el procedimiento constructivo básico para la elaboración de una vía en pavimento en concreto hidráulico apoyada en un material granular tratado con cemento, más todas las obras complementarias.

1.3 ALCANCES

- Identificar las etapas que se deben seguir en la realización de un proceso constructivo de una vía en pavimento con rodadura en concreto hidráulico en el terreno existente.
- Especificar las normas técnicas necesarias e indispensables en la construcción de pavimentos de concreto rígido.
- Realizar una explicación teórica sobre cada etapa del proceso constructivo básico para la elaboración de una vía en pavimento flexible en terrenos planos

1.4 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El municipio de Dabeiba está localizado en la subregión occidente del departamento de Antioquia, limita por el Norte con los municipios de Mutatá e Ituango, por el Este con los municipios de Ituango, Peque y Uramita, por el Sur con los

municipios de Uramita y Frontino y por el Oeste con los municipios de Murindó y Mutatá. Su cabecera dista 183.00 km de la ciudad de Medellín, capital del departamento de Antioquia.

El proyecto se ubica en el municipio de Dabeiba y comprende la vía que va desde el casco urbano al corregimiento de Camparrusia, en cuyo recorrido la vía pasa por el corregimiento de Cruces, San José de Urama y se tiene la desviación al corregimiento de la Balsita, localidades que se encuentran localizados en la subregión de nororiental del municipio.

Los estudios y diseños para construcción se desarrollan con el objetivo de lograr la aprobación por parte de la Agencia para la Renovación del Territorio ART, previo visto bueno del Departamento Nacional de Planeación (DNP), para la inclusión en el banco de proyectos, del mejoramiento de la vía que comunica el corregimiento de Camparrusia con la cabecera de Dabeiba (Antioquia), municipio ubicado en una de las zonas más afectadas por el conflicto armado – ZOMAC.

El proyecto consta en la intervención de aproximadamente 8.14 kilómetros de vía, sin incluir los puentes, ampliaciones, recuperaciones de banca ni intervenciones para la estabilización de taludes.

En la Tabla 1 se presentan los tramos y las intervenciones asociadas a cada uno teniendo en cuenta el alcance del proyecto.

Tabla 1. Tramos e intervenciones a realizar entre el km 2+950 – km 11+090

TRAMO	SUBTRAMO	ABSCISADO	LONGITUD (m)	INTERVENCIÓN
1	1.1	Km 2+950 – km 5+900	2950	Rehabilitación y mantenimiento: Obras hidráulicas, pavimentación
	-	Km 5+900 – km 6+000	100	Solo obras hidráulicas
	1.2	Km 6+000- km 7+000	1000	Rehabilitación y mantenimiento: Obras hidráulicas, pavimentación
2	-	Km 7+000 – km 11+090	4090	Rehabilitación y mantenimiento: Obras hidráulicas, pavimentación

(Elaborado por GICA SAS)

En la Figura 1 se presenta la localización general del proyecto y el tramo en estudio entre el km 2+950 al km 11+090.

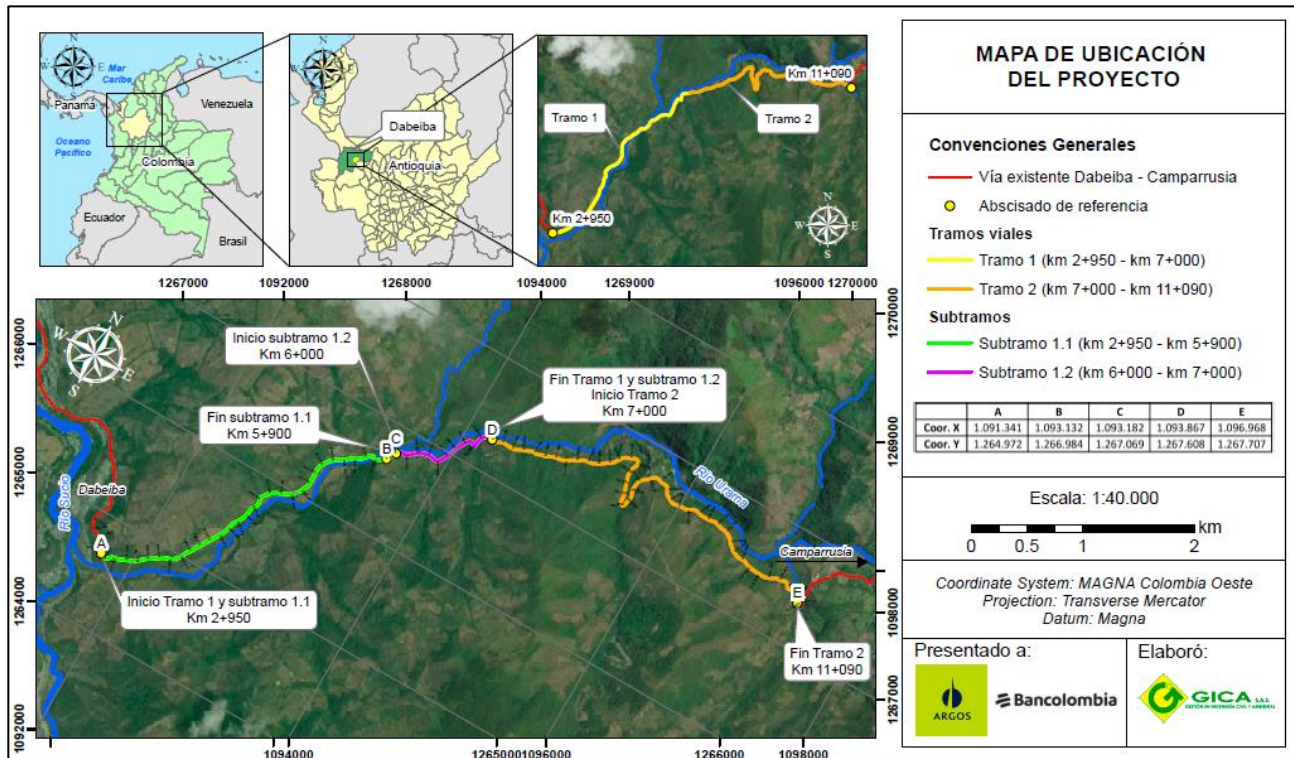


Figura 1. Ubicación general del proyecto y del tramo en estudio

(Elaborado por GICA S.A.S.)

Este trabajo consiste en el desarrollo de las recomendaciones de los procesos constructivos considerados para el tramo del km 2+950 – km 11+090 de la vía Dabeiba – Camparrusia, relacionados especialmente con los trabajos de construcción de la base de material tratado con cemento y lo relacionado con la construcción de la rodadura en concreto hidráulico.

2 NOTAS GENERALES

1. En los planos la unidad de medida de longitud es el metro, con fácil conversión a milímetros (mm) multiplicando por 1000. Unidades diferentes se especifican al lado del valor de la dimensión. El símbolo (“) significa pulgadas que equivalen a 25.4 mm.
2. El material de lleno requerido para estructuras de contención debe cumplir con las especificaciones de construcción de carreteras del invias, compactados a una densidad del 95% del proctor modificado.
3. En el trasdós de los muros o estructuras de contención de los llenos, debe colocarse un sistema drenante o subdrén preferiblemente que no requiera mantenimiento.

En el medio local se utiliza el geodrén o el dren francés, que es grava o triturado recubierto con geotextil no tejido (mínimo tipo NT 2000 o similar), y en la base del filtro debe tener una tubería PVC sanitaria de diámetro 4" perforada, y su instalación debe tener una pendiente mínima del 1%.

El subdrén como mínimo debe cubrir el 65.00% de altura del vástago o del muro, donde la descarga debe ser tal que no provoque erosión el terreno, preferiblemente que llegue en un canal debidamente revestido (en lecho y paredes) hasta un sitio adecuado para una descarga o a la quebrada.

4. Resistencias a la compresión inconfiada del concreto ($f'c$), obtenidas en probetas cilíndricas falladas a los 28 días, utilizadas en el diseño, son:
 - a. 21 MPa (3000 psi) para: barreras vehiculares en concreto tipo new jersey, solados de mínimo 0.05 m para garantizar la nivelación y limpieza bajo la viga cabezal del estribo.
 - b. 28 MPa (4000 psi) para estribos (viga cabezal y pantallas), aletas de contención de los llenos de acceso, losas de tablero, vigas longitudinales en concreto reforzado y diafragmas.
 - c. 35 MPa (5000 psi) para vigas longitudinales en sección i de concreto postensado.
 - d. Los indicados en los planos.
5. El diseño de la mezcla a utilizar en el vaciado del concreto, puede basarse en los métodos gráficos de diseño basados fuller, cumplir los requisitos de ACI-211 en su última versión, método británico RNL, cualquiera debe tener en cuenta lo siguiente:
 - a. El diseño de la mezcla necesariamente debe tener una relación agua cemento (a/c) menor a 0.50, para poder cumplir con el recubrimiento utilizado en el diseño y anotado en las presentes notas, basado en lo establecido en el numeral 5.12.3 y la tabla 5.12.3-1 recubrimiento para las armaduras principales no protegidas del CCP-14. De lo contrario y para validar lo plasmado en los planos, se debe realizar una revisión con el recubrimiento afectado por 1.2 para relaciones $a/c \geq 0.50$ y evaluar la posible variación o incidencia en la estimación de la posición del centroide del acero de refuerzo, en el cálculo del refuerzo pasivo.
 - b. Se debe establecer el asentamiento que se corroborará en campo con el ensayo de asentamiento o "slump".
 - c. La mezcla utilizada en la obra debe utilizar los mismos materiales pétreos y calidad del cemento especificados en el diseño, así como la calidad del agua.
 - d. Cualquier cambio en la dosificación, calidad, origen geológico de los agregados, contenidos de humedad, porcentajes de finos (arcillas o limos) de alguno de los componentes o aditivos especificados en el diseño, requiere de un nuevo diseño de mezclas. Los concreto a la vista, deben tener una superficie lisa, uniforme, sin cambios de color, manchas, por ello no se prevén vaciados parciales.
6. El tiempo para el desencofrado debe ser aprobado previamente por el interventor y lo determina el diseñador de la mezcla, de acuerdo a:
 - a. El desarrollo de la madurez del concreto,
 - b. La resistencia temprana requerida antes de estar sometido a algún tipo de carga así sea su peso propio.

- c. Método de curado.
 - d. Clima y temperatura ambiente.
7. El concreto debe prepararse con mezcladora mecánica o premezclado. En caso de requerirse una junta de construcción, será el interventor, quien apruebe el procedimiento que presente el constructor para garantizar las condiciones del diseño y el evitar el posible impacto visual negativo por un inadecuado tratamiento.
 8. La necesaria junta de construcción entre la viga longitudinal y la losa del tablero debe estar limpia, libre de lechada y debidamente rugosa, con una amplitud mínima de 6 mm (1/4"), como se especifica en el numeral 11.7.9 del ACI 350.
 9. La construcción se debe regir por las especificaciones generales de construcción de carreteras publicación del instituto nacional de vías -invias y normas de ensayo para materiales de carretera, o las que determine la entidad contratante en los pliegos precontractuales o la norma vigente de la entidad oficial.
 10. El agregado grueso preferiblemente debe ser triturado. Los agregados pétreos para elaborar el concreto deben estar limpios y libres de cualquier tipo de contaminantes.
 11. 3/4" (2.00 mm) es el tamaño máximo recomendado para el agregado pétreo grueso, utilizado para fabricar el concreto para las obras hidráulicas. En el caso del concreto para el pavimento rígido, es deseable utilizar los agregados del mayor tamaño posible compatible con la producción y la ejecución de la obra.
 12. La formaleta utilizada en el vaciado del concreto debe generar superficies uniformes, sin alabeos, depresiones o protuberancias. Su fijación debe ser tal que resista sin deformarse ni desplazarse, el vertido del concreto fresco. Debe utilizarse un producto para desencofrar. Y evitar que la formaleta se adhiera al concreto una vez este endurezca.
 13. En todo el vaciado se debe utilizar un equipo vibrador de concreto fresco. Se recomienda una cabeza de 1" (25 mm), y preferiblemente el de 7/8" (22 mm).
 14. El curado es proceso por el cual madura y endurece con el tiempo el concreto fabricado con cemento hidráulico, requiere de la hidratación continua del cemento en presencia de suficiente cantidad de agua y de calor, con el objeto de desarrollar la resistencia y durabilidad requerida.
 15. Los procedimientos o métodos para lograr un adecuado curado se implementan tan pronto el concreto esté en riesgo de secarse prematuramente y cuando dicho secado deteriore el concreto, lo agriete o impida el desarrollo de las propiedades requeridas.
 16. Un defecto en el curado afecta gravemente la durabilidad, la resistencia mecánica, aumenta la porosidad del concreto y genera grietas por retracción.
 17. Después del fraguado del concreto y que éste haya endurecido lo suficiente para que la superficie no se afecte, se debe utilizar un procedimiento para lograr un apropiado curado, donde la superficie debe estar húmeda permanentemente o conservar un contenido de humedad y temperatura (superior a 11°C) a edad temprana.
 18. Para la losa superior del box culvert, se recomienda el riego de agua permanente sobre la superficie, por 24 horas durante tres (3) a cinco (5) días, evitando el secamiento de algún sector y en caso de no cumplir a cabalidad con este precepto se debe aplicar membranas de curado (antisol), siguiendo las instrucciones y asesorías del fabricante, también se puede complementar la protección de la superficie con elementos impermeables (plásticos).
 19. Para los tabiques de la sección cajón se sugiere dejar la formaleta cinco (5) días o usar telas tipo costales de fique, mantas de algodón húmedos permanentemente con plástico. El agua para curado debe estar libre de contaminantes y colorantes.
 20. El acero de refuerzo corrugado, no tensionado, debe tener una resistencia a la fluencia $f_y=420$ MPa (60000 psi). Su fabricación y propiedades deben cumplir la norma ASTM A-706 o NTC 2289.
 21. Los cuadros de refuerzo de la cartilla son indicativos y una guía. La información plasmada en los cuadros del acero de refuerzo debe ser verificados previo a su figuración, por el constructor y el interventor.
 22. Las barras de acero deben estar libres de escamas, grasa, barro, polvo o cualquier otro producto o contaminante que afecte la adherencia directa con el concreto.
 23. El recubrimiento libre del acero que se establece en los planos corresponde a un diseño de mezcla de modo que la relación agua/cemento (a/c) sea menor de 0.50 según la sección 5.12.3 del CCP-14, y es:
 - a. Mínimo 38.00 mm para el concreto reforzado expuesto a la intemperie. En el diseño se utilizó 40.00 mm.
 - b. Mínimo 25.00 mm para el concreto postensado.

- c. 50.0 mm, el recubrimiento superior de la losa del tablero.
 - d. 75.0 mm para superficies de concreto en contacto directo con el suelo.
 - e. 5.00 cm, en superficies de concreto en contacto directo con el suelo pero que se vacíen con formaleta, como las pantallas y superficies verticales del estribo.
 - f. 75.00 mm, para los pilotes debido a la presencia de los anillos utilizados para la excavación.
 - g. 50.00 mm, bajo la viga cabezal, cuando se vacía un solado en concreto ($f'c = 21$ MPa) de espesor mínimo de 0.05 m, debidamente nivelado.
24. Espaciamiento mínimo de las barras de refuerzo según lo establecido en la sección 5.10.3 del ccp-14:
25. Concreto vaciado in situ, la distancia libre entre barras paralelas ubicadas en cada capa no debe ser menor a:
- a. 1.5 veces el diámetro de la barra.
 - b. 1.5 veces el tamaño del máximo agregado.
 - c. 38 milímetros
26. Espaciamiento máximo de las barras de refuerzo en tabiques y losas será de 1.5 veces el espesor del elemento o 450 milímetros, según la sección 5.10.3.2 del CCP-14.
27. Las medidas de los despieces corresponden a la dimensión exterior.
28. Para las vigas postensadas se recomienda utilizar en todos y cada uno de los refuerzos verticales (estribos o flejes) el refuerzo horizontal transversal de soporte al ducto del cable (tendón) del postensado, que no es un acero para reforzar el elemento y por ende no debe cumplir el recubrimiento mínimo, pero dicha barra si aporta un efecto positivo al confinamiento del concreto y a un posible pandeo de los flejes o estribos.
29. Todos los bordes expuestos a la vista deben llevar bisel de cateto 0.02 m.
30. Todos los tableros deben tener corta-goteras, logrados con biseles de 0.02 m x 0.02 m, a una distancia de 0.05 m del borde de la losa del tablero.
31. La junta de dilatación necesaria en los estribos para permitir el desplazamiento de la superestructura sobre la subestructura en forma independiente, se proyectó de modo que la losa del tablero se prolongue en voladizo sobre la pantalla del estribo, pero que nunca estén en contacto, para poder permitir la deformación longitudinal sin restricciones.
32. Para evitar que el suelo o el agua se introduzca en el espacio libre entre la losa (en voladizo) y la pantalla del estribo, se coloca una cinta pvc flexible, referencia o-22 o similar, utilizada como sello elástico para juntas sometidas a presión hidrostática, que en este caso la presión no es hidrostática si no del suelo, pero con un valor mínimo, debido a la profundidad del suelo donde se ubica el sello, con respecto al nivel de la superficie.
33. La disposición de la cinta PVC flexible plasmada en los planos, es tal que la capacidad de su deformación horizontal, está asociada con el desplazamiento del apoyo elastómero diseñado y de la deformación máxima probable de la superestructura.
34. La reparación o remplazo total de la cinta PVC flexible, se hace en forma fácil y sencilla, sin afectar la capacidad de la losa (en voladizo) ni de la pantalla sobre el estribo, debido a que la ubicación de dicha cinta, está en la zona del recubrimiento, por ende, su remplazo solo requiere del retiro del citado recubrimiento en concreto (0.05m), se coloca un nuevo sello elástico en PVC flexible y se restituye el concreto del recubrimiento retirado con un grout de alta adherencia.

3 PRELIMINARES

3.1 LOCALIZACIÓN, TRAZADO Y REPLANTEO

El equipo de la comisión topográfica con los equipos de precisión debidamente calibrados deberá realizar el levantamiento topográfico del terreno y el replanteo de los puntos ubicados en los planos, tal como los deltas, pilas, vigas, entre otros marcados en los planos de tal forma que se puedan tomar como guías en la etapa constructiva.

Este replanteo se hará a partir de los puntos y referencias materializados en la etapa de implementación. La referencia planimetría será el sistema de coordenadas empleado para el levantamiento del terreno y la referencia altimétrica se hará a partir de la cota de los puntos de amarre (BM / Deltas).

Para evitar pérdidas de los puntos de referencia, en campo, por efecto de las mismas obras de construcción, el constructor deberá colocar, a su cuenta y riesgo, nuevas referencias fuera del área de trabajo, que le permitan

materializar el eje cada vez que sea necesario. En caso de que las actividades a realizar pongan en riesgo la ubicación de los “mojones”, estos deberán tener colocación de respaldo por fuera de las áreas de trabajo que sirvan como referencia de respaldo.

Terminada la construcción del proyecto se deberá elaborar el plano de obra construida o “as Build” o plano “récord” con las mismas especificaciones de los planos de diseño. Los planos deberán registrar el proyecto tal como fue construido incluyendo el proyecto de diseño y las modificaciones realizadas con aprobación. Estos planos deberán ser elaborados por el contratista a su exclusivo costo y previo a la liquidación del contrato.

Los planos récord deben estar debidamente firmados por el profesional o técnico encargado de su elaboración y se debe entregar en medio físico y en medio digital (formato de archivo de dibujo *.dwg) junto con copia de las memorias y carteras topográficas.

4 DEMOLICIONES, CORTES Y RETIROS

4.1 DEMOLICIÓN DE ROCA A CIELO ABIERTO, CON AGENTE DEMOLEDOR NO EXPLOSIVO, PARA VOLÚMENES DE ROCA MAYORES A 0.10 m³. INCLUYE CEMENTO DEMOLEDOR, DESEMBOMBE, ACARREO INTERNO A SITIO DE ACOPIO DONDE INDIQUE LA INTERVENTORÍA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN. INCLUYE CARGUE, TRANSPORTE A BOTADERO Y DERECHO A BOTADERO.

Consiste en el trabajo de topografía que el contratista para determinar la localización planimétrica y altimétrica de todas las obras que se van a construir durante el desarrollo del proyecto, a partir de los puntos y ejes topográficos dados como referencia, de acuerdo con las libretas de topografía, los planos del proyecto y las indicaciones de la interventoría.

Para esta actividad rige lo estipulado en la especificación técnica Particular ítem TLR

4.2 DEMOLICIÓN DE ESTRUCTURAS (INCLUYE CONCRETO REFORZADO). INCLUYE CARGUE, TRANSPORTE A BOTADERO Y DERECHO A BOTADERO.

Este trabajo consiste en la demolición total o parcial de estructuras o edificaciones existentes en las zonas que indiquen los documentos del proyecto, y la remoción, cargue, transporte, descargue y disposición final de los materiales provenientes de la demolición, en las áreas aprobadas por el interventor.

Para esta actividad rige lo estipulado en el Artículo 201 (Demolición y remoción) de las Especificaciones Generales de Construcción de Carretera 2013 del INVIAS.

5 MOVIMIENTO DE TIERRAS

5.1 EXCAVACIONES

Se deberán realizar las explanaciones y excavaciones de acuerdo con los planos del proyecto. Se parte de un terreno irregular de tal forma que es imprescindible realizar las excavaciones pertinentes para poder obtener un terreno nivelado y homogéneo, en las zonas de trabajo. Será necesario contar con el apoyo del equipo de topografía y basarse en el replanteo realizado con anterioridad.

Esta excavación será realizada de manera mecánica, con equipos aptos para tal tarea, con tracción suficiente como para movilizarse en este tipo de terrenos irregulares (orugas idealmente).

El terreno en las zonas de trabajo, y anexas, deberá quedar nivelado y adicionalmente deberá permitir el tránsito e inicio del montaje de las primeras obras, tales como las excavaciones de pilas y montaje de obra falsa.

Se deberá tener especial cuidado en las bases del puente (inicio y fin) a razón del desnivel que presenta el terreno al comparar el mismo aguas arriba y aguas debajo de la calzada del puente, ya que será necesario realizar préstamo de un lado para otro para lograr una nivelación óptima.

Posterior a la realización de las excavaciones, será necesario cargar el material excavado en volquetas para poder ser llevado a las zonas de depósito autorizadas, para tal fin será necesario consultar el PAGA y en particular, el ZODME autorizado para el depósito de materiales de excavación.

5.1.1 EXCAVACIÓN MECÁNICA A CUALQUIER PROFUNDIDAD, EN MATERIAL COMÚN DE LA EXPLANACIÓN, CANALES Y PRÉSTAMOS. INCLUYE CARGUE, TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN FINAL DEL MATERIAL SOBRANTE.

Este trabajo consiste en el conjunto de las actividades de excavar, remover, cargar, transportar hasta el límite de acarreo libre y colocar en los sitios de disposición o desecho, los materiales provenientes de los cortes requeridos para la explanación, canales y préstamos, indicados en los planos y secciones transversales del proyecto, con las modificaciones que ordene el Interventor.

Comprende, además, la excavación y remoción de la capa vegetal o descapote y de otros materiales blandos, orgánicos y objetables, en las áreas donde se hayan de realizar las excavaciones de la explanación y terraplenes.

NORMAS DE EJECUCIÓN: Artículo 210 -13 de Invías. Especificación 107 de EPM.

5.1.2 EXCAVACIÓN MANUAL EN MATERIAL COMÚN BAJO CUALQUIER GRADO DE HUMEDAD. INCLUYE CARGUE, TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN FINAL DEL MATERIAL SOBRANTE.

Este trabajo consiste en la excavación necesaria para las fundaciones de las estructuras a las cuales se refiere el presente Artículo, de acuerdo con los alineamientos, pendientes y cotas indicadas en los planos u ordenados por el Interventor. Comprende, además, la construcción de sistemas de apuntalamientos y entibados, encofrados, ataguías y cajones y el sistema de drenaje que fuere necesario para la ejecución de los trabajos de excavación, así como el retiro subsiguiente de encofrados y ataguías. Incluye, también, la remoción, el transporte y la disposición de todo material que se encuentre dentro de los límites de las excavaciones y la limpieza final que sea necesaria para la terminación del trabajo.

Para esta actividad rige lo estipulado en el Artículo 600 (Excavaciones varias) de las Especificaciones Generales de Construcción de Carretera 2013 del INVÍAS.

5.1.3 EXCAVACIÓN EN SUELO ROCOSO, COMPRENDE LA EXCAVACIÓN DE MASAS DE ROCAS HASTA 30 cm DE DIÁMETRO", FUERTEMENTE LITIFICADAS QUE, DEBIDO A SU BUENA CEMENTACIÓN O ALTA CONSOLIDACIÓN, NO ES POSIBLE SU DIVISIÓN MECÁNICA EN LA EXCAVACIÓN. INCLUYE TRANSPORTE, BOTADA Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS MATERIALES

Este trabajo consiste en el conjunto de las actividades de excavar, remover, cargar, transportar hasta el límite de acarreo libre y colocar en los sitios de disposición o desecho, los materiales provenientes de los cortes requeridos para la explanación, canales y préstamos, indicados en los planos y secciones transversales del proyecto, con las modificaciones que ordene el Interventor.

Comprende, además, la excavación y remoción de la capa vegetal o descapote y de otros materiales blandos, orgánicos y objetables, en las áreas donde se hayan de realizar las excavaciones de la explanación y terraplenes.

Para esta actividad rige lo estipulado en el Artículo 210 (Excavación de la explanación, canales y préstamos) de las Especificaciones Generales de Construcción de Carretera 2013 del INVÍAS.

5.1.4 DESCAPOTE A MÁQUINA DEL TERRENO NATURAL HASTA 30 CM. INCLUYE TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS MATERIALES.

Este trabajo consiste en el conjunto de las actividades de excavar, remover, cargar, transportar hasta el límite de acarreo libre y colocar en los sitios de disposición o desecho, los materiales provenientes de los cortes requeridos para la explanación, canales y préstamos, indicados en los planos y secciones transversales del proyecto, con las modificaciones que ordene el Interventor.

Comprende, además, la excavación y remoción de la capa vegetal o descapote y de otros materiales blandos, orgánicos y objetables, en las áreas donde se hayan de realizar las excavaciones de la explanación y terraplenes.

Para esta actividad rige lo estipulado en el Artículo 210 (Excavación de la explanación, canales y préstamos) de las Especificaciones Generales de Construcción de Carretera 2013 del INVIAS.

5.1.5 REMOCIÓN DE DERRUMBES. INCLUYE TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS MATERIALES.

Este trabajo consiste en la remoción, desecho y disposición o en la remoción, cargue, transporte hasta la distancia de acarreo libre, descargue y disposición de los materiales provenientes del desplazamiento de taludes o del terreno natural, depositados sobre una vía existente o en construcción, y que se convierten en obstáculo para la utilización normal de la vía o para la ejecución de las obras.

El trabajo se hará de acuerdo con esta especificación y las instrucciones del Interventor, quien exigirá su aplicación desde la entrega de la vía al Constructor hasta su recibo definitivo.

Para esta actividad rige lo estipulado en el Artículo 211 (Remoción de derrumbes) de las Especificaciones Generales de Construcción de Carretera 2013 del INVIAS.

5.2 LLENOS

5.2.1 LLENO MECÁNICO COMPACTADO CON MATERIAL PROVENIENTE DE LA EXCAVACIÓN HASTA OBTENER UNA DENSIDAD MÍNIMA DEL 95%, DE LA OBTENIDA EN EL ENSAYO DEL PROCTOR MODIFICADO. INCLUYE SELECCIÓN, ACARREO INTERNO Y COMPACTACIÓN DEL MATERIAL.

Hace referencia a los trabajos de lleno de las irregularidades, fallos, o desniveles en la subrasante natural de la vía, con el material proveniente de la misma excavación. Así como la compactación del mismo para generar una superficie uniforme sobre la cual se asentarán las capas de material granular de la estructura de pavimento.

Para esta actividad rige lo estipulado en la especificación técnica Particular ítem 4.2.1

5.3 CONFOMACIÓN DEL TERRENO

5.3.1 CONFORMACIÓN DE LA CALZADA EXISTENTE CON MOTONIVELADORA. INCLUYE NIVELACIÓN, COMPACTACIÓN, LIMPIEZA Y RECONSTRUCCIÓN DE CUNETAS Y TODO LO NECESARIO PARA LA CORRECTA EJECUCIÓN DE LA ACTIVIDAD.

Este trabajo consiste en la escarificación, la conformación, la renivelación y la compactación del afirmado existente, con o sin adición de material de afirmado o de sub-base granular; así como la conformación o reconstrucción de cunetas.

Para esta actividad rige lo estipulado en el Artículo 310 (Conformación de calzada existente) de las Especificaciones Generales de Construcción de Carretera 2013 del INVIAS.

6 AFIRMADOS, BASES Y SUBBASES

6.1 SUELOS Y BASES ESTABILIZADAS

6.1.1 PROCESO DE ESTABILIZACIÓN CON RECICLADORA EN SUELO AL 3% EN PESO DEL CEMENTO. INCLUYE SUMINISTRO DEL CEMENTO, COLOCACIÓN Y COMPACTACIÓN Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA INSTALACIÓN.

En cuanto al método utilizado en la construcción, se tienen diferencias entre constructores, diseñadores e incluso interventores, pero el resultado final en la mayoría de los casos es una mezcla homogénea de material en el que el cemento se liga íntimamente con el material granular, produciendo las resistencias esperadas. Sin embargo, una diferencia radical en la construcción de materiales granulares tratados con cemento se da, en la escogencia de si este se mezclará en planta o será una mezcla de suelo cemento "In Situ". A continuación, se presentan los detalles de ambas.

La mezcla de suelo cemento “In Situ” es la más utilizada, debido a la reducción en los costos del transporte del material banco – planta, planta – vía. El criterio principal es el costo económico, factor determinante a la hora de proponer el material granular tratado con cemento, como alternativa de construcción.

6.1.1.1 Preliminares

Existe una serie de aspectos que deben tenerse cuando se está haciendo el primer reconocimiento al terreno motivo de la estabilización, estos aspectos son:

- **Equipo mínimo a utilizar**

Con el fin de garantizar un adecuado procedimiento constructivo se debe tener la disponibilidad física y mecánica de los siguientes equipos antes de comenzar cualquier labor de estabilización:

- **Estabilizadora de caminos**

Es de suma importancia tener un equipo como esté, que permita garantizar la homogeneidad del material granular al incorporarle el cemento. El emplear en el proceso de mezclado del cemento con motoniveladora, no se logra la homogeneidad de esta y los tiempos requeridos para dicho proceso se pueden alargar, siendo en muchos casos poco adecuado por temas de tiempo de compactación y condiciones climáticas. Finalmente está ampliamente aceptado el concepto de tener en la obra como equipo mínimo de construcción una estabilizadora que garantice una mezcla íntima del cemento con el suelo.

- **Motoniveladora**

La motoniveladora es un equipo de construcción de vías ampliamente conocido tanto en su funcionamiento como en las posibilidades que brinda, su función básica en la estabilización de suelos como en toda actividad de pavimentación es acondicionar las capas del pavimento ya sea por disgregación, o por nivelación y compactación. Como se verá más adelante, este equipo es quizás el que más intervenciones tiene en el proceso.

- **Rodillo compactador vibratorio**

Como se puede observar en el tema de compactación, se puede establecer que el equipo es sumamente importante para llevar las capas a las densidades correctas sin producir daño en la estructura diseñada.

En cuanto a aceptación de este tipo de quipos en la obra, se debe tener en cuenta que su peso y potencia vibratoria lleven ondas de presión a la parte inferior de la capa de material granular tratado con cemento, con la intensidad mínima requerida para asegurar la compactación de toda la capa y evitando que sólo quede bien compactada la parte superior.

Este equipo es el complemento de la motoniveladora y su intervención en el proceso es similar en frecuencia, por tal razón sus óptimas condiciones de funcionamiento podrían evitar una pérdida económica grande si llegara a dañarse cuando la mezcla está hidratada y lista para la compactación.

También es utilizado el compactador neumático con el fin de sellar las fisuras superficiales del material estabilizado, el cual contribuye solamente a mejorar el aspecto, sin que sea obligatorio su uso.

-

- **Carro tanque de agua**

En climas tropicales, el carro tanque de agua es indispensable para mantener el control de humedad del material granular y proceder al curado de la mezcla. El carro tanque necesario en esta parte del proceso, siendo recomendable desde el principio, tener un carro tanque imprimador que cumpla con las funciones mojado e imprimación.

6.1.1.2 Pista de prueba

Es necesario el conocimiento absoluto de los equipos que trabajan en la estabilización, por esta razón es necesario escoger un tramo típico cuyo tamaño sea representativo para analizar y comprobar el óptimo funcionamiento de todo el equipo, así como su capacidad y resultados. Se recomienda un tramo de una longitud entre unos 100 m a 150 m, para lo cual se tendrán en cuenta los siguientes elementos:

- **La Recicladora**

Cuando pase la máquina mezclando el material granular con el cemento, se debe observar que:

- La velocidad en la que se trabaje el rotor debe garantizar la disgregación del material para ayudar a la mezcla del cemento, más adelante se describirá el grado de disgregación al que debe estar el material antes de la compactación.
- Que, en el material, después de la mezcla no se observen parches grises de cemento sin mezclar.
- Que la máquina llegue y estabilice el espesor deseado.
- Que la dosificación sea correcta.

▪ **La Motoniveladora**

De la motoniveladora se debe calcular el tiempo en que operador y máquina realizan el trabajo de céreo con el fin de calcular la longitud del tramo que se puede realizar por unidad de trabajo sin que transcurra demasiado tiempo entre el mezclado y la compactación.

▪ **El Vibro-compactador**

De la motoniveladora se debe calcular el tiempo en que operador y máquina realizan el trabajo de céreo con el fin de calcular la longitud del tramo que se puede realizar por unidad de trabajo sin que transcurra demasiado tiempo entre el mezclado y la compactación.

En este equipo se debe calcular la densidad en cada pasada a fin de hacer una curva densidad vs. (No) de pasadas y advertir cuántas de ellas garantizan la densidad requerida y no se use el equipo innecesariamente, al graficar los datos obtenidos la curva resultante como se muestra en la Figura 2.

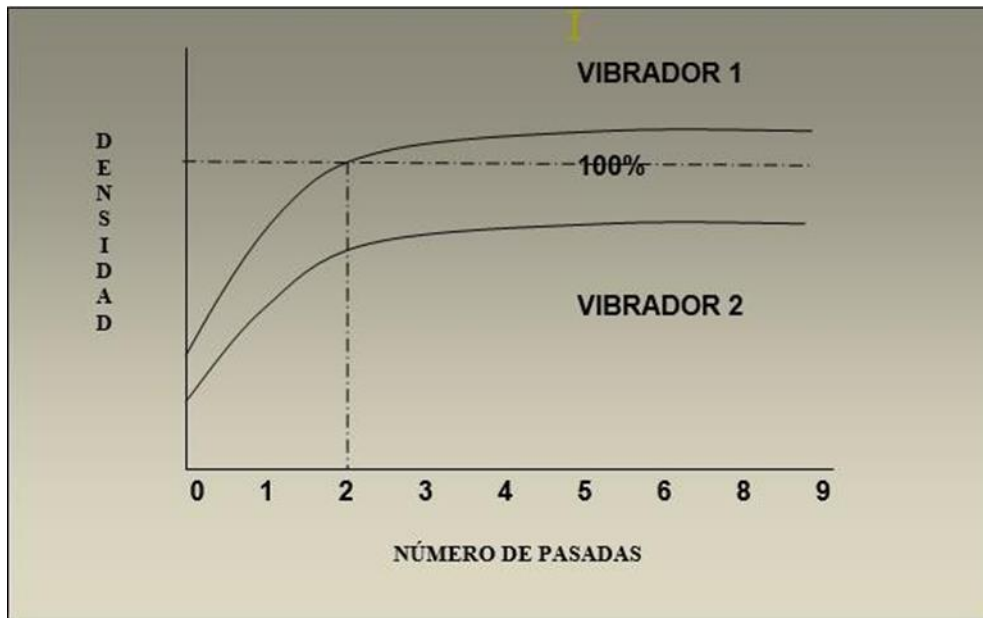


Figura 2. Gráfico densidad vs No. de pasadas del vibro-compactador

6.1.1.3 Preparación del terreno

En general al momento de la construcción se debe asegurar que el material a estabilizar está libre de materiales que puedan afectar el proceso y que sus niveles y estado sea el más semejante posible al deseado después de la estabilización. Esto se puede lograr con los siguientes pasos:

▪ **Escarificación previa y mejoramiento de vía**

Este proceso consiste en enterrar los escarificadores de la motoniveladora a fin de sacar todo tipo de objetos extraños que pueda tener la vía entre los que se encuentran sobre tamaños, escombros, rocas depositadas y todo tipo de palos troncos o ramas que por su carácter orgánico son contaminantes del proceso: Después de que son llevados a la superficie por los escarificadores se procede con personal de piso a retirar este tipo de material.

▪ **Humectación del suelo**

Es bueno que, al momento del mezclado del cemento, el material granular ya tenga la humedad óptima de compactación (o en la franja de trabajo establecida en laboratorio), así se ganará eficiencia en los procesos

posteriores, utilizando la gráfica efectuada en la pista de prueba, se procede a tomar la humedad de campo y se ajusta según lo analizado en dicha gráfica (ver Figura 3).

▪ **Compactación**

Aun cuando se critica el hecho de compactar para volver a disgregar el material ya compactado, cuando se ejecute la mezcla, lo cierto es que la compactación aquí propuesta no tiene por objetivo llegar a las densidades requeridas, sólo son una (1) o dos (2) pasadas máximo que permitirán a la recicladora garantizar la profundidad y dosificación exactas, además de proveer un mejor lugar de trabajo para regar el cemento una vez distribuido en el piso.

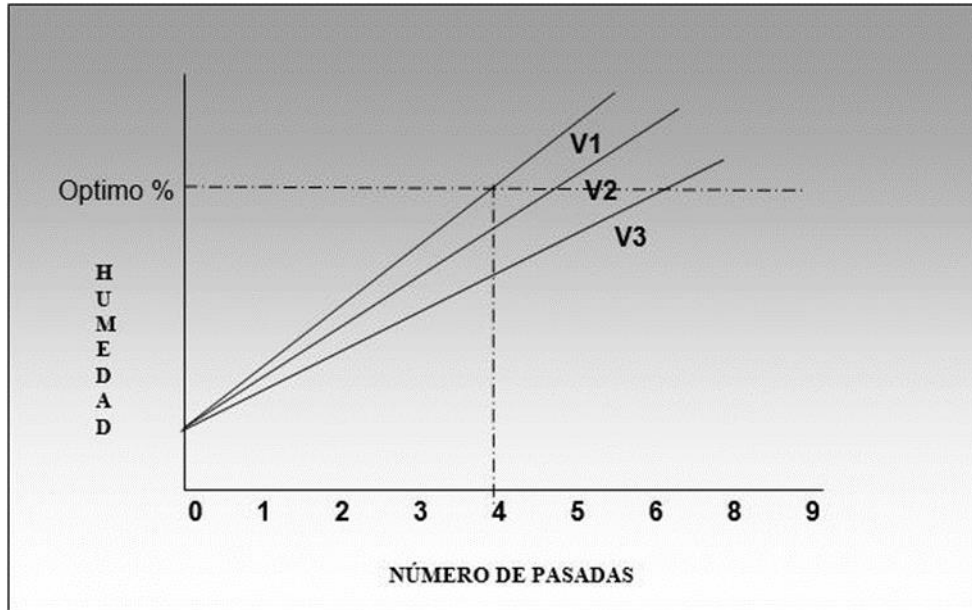


Figura 3. Gráfico humedad vs No. de pasadas del carrotanque - Abertura de flauta constante

▪ **Dosificación del cemento**

Para el cálculo de la dosificación se pueden usar pequeños cálculos hechos a mano, hasta hojas de cálculo que permiten dosificar de una forma exacta, de acuerdo con el ancho de la vía en cada punto. En cualquiera de los casos la filosofía del cálculo es sencilla y no arroja resultados sustancialmente distintos entre un método y otro.

Existen dos (2) formas que serán expuestas a continuación para la extendida del cemento en la vía estas son: a granel y por sacos.

○ **Dosificación del cemento en sacos**

Para la dosificación del cemento en sacos, se sabe que cada saco tiene 50 kg de cemento, teniendo en cuenta el porcentaje de cemento que se va a adicionar, la densidad y que el cemento se suministra en sacos, se calcula el volumen de material al que corresponde cada saco así:

$$V_{suelto} = (A * E * L) * \% = P$$

Se asume A y se despeja L

Donde:

- P: Peso del saco de cemento.
- A: Ancho del carril elegido.
- E: Espesor de diseño de la capa de suelo cemento.

Luego se verifica la relación: A/L si esta es mayor de 1.40, se aplica de nuevo la fórmula aumentando o quitando un carril según el caso, la relación más cercana a uno (1), dará el número óptimo de carriles a utilizar. Para mayor claridad se muestra la Figura 4, con el objetivo de puede ilustrar mejor las variables:

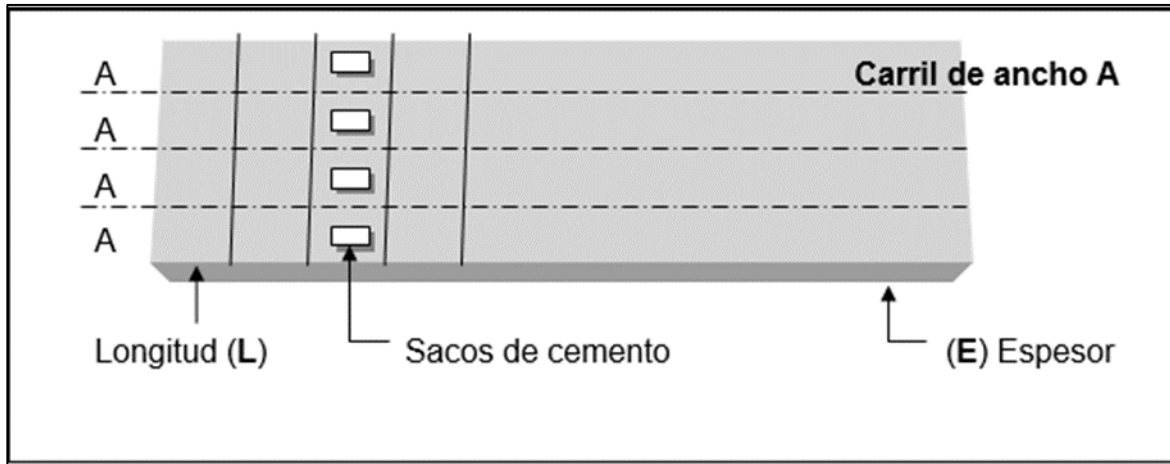


Figura 4. Variables para considerar en la distribución del cemento

Lo que se busca con que la relación (A/L) se ubique entre 0.6 y 1.4, es buscando establecer la forma de la celda donde se distribuirá el cemento, la cual se busca sea lo más cuadrada posible, con el fin de facilitar la homogeneización superficial del cemento (ver Fotografía 1).



Fotografía 1. Homogeneización superficial del cemento

Después de extender el cemento, se procede al regado con personal debidamente protegidos, debido a que en el proceso se generan cantidades considerables de polvo que son nocivas para el cuerpo humano cuando la exposición es larga.

6.1.1.4 Mezclado del material granular con el cemento

En el proceso de mezclado, lo que se busca básicamente es conseguir que el cemento y el material granular se unan íntimamente, permitiendo así la homogeneidad del material, y el buen comportamiento mecánico ante las sollicitaciones del tráfico.

En la Figura 5, se observan dos (2) situaciones probables al realizar la mezcla, la primera es una mezcla homogénea, el cemento presente envuelve todas las partículas del suelo, mientras que en mezclas no homogéneas se forma grumos que finalmente contribuyen a una separación entre el suelo y el cemento haciendo que estos actúen en forma independiente, sin proporcionar el efecto deseado.

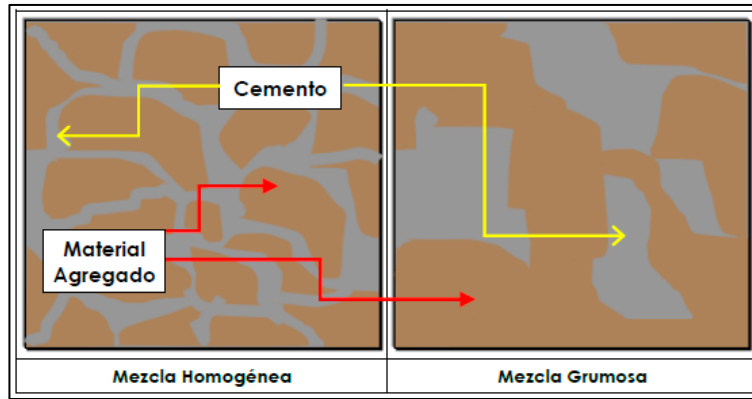


Figura 5. Situaciones probables al realizar la mezcla

▪ Mezclado con equipos rotativos

Como se observará, las mezcladoras rotativas permiten garantizar la homogeneidad de las mezclas de material granular estabilizado.

El proceso como tal del mezclado es sencillo, cuando se tiene distribuido el cemento sobre la vía, se siguen los siguientes pasos:

- Se define la línea de acción de la recicladora de caminos, las cuales normalmente oscilan en anchos de rotor entre 2.00 m y 2.50 m,
- Se calibra la profundidad de mezclado con el indicador de la máquina y los ensayos previos obtenidos en la pista de prueba.
- De acuerdo con el tipo de suelo y los resultados de la pista de prueba se establece la velocidad del rotor y la velocidad de marcha para las cuales la granulometría y homogeneización del suelo es óptima.
- Una vez se tenga el plan de trabajo se dispone el equipo al comienzo de la línea indicada, se opera el rotor a la velocidad seleccionada, se aseguran las cubiertas del rotor, se baja el rotor al corte y se comienza la marcha de estabilización.
- Cuando la máquina haya estabilizado algunos metros el ingeniero a cargo debe controlar la granulometría y coloración del material estabilizado verificando el desempeño de la configuración del equipo, es esencial tener este control antes del proceso de perfilación y compactación final.

Normalmente en el mezcla surgen una serie de pequeños detalles a corregir en el trabajo diario, sin embargo son pocas las condiciones imprevistas en el etapa de mezclado que varíen sustancialmente el programa de trabajo, en ocasiones se tiende a pensar que la lluvia podría afectar considerablemente las condiciones hasta el punto de perder la obra realizada o parar el proceso de mezclado perdiendo el material ya extendido, lo cierto de esto es que a menos que sean aguaceros torrenciales que laven literalmente el cemento extendido, un ingeniero de obra con experiencia en este tipo de procesos, puede lograr terminar el tramo extendido, realizando la compactación rápidamente y suspender la programación hacia delante, hasta que las condiciones lo permitan.

Se tiene experiencia de trabajos exitosos en lugares con precipitaciones altas donde son frecuentes las lloviznas constantes, en realidad los materiales tratados con cemento necesitan agua para su correcto proceso de fraguado, la limitante de la humedad la da el proceso de compactación para el cual, los excesos de humedad hacen difícil alcanzar las densidades requeridas.

Parte de las pequeñas dificultades para tener en cuenta en el proceso de mezclado pueden ser fácilmente solucionadas por el ingeniero a cargo, normalmente estos inconvenientes son presentados por la lluvia, las condiciones geométricas locales de los lugares a tratar, la humedad propia del material granular, etc. Sin embargo, rara vez es necesario suspender los trabajos debido a particularidades presentadas en el mezclado de los materiales.

6.1.1.5 Conformación y compactación

La recicladora de caminos entrega un material poco denso, el cual, por su misma condición, puede aumentar su volumen, después del paso del equipo mezclador, por tal razón se hace complicado manejar con la motoniveladora el material en esas condiciones, debido a esto para llevar el material ya mezclado a su posición final se sugiere seguir un procedimiento como el siguiente:

- **Pasada del vibro-compactador sin vibración**

Esta pasada estática del vibro-compactador puede reducir 1/3 del volumen post mezclado y de esta forma dejar el material en condiciones más accesibles para ser conformado por la motoniveladora, además de esto por tratarse solo de la acción por peso del vibro-compactador, se evita la creación de grumos y no se aceleran las condiciones de fraguado.

- **Conformación de la motoniveladora**

Este proceso es ampliamente conocido por los operadores de este equipo y consiste básicamente en extender el material hasta alcanzar las cotas deseadas con todos los requerimientos de la vía, pendientes, bombeos, peraltes etc. Debe tenerse en cuenta que en el proceso anterior del vibro-compactador, se genera una pre-compactación superficial, la cual, cuando entra la motoniveladora, da como resultado una serie de costras que tienen que ser removidas por el operador en un proceso de amasado del material con la cuchilla antes de dejar el en la cota deseada.

- **Determinación de la humedad**

Según el resultado de humedad obtenida de una muestra después de la estabilización, se toma la decisión de incorporar agua al material, generalmente el material llega a esta instancia por debajo de la humedad óptima, debido al proceso a que ha sido sometido. La recicladora de caminos baja un poco de humedad, así como la motoniveladora al redistribuir el material, en cualquier caso, se aconseja compactar uno (1) o dos (2) puntos por encima de la humedad óptima, ya que el cemento como material incorporado absorbe gran cantidad de agua en el proceso de fraguado.

- **Compactación final**

En este procedimiento se busca dejar el material estabilizado en las condiciones finales de funcionamiento, para ello se pasa el vibro-compactador según el número de pasadas estipulado en la pista de prueba, teniendo en cuenta que este configurado en amplitud alta, para poder alcanzar la parte inferior de la capa a compactar.

El cemento es un material que empieza su proceso de fraguado inmediatamente entra en contacto con el agua por escasa que ésta sea. Desde el mezclado del cemento con el material granular, este empieza a fraguar haciendo que cualquier remoldeo rompa los enlaces ya creados y se reduzca la resistencia del producto final, por esta razón es muy importante conocer la rata de reducción de la resistencia con respecto al tiempo final de compactación para tener una idea clara de lo eficiente que debe ser este proceso.

En la Figura 6, se puede observar para una arena bien gradada, con un 3.50% de cemento, cuando transcurre un tiempo entre la mezcla y la compactación de una (1) hora, la capa ha perdido el 18.00% de su resistencia, cuando el proceso se retarda dos (2) horas, se ha perdido ya el 32.00%, teniendo en cuenta que este material hubiera podido alcanzar una resistencia de 56 kg /cm².

Sin embargo, para este caso se establece un diseño para 21 kg /cm² y por tal razón se ha encontrado que en forma eficaz el proceso puede desarrollarse para tramos de hasta 200 m en tiempos comprendidos entre una (1) y una y media (1.50) horas, por el ancho completo de la vía sin ningún problema serio en la caída de la resistencia.

Un punto importante a tener en cuenta cuando se esté en el proceso de conformación y compactación es el acabado que se le dé a la mezcla de suelo cemento, si bien el suelo cemento tiene que cumplir con las condiciones básicas de compactación y nivelación, también es importante que le sean removidos cualquier tipo de plano superficial de compactación que cause una falta de adherencia con las capas posteriores.

El procedimiento para el acabado de la mezcla dependerá del equipo de compactación utilizado y del tipo de material presente, sin embargo, se puede resumir de la siguiente forma:

- Una vez identificados los planos de compactación que se evidencian por una serie de costras superficiales de material suelto, se procede a removerlas, en suelos finos la remoción se hace con rastras de dientes, en suelos gruesos se debe hacer con la misma cuchilla de la motoniveladora, después de remover el material se humecta nuevamente y se vuelve a compactar con el rodillo vibratorio liso. Se debe tener en cuenta que no puede pasar mucho tiempo para esta operación ya que cuando el cemento empieza a fraguar no es conveniente la vibración del equipo debido a que estas micro-fisuraciones afectan la capa estabilizada.



Figura 6. Tiempo entre la mezcla y la compactación

- Para suelos arenosos es recomendado remover con un rastrillo el material sobrante y pasar el compactador neumático, este proceso debe repetirse tantas veces como sea necesario hasta alcanzar una textura superficial libre de costras y fisuras.

6.1.1.6 Curado

Como en todo proceso de curado de mezclas con cemento, lo que se busca son condiciones buenas de fraguado: Aunque se afirma que un material granular con cemento tendrá un crecimiento en su resistencia durante un tiempo, se deben garantizar que el mayor porcentaje de ella se obtenga en edades tempranas, para tal fin existen dos (2) formas a mencionar:

- **Curado con material bituminoso o membranas**

Consiste en aplicar a la capa tratada, una película que aisle el agua contenida en la mezcla de las condiciones atmosféricas impidiendo que esta sea liberada por evaporación y el fraguado sea insuficiente, la Figura 7, esquematiza el fenómeno.

El concepto principal con el que es aplicada esta técnica de curado, de acuerdo con algunos documentos técnicos, se basa en el hecho de que el material granular tratado con cemento se diseña con una densidad equivalente al ensayo del Próctor estándar, el cual aunque tiene menos energía de compactación y por lo tanto requiere más cantidad de agua que para el Próctor modificado, es así como se admite que el contenido de humedad óptimo es suficiente para un fraguado eficiente del cemento y se concentran las energías en impedir que el agua escape por evaporación.

- **Curado con agua**

Este es tal vez el proceso más sencillo, y consiste simplemente en devolverle al suelo estabilizado la cantidad de agua necesaria para que se produzca la reacción de la mayor parte del cemento, se hace pasando el carro tanque de agua una (1) o dos (2) veces por hora, humedeciendo constantemente el material estabilizado hasta que sea colocada la capa siguiente.

En este punto del proceso se sugiere colocar lo más rápido posible la(s) capa(s) superior(es), debido a que el material granular tratado con cemento, es un producto que responde muy bien a la compresión, pero pudiera sufrir cuando se somete a las cargas directas del tránsito, en caso que se deba dar provisionalmente al paso de vehículos, se sugiere cubrir la imprimación con una capa pobre de arena, a fin de que ésta sea la que sufra el arrastre de los vehículos y no la capa de materia granular con cemento. Se establece igualmente buscar reducir la velocidad de los vehículos a 20 km/h, como máximo

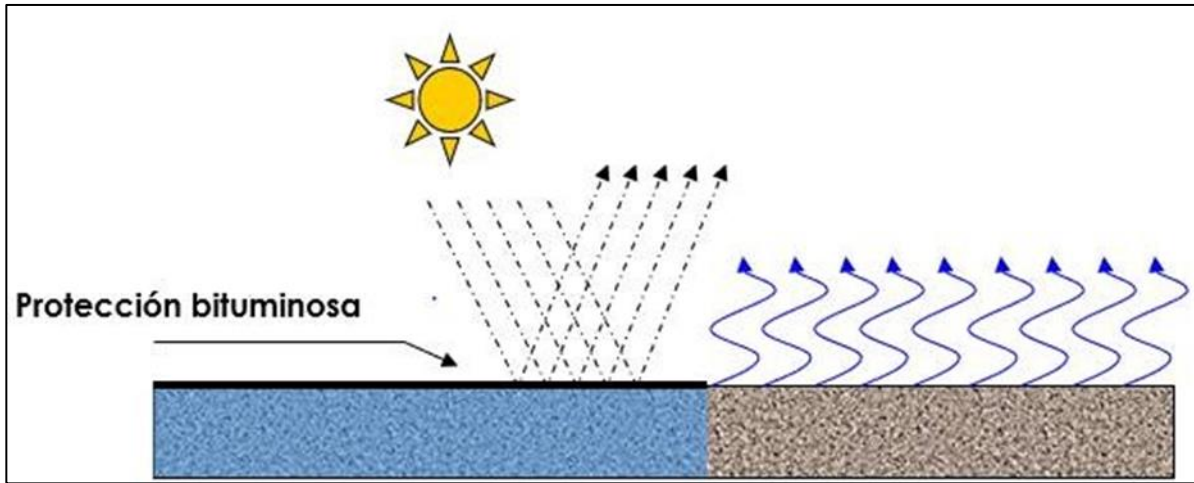


Figura 7. Esquematación del fenómeno de curado

6.1.1.7 Manejo de juntas

Como en toda estructura donde se presentan juntas, estas se entienden como discontinuidades dadas en el material por causas propias del material o limitaciones en el proceso constructivo.

De acuerdo con lo anterior se diferencian tres tipos de juntas: Juntas transversales, juntas longitudinales y juntas programadas, en el gráfico puede entenderse claramente cada una de ellas.

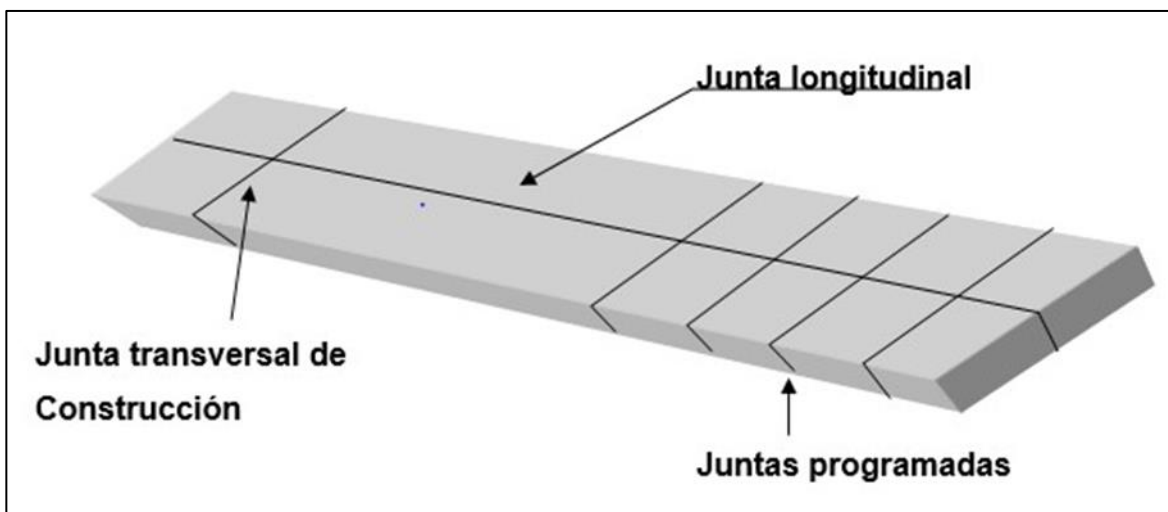


Figura 8. Tipos de juntas existentes en la tecnología

- **Juntas transversales**

Se presentan básicamente por limitaciones constructivas, puesto que el proceso no se puede realizar de forma continua e indefinida, este tipo de junta está regida por las distancias programadas en cada día de trabajo y por ser una junta obligatoria, se ha establecido un método para realizarla de forma que cause el menor impacto posible a la estructura total del pavimento.

En la construcción, una vez definida la línea transversal de terminación del tramo proyectado se compacta el material estabilizado haciendo que en su terminación se presente una rampa, este material será removido al reiniciar el proceso, en el cual se debe garantizar la pulverización y la nueva distribución del cemento para que la junta quede homogéneamente estabilizada, también se pueden utilizar otros métodos que cortan y retiran la cuña de material, utilizando la motoniveladora para transportar material estabilizado llevándolo a la junta y luego compactándolo. Sin embargo, con las ventajas que brindan los equipos rotativos se puede remezclar la junta asegurando una unión fuerte y así borrar en forma parcial la huella de la junta transversal, esto previa verificación con la interventoría.

▪ Juntas longitudinales

Este tipo de juntas deben evitarse al máximo pues la capa de suelo cemento no tiene mecanismos de transmisión de esfuerzo, dando como consecuencia la creación de un plano de falla perjudicial para la estructura, una forma sencilla para evitar este tipo de junta se presenta desde la programación del tramo de trabajo, en la figura puede observarse los dos (2) tipos de programación posible (ver Figura 9 y Figura 10):

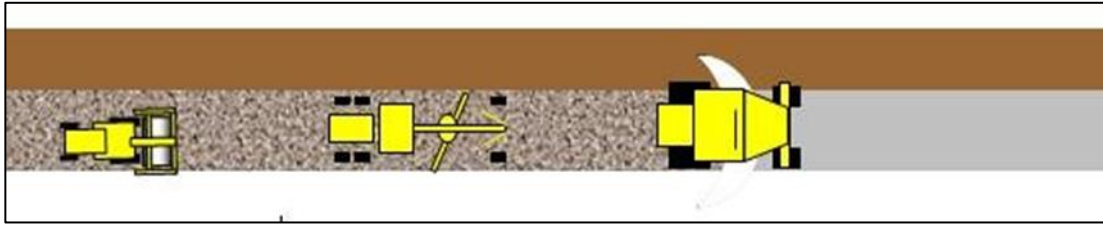


Figura 9. Programación diaria por un solo carril

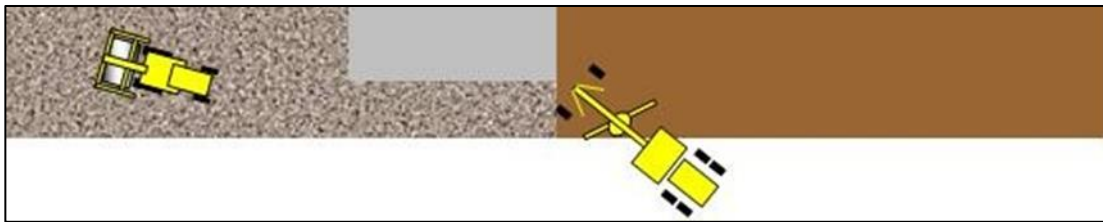


Figura 10. Programación diaria por dos carriles

Es claro entonces que el ingeniero de la vía debe programar la estabilización a dos (2) carriles, con el fin evitar la junta longitudinal, en general los rendimientos siguen siendo los mismos, el único inconveniente grande que impide el avance a doble carril son las restricciones del flujo vehicular, sin embargo, la experiencia en acometer dos (2) carriles con flujo vehicular restringido, también se ha dado.

▪ Juntas programadas

Las juntas programadas consisten en cortar el suelo cemento en longitudes que permitan absorber las fuerzas de dilatación y contracción generadas por la masa de material estabilizado y de esta forma regular el sistema de fisuración, sin embargo, esta práctica no es utilizada debido principalmente a las siguientes consideraciones:

- El material granular tratado con cemento no posee un potencial de retracción tan fuerte como el del concreto, si se trabaja con bajas cantidades de cemento.
- La fisuración de la base estabilizada, aunque no es deseable, no es muy perjudicial en pavimentos rígidos, y para los flexibles es más perjudicial concentrar todas las pequeñas fisuras en una gran fisura periódica, podría esta reflejarse con más facilidad en las capas superiores.

Se considera más práctico hacer un buen control de fisuras desde la etapa de construcción y tratar de controlar la reflexión de las fisuras en las capas superiores.

6.1.1.8 Fisuración de materiales tratados con cemento

Es conocido que todos los materiales que incorporan cemento Pórtland o adicionados, en su fabricación están expuestos a la fisuración como uno de sus mayores inconvenientes, no obstante, en el suelo cemento no es muy nocivo este tipo de problema.

Existen varios tipos de fisuración causados por agentes distintos, los cuales deben ser conocidos por el ingeniero de caminos tanto en su origen como alcance y poder implementar formas de prevenirlos o controlarlos.

▪ Tipos de Fisuración

- **Fisuración primaria**

Es causada por la misma naturaleza del cemento al existir cambios de volumen restringidos o cambios de temperatura después del proceso de hidratación. Más que representar un problema a la estructura, es señal que el proceso de fraguado se está llevando a cabo de forma eficiente.

- **Fisuración secundaria**

Se da por factores externos a la construcción como lo son las cargas del tráfico, cuando estas exceden la capacidad portante del material ya sea por carga puntual o por repeticiones de carga que generen fatiga en el material, este libera su energía produciendo una acomodación distinta lo cual separa unos bloques de otros formando las fisuras.

- o **Falla estructural**

Usualmente la falla estructural se da cuando las fisuras se conectan formando lo que conocemos como piel de cocodrilo, en estos casos la reparación exige la remoción del material existente en el tramo fallado y el préstamo de material ya estabilizado.

- **Factores que influyen en la fisuración**

Existen amplias discusiones en cuanto a los factores que influyen en la fisuración de las capas tratadas con cemento, sin embargo, se tienen consenso en algunos puntos como lo son:

- o Los materiales finos granulares están más propensos a la fisuración por retracción debido principalmente a que estos necesitan contenidos de humedad altos al momento de la compactación generando cambios volumétricos mayores.
- o Los materiales con altas densidades, producto de la compactación, son menos propensos a sufrir fisuración por retracción debido a que los cambios volumétricos se ven restringidos por la densidad del material.
- o El buen curado del material impide que se evapore el agua y se generen esfuerzos de tracción prematuros cuando la capa de suelo cemento no ha adquirido la resistencia deseada, lo contrario sucede cuando el curado permite que el material alcance las mínimas condiciones de resistencia a la tracción para asumir los esfuerzos de retracción cuando estos finalmente se presenten en ausencia de agua.

Existen posiciones en la que se afirma que la cantidad de cemento es factor decisivo al momento de la fisuración, suponen que como el contenido de cemento es proporcional a la rigidez alcanzada por el material, la cantidad de fisuras se dispara con el aumento de la resistencia, no obstante se han realizado serios estudios que demuestran que los materiales tratados con cemento entre más rígido mayor es el espaciamiento de las fisuras presentadas, aunque se tiende a un punto en el que entre mayor es el espaciamiento mayor la abertura de la fisura lo cual podría ser más nocivo que tener varias fisuras espaciadas en menor longitud.

De esta forma se concluye que los causantes de la fisuración son más el tamaño de los granos y el contenido de humedad que el contenido mismo del cemento involucrado en el proceso.

- **Control de Fisuras**

El control de fisuras debe darse durante todo el proceso constructivo, por tal razón debe conocerse como influye cada parte del proceso en la fisuración resultante en el material, con el fin de poder dirigir la construcción hacia un producto resultante con la mínima fisuración que sea posible.

Los siguientes son los factores que se deben tener presentes durante la construcción de capas estabilizadas con cemento.

- o **Suelo:** Generalmente el suelo es un factor poco flexible cuando se trata de estabilizaciones “in situ” pues la única decisión es si el suelo es, o no, apto para ser estabilizado, debido a esto el tema del suelo será tratado cuando se hable del suelo cemento mezclado en planta, caso en el que si puede decidirse sobre el tipo de suelo a utilizar.
 - **Densidad:** La densidad es inversamente proporcional al potencial de cambio volumétrico del suelo, por tal razón, garantizar una buena compactación ayuda a que el material restrinja su proceso de fisuración.
- o **Curado:** Es importante no dejar secar la capa de material tratado con cemento, pues al liberar el agua se generan tensiones nocivas para el material a edades tempranas, por esta razón los métodos de curado buscan mantener la humedad de la capa el mayor tiempo que sea posible, si el curado se hace con emulsión asfáltica, su dosificación debe ser del orden de 0.82 Lt/m³, de esta forma se garantiza la cobertura total del área tratada y la imposibilidad de que el agua salga por evaporación.
Si se pretende dar al tránsito provisional se debe cubrir con una ligera capa de arena para evitar que la emulsión se pierda en las ruedas de los vehículos, sin embargo, si se llegara a presentar pérdida del material asfáltico, este debe ser reemplazado inmediatamente.

7 CONCRETO, MORTEROS

7.1 CONCRETOS PARA SUBESTRUCTURAS

7.1.1 CONCRETO CLASE F (14 MPa). SOLADOS DE E=0.05 M

Este trabajo consiste en el suministro de materiales, fabricación, transporte, colocación, vibrado, curado y acabado de los concretos de cemento hidráulico, utilizados para la construcción de puentes, estructuras de drenaje, muros de contención y estructuras en general, de acuerdo con los planos y demás documentos del proyecto y las instrucciones del Interventor.

Para esta actividad rige lo estipulado en el Artículo 630 (Concreto estructural), de las Especificaciones Generales de Construcción de Carretera 2013 del INVIAS.

7.2 CONCRETOS PARA ESTRUCTURAS

7.2.1 CONCRETO CLASE G (CICLÓPEO CON CONCRETO CLASE G - 17 MPa Y PIEDRA DE 2" A 4") CONCRETO CLASE G (CICLÓPEO CON CONCRETO CLASE G - 17 MPa Y PIEDRA DE 2" A 4")

Este trabajo consiste en el suministro de materiales, fabricación, transporte, colocación, vibrado, curado y acabado de los concretos de cemento hidráulico, utilizados para la construcción de puentes, estructuras de drenaje, muros de contención y estructuras en general, de acuerdo con los planos y demás documentos del proyecto y las instrucciones del Interventor.

Para esta actividad rige lo estipulado en el Artículo 630 (Concreto estructural), de las Especificaciones Generales de Construcción de Carretera 2013 del INVIAS.

7.2.2 CONCRETO CLASE C (28 MPa). BOX COULVERT - LOSAS Y MUROS Y CANALES.

Posterior a la instalación de la obra falsa, se procederá a realizar el armado de la formaletería / encofrados para el vaciado del concreto de la estructura. Simultáneamente se deberá realizar el armado, figurado, amarre de todo el acero según lo establece el diseño y el detalle del mismo. El acero deberá ser armado en sitio y luego transportado o bien si la obra lo permite, armado en sitio, siempre ligado a las estructuras adyacentes que establezca el diseño. No deberán quedar estructuras huérfanas, a menos de que así lo establezca el diseño del puente. El armado final del acero deberá ser aprobado por el especialista en estructuras y la interventoría, previo a la continuación del armado para el vaciado. Deberán colocarse todas las panelas en su lugar previo a la colocación del acero armado para que este quede en su posición deseada según lo establezca el diseño. Previo al inicio del vaciado, deberá ser corroborado el diseño de la mezcla según la resistencia requerida y la misma deberá ser aprobada por la interventoría. Se deberá seguir lo establecido en el Art. 630-13 del INVIAS con las variaciones pertinentes en función de las variables encontradas en la obra y primará lo establecido en los diseños del proyecto. La formaletería a utilizar deberá ser apta para concretos a la vista, en las zonas donde sea de este tipo el vaciado, idealmente metálicas y podrán complementarse con estructuras en madera y formaleteras en madera para cubrir las geometrías más complejas y menos estandarizadas que no logre cubrir una formaletería estándar. Las formaleteras, tanto de madera como metálicas, se ensamblarán firmemente y deberán tener la resistencia suficiente para contener la mezcla de concreto sin distorsiones. Antes de iniciar la colocación del concreto, se deberán limpiar de impurezas, incrustaciones de mortero y cualquier otro material extraño. Su superficie interna se deberá cubrir con aceite u otro producto que evite la adherencia, que no manche la superficie del concreto y no sea absorbido por éste. Las abrazaderas que se utilicen para sostener las formaleteras y que queden embebidas en el concreto, deberán ser pernos de acero provistos de rosca, tuercas y acoples adecuados, que permitan retirar los extremos exteriores sin producir daños en las superficies del concreto. Todos los huecos resultantes del retiro de las abrazaderas se deberán llenar con un mortero de consistencia seca.

No se podrá colocar concreto dentro de las formaleteras si éstas no han sido inspeccionadas y aprobadas por el Interventor. Al tener la formaletería colocada, firmemente y aprobada por la interventoría y la inspección del constructor, se podrá proceder a colocar la tubería de vaciado en su posición fija para poder realizar el vaciado respectivo de la pieza o sección. Cada sección deberá ser vaciada de forma monolítica. Al tener la verificación de todos los elementos tales como el acero, formaleteras, niveles, entre otros, aprobados por el especialista en estructuras y la interventoría, se procederá a la fabricación del concreto según el diseño previamente establecido. El vaciado deberá ser realizado de forma continua para cada pieza y vibrado de tal forma que resulten piezas y secciones uniformes de alta calidad. Si se interrumpe la fundición, al dejar una junta de construcción se deben dejar piedras sobresaliendo

no menos de diez centímetros (0.10 m) para formar una llave. Antes de continuar el vaciado del concreto se deberá limpiar la superficie donde se colocará el concreto fresco y humedecerse la misma con agua limpia, previa aprobación de interventoría. Al emplear bombeo mecánico, la operación de la bomba deberá ser tal, que se produzca una corriente continua del concreto, sin bolsas de aire. Cuando se terminen las operaciones de bombeo, en caso de que se vaya a usar el concreto que quede en las tuberías, éste se debe expeler de tal manera que no se contamine o se produzcan segregaciones. Cuando se utilice equipo de bombeo, siempre se deberá disponer de los medios alternativos para continuar la operación de colocación del concreto en caso de que se dañe la bomba. El bombeo deberá continuar hasta que el extremo de la tubería de descarga quede completamente por fuera de la mezcla recién colocada.

El concreto colocado se deberá consolidar mediante vibración interna, hasta obtener la mayor densidad posible, de manera que quede libre de cavidades producidas por partículas de agregado grueso y burbujas de aire, y que cubra totalmente las superficies de los encofrados y los materiales embebidos. Durante la consolidación, el vibrador se deberá operar a intervalos regulares y frecuentes, en posición casi vertical y con su cabeza sumergida profundamente dentro de la mezcla.

Para lograr la compactación de cada capa antes de que se deposite la siguiente sin demorar la descarga, se debe usar un número suficiente de vibradores para consolidar el concreto que se está recibiendo, dentro de los quince (15) minutos siguientes a su colocación dentro de las formaletas. Para evitar demoras en el caso de averías, se debe disponer de un (1) vibrador auxiliar en el sitio de la obra para fundiciones individuales hasta de cincuenta metros cúbicos (50 m³) y dos (2) vibradores auxiliares para fundiciones de mayor volumen.

Posterior al vaciado, se procederá al curado del concreto, según especifique el diseño de mezcla y tiempo de curado. Pasado este tiempo se procederá con la remoción de las formaletas. El tiempo de remoción de formaletas y obra falsa está condicionado por el tipo y la localización de la estructura, el curado, el clima y otros factores que afecten el endurecimiento del concreto. Todas las superficies de concreto deberán recibir un acabado inmediatamente después del retiro de las formaletas. El tipo de acabado dependerá de las características de la obra construida. Adicionalmente, se deberá realizar el curado. Inmediatamente después del retiro de las formaletas y del acabado de las superficies, el concreto se someterá a un proceso de curado que se prolongará a lo largo del plazo prefijado por el Interventor, según el tipo de cemento utilizado y las condiciones climáticas del lugar. El proceso de curado deberá ser realizado por durante un período no menor a catorce (14) días, utilizando agua y anti-soles u otros elementos que garanticen la calidad del concreto. Se deben tomar todas las precauciones necesarias para proteger el concreto fresco contra las altas temperaturas y los vientos que puedan causar un secado prematuro y la formación de agrietamientos superficiales. De ser necesario, se colocarán cortinas protectoras contra el viento hasta que el concreto haya endurecido lo suficiente para recibir el tratamiento de curado. El orden de vaciado de las piezas será establecido según las facilidades y capacidades en obra, previa aprobación de la interventoría, inclusive se podrán armar y vaciar varias piezas de forma simultánea siempre y cuando no comprometa la calidad de la estructura.

Para más información, consultar la norma INVIAS en el Art. 630-13, y en particular para el procedimiento constructivo, el subcapítulo 630.4.

Para esta actividad rige lo estipulado en el Artículo 630 (Concreto estructural), de las Especificaciones Generales de Construcción de Carretera 2013 del INVIAS.

7.2.3 CONCRETO CLASE A (35 MPa). PARA CUNETAS

Posterior a la instalación de la obra falsa, se procederá a realizar el armado de la formaletería / encofrados para el vaciado del concreto de la estructura. Simultáneamente se deberá realizar el armado, figurado, amarre de todo el acero según lo establece el diseño y el detalle del mismo. El acero deberá ser armado en sitio y luego transportado o bien si la obra lo permite, armado en sitio, siempre ligado a las estructuras adyacentes que establezca el diseño. No deberán quedar estructuras huérfanas, a menos de que así lo establezca el diseño del puente. El armado final del acero deberá ser aprobado por el especialista en estructuras y la interventoría, previo a la continuación del armado para el vaciado. Deberán colocarse todas las panelas en su lugar previo a la colocación del acero armado para que este quede en su posición deseada según lo establezca el diseño. Previo al inicio del vaciado, deberá ser corroborado el diseño de la mezcla según la resistencia requerida y la misma deberá ser aprobada por la interventoría. Se deberá seguir lo establecido en el Art. 630-13 del INVIAS con las variaciones pertinente en función de las variables encontradas en la obra y primará lo establecido en los diseños del proyecto. La formaleta a utilizar deberá ser apta para concretos a la vista, en las zonas donde sea de este tipo el vaciado, idealmente metálicas y podrán complementarse con estructuras en madera y formaletas en madera para cubrir las geometrías más complejas y menos estandarizadas que no logre cubrir una formaleta estándar. Las formaletas, tanto de madera como metálicas, se ensamblarán firmemente y deberán tener la resistencia suficiente para contener la mezcla de concreto sin distorsiones. Antes de

iniciar la colocación del concreto, se deberán limpiar de impurezas, incrustaciones de mortero y cualquier otro material extraño. Su superficie interna se deberá cubrir con aceite u otro producto que evite la adherencia, que no manche la superficie del concreto y no sea absorbido por éste. Las abrazaderas que se utilicen para sostener las formaletas y que queden embebidas en el concreto, deberán ser pernos de acero provistos de rosca, tuercas y acoples adecuados, que permitan retirar los extremos exteriores sin producir daños en las superficies del concreto. Todos los huecos resultantes del retiro de las abrazaderas se deberán llenar con un mortero de consistencia seca.

No se podrá colocar concreto dentro de las formaletas si éstas no han sido inspeccionadas y aprobadas por el Interventor. Al tener la formaleta colocada, firmemente y aprobada por la interventoría y la inspección del constructor, se podrá proceder a colocar la tubería de vaciado en su posición fija para poder realizar el vaciado respectivo de la pieza o sección. Cada sección deberá ser vaciada de forma monolítica. Al tener la verificación de todos los elementos tales como el acero, formaletas, niveles, entre otros, aprobados por el especialista en estructuras y la interventoría, se procederá a la fabricación del concreto según el diseño previamente establecido. El vaciado deberá ser realizado de forma continua para cada pieza y vibrado de tal forma que resulten piezas y secciones uniformes de alta calidad. Si se interrumpe la fundición, al dejar una junta de construcción se deben dejar piedras sobresaliendo no menos de diez centímetros (10 cm) para formar una llave. Antes de continuar el vaciado del concreto se deberá limpiar la superficie donde se colocará el concreto fresco y humedecerse la misma con agua limpia, previa aprobación de interventoría. Al emplear bombeo mecánico, la operación de la bomba deberá ser tal, que se produzca una corriente continua del concreto, sin bolsas de aire. Cuando se terminen las operaciones de bombeo, en caso de que se vaya a usar el concreto que quede en las tuberías, éste se debe expeler de tal manera que no se contamine o se produzcan segregaciones. Cuando se utilice equipo de bombeo, siempre se deberá disponer de los medios alternativos para continuar la operación de colocación del concreto en caso de que se dañe la bomba. El bombeo deberá continuar hasta que el extremo de la tubería de descarga quede completamente por fuera de la mezcla recién colocada.

El orden de vaciado comienza por la losa inferior de la sección del cajón, posteriormente las vigas y por último la losa superior con la capa superior de rodadura.

El concreto colocado se deberá consolidar mediante vibración interna, hasta obtener la mayor densidad posible, de manera que quede libre de cavidades producidas por partículas de agregado grueso y burbujas de aire, y que cubra totalmente las superficies de los encofrados y los materiales embebidos. Durante la consolidación, el vibrador se deberá operar a intervalos regulares y frecuentes, en posición casi vertical y con su cabeza sumergida profundamente dentro de la mezcla.

Para lograr la compactación de cada capa antes de que se deposite la siguiente sin demorar la descarga, se debe usar un número suficiente de vibradores para consolidar el concreto que se está recibiendo, dentro de los quince (15) minutos siguientes a su colocación dentro de las formaletas. Para evitar demoras en el caso de averías, se debe disponer de un (1) vibrador auxiliar en el sitio de la obra para fundiciones individuales hasta de cincuenta metros cúbicos (50 m³) y dos (2) vibradores auxiliares para fundiciones de mayor volumen.

Posterior al vaciado, se procederá al curado del concreto, según especifique el diseño de mezcla y tiempo de curado. Pasado este tiempo se procederá con la remoción de las formaletas. El tiempo de remoción de formaletas y obra falsa está condicionado por el tipo y la localización de la estructura, el curado, el clima y otros factores que afecten el endurecimiento del concreto. Todas las superficies de concreto deberán recibir un acabado inmediatamente después del retiro de las formaletas. El tipo de acabado dependerá de las características de la obra construida. Adicionalmente, se deberá realizar el curado. Inmediatamente después del retiro de las formaletas y del acabado de las superficies, el concreto se someterá a un proceso de curado que se prolongará a lo largo del plazo prefijado por el Interventor, según el tipo de cemento utilizado y las condiciones climáticas del lugar. El proceso de curado deberá ser realizado por durante un período no menor a catorce (14) días, utilizando agua y antisoles u otros elementos que garanticen la calidad del concreto. Se deben tomar todas las precauciones necesarias para proteger el concreto fresco contra las altas temperaturas y los vientos que puedan causar un secado prematuro y la formación de agrietamientos superficiales. De ser necesario, se colocarán cortinas protectoras contra el viento hasta que el concreto haya endurecido lo suficiente para recibir el tratamiento de curado. El orden de vaciado de las piezas será establecido según las facilidades y capacidades en obra, previa aprobación de la interventoría, inclusive se podrán armar y vaciar varias piezas de forma simultánea siempre y cuando no comprometa la calidad de la estructura.

Para mayor información, consultar la norma INVIAS en el Art. 630-13, y en particular para el procedimiento constructivo, el subcapítulo 630.4 y para la colocación de los ductos de tensionamiento deberá seguir la norma INVIAS en el Art. 641, en particular, el subcapítulo 641.4.

Para esta actividad rige lo estipulado en el Artículo 630 (Concreto estructural), de las Especificaciones Generales de Construcción de Carretera 2013 del INVIAS.

8 PAVIMENTOS Y NEOPRENOS

8.1 PAVIMENTOS

8.1.1 PAVIMENTO EN CONCRETO HIDRÁULICO MR 41 kgF/cm² (COMPRESIÓN 35 MPa). INCLUYE FORMAleta Y TRANSPORTE DE MATERIALES REQUERIDOS. EL ACERO DE REFUERZO (BARRAS DE TRANSMISIÓN, LA CANASTILLA DE SUJECCIÓN Y EL TRATAMIENTO DE JUNTAS Y DILATACIONES (CORTE Y SELLO DE DILATACIONES), SE PAGARÁN POR SU ÍTEM RESPECTIVO

8.1.1.1 Entrega de la mezcla

Se deberá realizar la toma del asentamiento de cada uno de los camiones mezcladores (mixer), que lleguen a la obra, en un intervalo no mayor de 5 minutos posterior a su llegada a la obra, debiendo cumplir con lo pactado con el proveedor. Si el tiempo de espera se prolonga por más de 30 minutos en la obra, se deberá tomar un segundo asentamiento para controlar la manejabilidad del concreto.

En caso de que el asentamiento obtenido en la obra supere el rango acordado con el proveedor, se deberá establecer por escrito y notificado a la autoridad de control del proyecto, los ajustes que se deberán realizar en los siguientes casos:

- Cuando el asentamiento esté por debajo del rango acordado.
- Cuando el asentamiento esté por encima del rango acordado.

En el caso que la actividad involucre la utilización de un aditivo, se deberá especificar, por parte del proveedor del concreto hidráulico premezclado, la información correspondiente (ficha técnica y de seguridad del producto).

La máxima caída libre de la mezcla en el momento de la descarga no deberá exceder un (1) metro en ningún punto, procurando descargar el concreto lo más cerca posible al lugar definitivo, buscando evitar al máximo las posteriores manipulaciones a la mezcla. El ángulo de caída deberá ser lo suficientemente pronunciado para lograr el fácil desplazamiento del concreto, pero sin que se presente segregación alguna.

8.1.1.2 Condiciones del vaciado del concreto hidráulico

La superficie sobre la que se pondrá el concreto fresco deberá estar perfectamente limpia, ligeramente humedecida, libre de sustancias ajenas al concreto.

8.1.1.3 Extendido y construcción con formaletas fijas

▪ Instalación de las formaletas

Las formaletas para la construcción de pavimentos de concreto hidráulico, deberán tener una longitud al menos de tres metros (3.00 m) y su altura, igual al espesor del pavimento por construir.

Deberán tener la suficiente rigidez para que no se deformen durante la construcción y si van a servir como rieles para el desplazamiento de algún equipo de construcción, la zona de circulación no debe presentar defectos de más de tres (3) mm bajo una regla de 3.00 m, quedando prohibido así, el empleo de formaletas deformadas o torcidas.

La rigidez vertical y transversal deberá ser suficiente para que, bajo el peso de los equipos cargados, no se produzca ninguna deflexión perjudicial, que dañe a su vez el concreto fresco. Por lo tanto, la base de las formaletas deberá tener al menos la tercera parte de la altura de la formaleta en su ancho y cada elemento de estos, se deberá poder fijar al suelo mediante anclajes que impidan cualquier desplazamiento vertical u horizontal, debiendo estar separados como máximo un metro (1.00 m), y existiendo al menos tres (3) por formaleta y uno (1) en cada extremo de las formaletas o en la unión de las mismas.

En las curvas, las formaletas se acomodarán a los polígonos más convenientes, pudiéndose emplear formaletas rectas rígidas, de la longitud que resulte más adecuada.

Los elementos de las formaletas se ensamblan frente a frente mediante un sistema de acoplamiento rígido, que deberá asegurar una transferencia eficaz de cargas al paso de los equipos.

La rigidez de los elementos, la de las piezas de ensamblaje y la continuidad de los apoyos de las formaletas en la subrasante, son las condiciones principales para obtener un buen perfil del pavimento.

Las formaletas se ponen directamente en contacto con la base del pavimento. Después de instaladas, acopladas y fijadas, se les da una nivelación rigurosa y una fijación perfecta, con arena si la capa de soporte es tratada, o rellenando si ella no lo ha sido.

El alineamiento de las formaletas tanto en planta como en perfil, debe ser correcto. No se deben observar diferencias en la altura, ni desviaciones en planta superiores a 10 mm con relación al alineamiento teórico. Desviaciones superiores se debe corregir inmediatamente.

Si fuese necesario, la superficie de apoyo se debe limpiar de todos los materiales excedentes y si fuese del caso, se realizará una compactación complementaria después de retirar los sobrantes.

Se deberá disponer de un número suficiente de formaletas para tener puesta, en todo momento de la obra, una longitud por utilizar igual o mayor que la requerida para una y media (1.5) horas de trabajo, más la cantidad necesaria para permitir que el retiro de las formaletas, se haga entre las seis (6) a ocho (8) horas después de terminada la construcción del pavimento (verificar este dato con el proveedor del concreto hidráulico).

Las caras interiores de las formaletas deberán aparecer siempre limpias, sin restos de concreto u otras sustancias adheridas a ellas. Previo a verter el concreto hidráulico, dichas caras se recubrirán con un producto antiadherente, cuya composición y dosificación deberán ser aprobadas previamente por el Interventor. Los bordes de la losa deben ser perpendiculares a la superficie, la buena calidad del borde dependerá del buen estado de la formaleta, de su correcta instalación y de un cuidadoso retiro o desmoldado.

El concreto se suministra, reparte, nivela y asegura dentro de las formaletas con la ayuda de equipos especificados en el párrafo de equipos para el vaciado del concreto. Salvo estipulación contraria del contrato, el concreto se vaciará en el lugar en una sola capa.

▪ **Vibrado**

Cualquiera que sea la longitud a trabajar, y aun teniendo un equipo de extensión como la regla vibratoria o el rodillo, al concreto hidráulico se le deberá complementar su compactación con la ayuda de vibradores internos (vibradores de aguja), para evitar la formación de hormigueros.

El punto de vibración depende básicamente de la consistencia de la mezcla (entre más seca más tiempo), de la naturaleza de la sección que se esté compactando y de la potencia del vibrador. Generalmente el tiempo se determina experimentalmente, mediante observación directa de la superficie en los alrededores del vibrador. Cuando aflore un reflujó de pasta y cese el escape de burbujas de aire, se procede a retirar el vibrador lentamente. El tiempo de vibración es un factor clave puesto que un tiempo muy corto da lugar a porcentajes de vacíos altos dentro de la mezcla con las consecuencias anteriormente anotadas; por el contrario, un tiempo de vibrado muy alto puede producir segregación del material. En general, se considera que el tiempo de vibrado varía en un rango comprendido entre 5 y 15 segundos, sin permitir que su acción en un mismo sitio sea de más de 20 segundos y donde el vibrador se debe introducir a la masa de concreto hidráulico verticalmente, permitiendo que descienda con lentitud, por gravedad y a la velocidad constante.

Se deberá establecer una retícula de trabajo para cubrir toda la superficie de concreto, teniendo en cuenta que el radio de acción de los vibradores de inmersión, generalmente son 1.5 veces el diámetro del mismo, tomando siempre en cuenta que el proceso debe traslapar cada área con la otra, así:

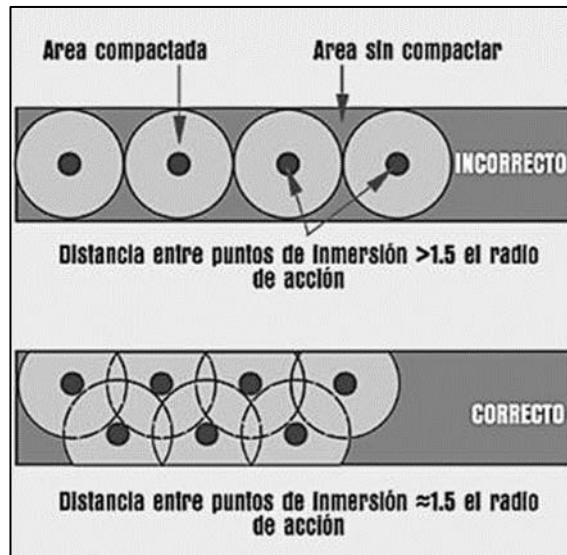


Figura 11. Distancia correcta e incorrecta entre sucesivos puntos de inmersión

Terminada la vibración del concreto, se nivela la superficie con equipos que cumplan las recomendaciones dadas en el proceso de acabado del concreto.

- o Consideraciones adicionales en el vaciado.
 - Los aceros de refuerzo, también deben estar libres de sustancias que puedan impedir la adherencia del acero con el concreto, tales como basuras de cualquier tipo, aceites, hojas, raíces y óxido en exceso.
 - El descargue y compactación del concreto se hará dentro de los treinta (30) minutos siguientes a su elaboración. Este tiempo se podrá modificar siempre y cuando se tomen las medidas correspondientes, previa aprobación de la Interventoría.
 - La descarga del concreto se realizará de forma continua sobre todo el ancho de la vía o el carril, sin dejar zonas sin mezcla o zonas para vaciados posteriores.
 - La caída libre de la mezcla desde el vehículo de transporte debe ocurrir lo más cerca posible del lugar definitivo en que quedará el concreto, para reducir al mínimo las posteriores manipulaciones y que cuando el concreto reciba la vibración, quede con el espesor esperado.
 - Después de la descarga, el concreto se esparce con la ayuda de palas, evitando que durante esta labor se lance el concreto. Además, no se deben usar rastrillos, para no producir segregación en el concreto.

8.1.1.4 Limitaciones de construcción

No se deberán realizar operaciones de construcción sobre los pavimentos, cuando la luz natural sea insuficiente, a menos que se utilice un sistema adecuado de iluminación artificial.

8.1.1.5 Acabado superficial

▪ Nivelación

Cuando el concreto ha recibido la compactación (vibrado), se procede a darle el acabado superficial, con la ayuda de llanas metálicas y de madera, para tener una superficie uniforme, lisa y libre de irregularidades, marcas y porosidades.

Durante el proceso de nivelación de la superficie y mientras el concreto se halle en estado plástico, se comprobará el acabado superficial con una regla de tres metros puesta en cualquier sector del pavimento, no afectado por cambios de pendiente, verificando que las irregularidades no excedan de cinco milímetros (5 mm). En el caso de que se presenten diferencias mayores, ellas deberán eliminarse, ya sea agregando concreto fresco que se vibrará y terminará del mismo modo que el resto del pavimento, o bien eliminando los excesos con los bordes de la llana.

Se prohibirá el riego de agua o la extensión de mortero sobre la superficie para facilitar el acabado y corregir irregularidades del pavimento.

Se deberán usar las llanas metálicas con la mayor área posible, las cuales se operan desde afuera del pavimento, para lo cual deberán estar dotadas de mangos largos, que permitan su operación desde el borde del pavimento.

La llana se debe pasar al menos dos (2) veces sobre cada punto, en dos (2) pasadas sucesivas traslapadas. Durante el paso de la llana, se debe observar que en la superficie del pavimento no quedan zonas con depresiones o protuberancias.

En caso de darse alguna depresión, se puede adicionar concreto de las mismas características del que se está usando, para suplir la deficiencia y posteriormente se repite el proceso de igual forma como se hizo la primera vez.

Cuando se dan protuberancias, se debe eliminar el concreto en exceso con la ayuda de las llanas metálicas, o con otra herramienta adecuada.

Cuando se empleen reglas vibratorias, la compactación de la placa deberá completarse con un vibrador de aguja, como se había mencionado en párrafos anteriores.

▪ Rayado (Texturizado)

Terminada la nivelación, se hace inmediatamente el acabado superficial longitudinal, el cual consiste en arrastrar una tela de fique sobre la superficie del concreto, la cual deberá estar húmeda, más no saturada y periódicamente se deberá lavar, con el fin de retirar restos de concreto hidráulico que se adhieren a ésta. Este acabado es el que garantiza la adherencia entre el pavimento y las llantas de los vehículos.

Posteriormente, se procederá a realizar el rayado transversal mediante una rastra de alambre en forma de peine, con una separación entre sus dientes de 20 mm y cada uno de ellos con un ancho de tres (3) mm, para lograr una profundidad mínima de penetración de tres (3) milímetros y máximo de seis (6) milímetros, a todo lo ancho de la superficie pavimentada. Esta operación se realizará cuando el concreto se encuentre lo bastante plástico para permitir el rayado, pero lo suficientemente seco para evitar que éste fluya hacia los surcos formados, lo que exige una observación detallada a fin de garantizar la homogeneidad del rayado en todo el proyecto. Con este rayado se mejoran las condiciones de drenaje del pavimento y se evita que los vehículos floten en el pavimento cuando la superficie esté húmeda.

8.1.1.6 Curado

Recibe el nombre de curado, todas las acciones tendientes a proteger el concreto hidráulico desde que éste se vibra hasta el momento en que se da al servicio el pavimento. Con el curado, se busca darle al concreto unas condiciones de humedad y de temperatura apropiadas para evitar que se formen fisuras de retracción.

Para disminuir la posibilidad de formación de fisuras por retracción, en los pavimentos de concreto hidráulico, se deben medir las condiciones ambientales en la obra con el fin de definir los momentos críticos en los cuales la evaporación del agua, del concreto supera $1.0 \text{ kg/m}^2/\text{h}$, haciendo uso del ábaco descrito por el ACI 308 (Figura 12).

Cuando la tasa de evaporación excede el valor antes indicado, se deben tomar medidas para prevenir la pérdida excesiva de humedad de la superficie del concreto en estado plástico y la aparición de fisuras por retracción. Sin embargo, cuando la evaporación supera los $0.5 \text{ kg/m}^2/\text{h}$, se considera como límite mínimo razonable, sobre el cual se deben tomar medidas preventivas.

El concreto se deberá proteger durante el periodo de fraguado contra el lavado por lluvias, la insolación, el viento y la humedad ambiente baja.

Durante el período de protección, que en general no será inferior a tres días a partir de la descarga del concreto, está prohibido todo tipo de circulación sobre el pavimento.

El curado del concreto se debe hacer en todas las superficies libres, incluyendo los bordes de las losas.

Se podrá utilizar cualquier procedimiento como son las membranas de curado y los sistemas retenedores de agua. El curado se puede dividir en dos etapas, el inicial y el final.

▪ **Curado inicial**

Reciben el nombre de curado inicial del pavimento, las acciones que se hacen, antes de la terminación de la superficie del concreto, tendientes a evitar la formación de fisuras por secado del concreto.

Se debe hacer mediante una o más de las siguientes actividades:

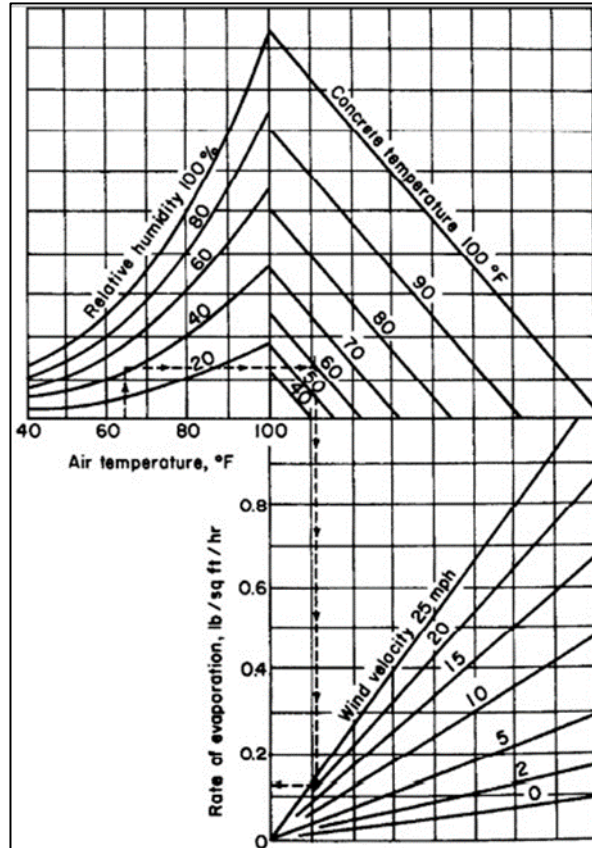


Figura 12. Ábaco descrito por la ACI 308

- Instalación de una barrera contra el viento. Dado que el viento incide de una manera notable en la evaporación del agua del concreto, se recomienda contrarrestar su acción con una barrera. Para lo cual, antes de iniciar las actividades, se debe construir o acondicionar las barreras corta-viento.
- Utilizar producto retardador de evaporación de agua conforme a las instrucciones descritas por el proveedor del aditivo.
- Evitar que se deseque superficialmente el concreto en estado plástico mediante la utilización de un retardante de evaporación.
- Cualquier actividad que evite la desecación superficial de la placa de concreto antes de su endurecimiento final y la aplicación de la membrana curadora.
- Cuando el curado del concreto se vaya a realizar por inundación de la placa, se podrá ejecutar cuando el concreto ya haya alcanzado el fraguado final.

Estas actividades se deben ejecutar antes y durante las actividades de acabado y terminación del concreto.

▪ **Curado final**

El curado final se deberá hacer inmediatamente después de que finalizan las actividades del acabado, cuando el concreto empieza a perder su brillo superficial y se podrá hacer con membranas impermeables, con aportes continuos de humedad o cubriendo el concreto con láminas de papel o de plástico.

o **Curado con membranas impermeables**

Las membranas químicas impermeables, son sustancias que cuando se aplican sobre la superficie del pavimento, forman una membrana que reduce la evaporación de agua de la superficie del pavimento.

La aplicación de la membrana de curado se hace rociando en la superficie el producto a razón de 0,25 litros por metro cuadrado, en dos pasadas perpendiculares entre ellas, para obtener un espesor uniforme de medio (0.5) milímetros, que deje una membrana impermeable y consistente, de color claro, que impida la evaporación del agua que contiene la mezcla del concreto fresco.

Su aplicación se debe realizar preferentemente con irrigadores mecánicos a presión. La membrana de curado no se deberá aplicar durante periodos de lluvia.

Todas las caras expuestas se deberán recubrir con la membrana de curado inmediatamente se descubran, como, por ejemplo, cuando se retiran las formaleas.

El espesor de la membrana podrá reducirse si, de acuerdo con las características del producto que se use, se puede garantizar su integridad, cubrimiento de la losa y duración, de acuerdo con las especificaciones del fabricante de la membrana de curado.

o **Curado por humedad**

Cuando el curado se vaya a realizar con productos retenedores de agua, se cubrirá toda la superficie del concreto con cualquier producto con alto poder de retención de humedad (arena, tela, etc.), cuando el concreto haya adquirido la consistencia suficiente para que no se vea afectado su acabado superficial.

Mientras se cubre la superficie del concreto, ésta se mantendrá húmeda aplicando agua en forma de rocío fino y nunca en forma de riego. Los materiales utilizados se mantendrán saturados todo el tiempo que dure el curado y no se debe permitir el uso de ningún material que ataque o decolore el concreto.

Durante las épocas de lluvias se deberá programar la utilización de láminas de plástico o de otro material adecuado para proteger al concreto fresco, cubriéndolo hasta que adquiera la consistencia necesaria para que el acabado superficial no sea afectado por la lluvia. No se recomienda el uso de láminas de plástico de color oscuro.

El empozamiento del pavimento es una acción de curado que cae en esta categoría y consiste en generar una barrera con arcilla en los bordes del pavimento y luego se vierte agua en la superficie.

9 OBRAS DE DRENAJES, SUBDRENAJE Y PROTECCIÓN

9.1 MATERIAL GRANULAR DE 12 A 25 mm PARA FILTRO, CIMENTACIONES O CAMA DE TRITURADO. INCLUYE TRANSPORTE INTERNO, SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA INSTALACIÓN.

Este trabajo consiste en la extracción, preparación y suministro de los materiales, así como su cargue, transporte, descargue, almacenamiento, colocación, humedecimiento o secamiento, compactación y en general, todo lo relacionado con la correcta construcción de las capas filtrantes. Se medirá en su posición compactada final. Incluye suministro y colocación.

Para esta actividad rige lo estipulado en la especificación técnica Particular ítem 8.6

9.2 SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE GEOTEXTIL NT 2500 O SIMILAR. NO INCLUYE EXCAVACIÓN Y LLENOS, LOS CUALES SE PAGAN POR SU ITEM RESPECTIVO.

Este trabajo consiste en la construcción de sistemas de subdrenaje, con geodrén con tubería circular perforada para drenaje, en los sitios señalados en los planos del proyecto o indicados por el Interventor.

Para esta actividad rige lo estipulado en la especificación técnica Particular ítem 8.9

9.3 SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 2" PERFORADA, PARA LLORADEROS.

Deben dejarse instalados drenajes para el talud, consistentes en tubos de PVC perforados de diámetro mínimo de 2" en una cantidad y disposición definida en el diseño, lo mismo que la longitud de las perforaciones de drenaje. Los tubos de PVC deben ir envueltos en geotextil no tejido para la retención de finos y el paso del agua, o pueden usarse tubos que tengan incluidas las ranuras longitudinales y transversales de tal manera que cumplan la misma función que el geotextil.

Para esta actividad rige lo estipulado en la norma de construcción Protección de Taludes de EPM (Empresas Públicas de Medellín) NC-NN-OC08-06.

9.4 SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACIÓN DE TUBERÍA PERFORADA DE 4" PARA DRENAJE CON FILTRO. INCLUYE LOS ACCESORIOS Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA INSTALACIÓN Y FUNCIONAMIENTO.

Este trabajo consiste en la construcción de sistemas de subdrenaje, con geodrén con tubería circular perforada para drenaje, en los sitios señalados en los planos del proyecto o indicados por el Interventor.

Para esta actividad rige lo estipulado en la especificación técnica Particular ítem 8.9

9.5 SUMINISTRO, TRANSPORTE Y SIEMBRA DE PASTO VETIVER

Se define como el establecimiento de líneas o barreras de plántulas de pasto VETIVER sobre taludes de corte o lleno, en protección de Obras Civiles o en riberas de fuentes Hídricas para su protección laminar y estabilización.

Para esta actividad rige lo determinado en <https://vetiver.com.co/normas-invias/> y en la norma de construcción Protección de Taludes de EPM (Empresas Públicas de Medellín) NC-NN-OC08-06.

9.6 PROTECCIÓN VEGETAL DE TALUDES CON TIERRA ORGÁNICA Y SEMILLAS (HIDROSIEMBRA). INCLUYE AGROMANTO.

Este trabajo consiste en la protección de taludes de terraplenes, excavaciones y otras áreas del proyecto, en los sitios indicados en los planos o determinados por el Interventor, empleando materiales vegetales. El trabajo incluye, además, la conservación de las áreas tratadas hasta el recibo definitivo de los trabajos.

Para esta actividad rige lo estipulado en el Artículo 810 (Protección vegetal de taludes) de las Especificaciones Generales de Construcción de Carretera 2013 del INVIAS.

10 ACERO DE REFUERZO

10.1 SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO $F_y = 420 \text{ MPa}$ (GRADO 60) INCLUYE MALLA ELECTROSOLDADA

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, almacenamiento, corte, doblamiento y colocación de barras de acero en estructuras de concreto, en concordancia con los planos del proyecto, esta especificación y las instrucciones y recomendaciones dadas por el Interventor.

Para esta actividad rige lo estipulado en el artículo 640 (Acero de refuerzo) de las Especificaciones Generales de Construcción de Carretera 2013 del INVIAS.

11 SEÑALIZACIÓN Y PINTURAS

11.1 SUMINISTRO, TRANSPORTE Y APLICACIÓN CON PINTURA ACRÍLICA EN FRÍO REFLECTORIZADA CON MICROESFERAS DE VIDRIO PARA LÍNEA DE DEMARCACIÓN EN PAVIMENTO.

Este trabajo consiste en el suministro, almacenamiento, transporte y aplicación de pintura de tráfico o resina termoplástica de aplicación en frío, reflectorizada con microesferas de vidrio para líneas y marcas viales sobre un pavimento, de acuerdo con las dimensiones y los colores que indiquen los planos del proyecto o establezca el Interventor.

Para esta actividad rige lo estipulado en el Artículo 700 (Líneas de demarcación y marcas viales) de las Especificaciones Generales de Construcción de Carretera 2013 del INVIAS.

11.2 SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACIÓN DE TACHAS REFLECTIVAS EN LA SUPERFICIE DEL PAVIMENTO.

Este trabajo consiste en el suministro, almacenamiento, transporte y colocación de tachas reflectivas en la superficie del pavimento, utilizando adhesivos adecuados para que resistan el tránsito automotor sin desprenderse, de acuerdo con esta especificación, los planos del proyecto y las instrucciones del Interventor.

Para esta actividad rige lo estipulado en el Artículo 701 (Tachas reflectivas) de las Especificaciones Generales de Construcción de Carretera 2013 del INVIAS.

11.3 SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE SEÑAL VERTICAL DE 75 CM X 75 CM MÁS LÁMINA INFERIOR, EN LÁMINA GALVANIZADA CALIBRE 16, REFLECTIVO ESTRUCTURA METÁLICA TIPO PEDESTAL COMPUESTO POR UN PARAL EN ÁNGULO DE 2"X2"X1/4" Y BRAZOS EN ÁNGULO 2"X2"X1/8".

Este trabajo consiste en el suministro, almacenamiento, transporte e instalación de señales verticales de tránsito, de acuerdo con los planos y demás documentos del proyecto o lo indicado por el Interventor.

El diseño de las señales verticales, los mensajes y los colores, deberán estar de acuerdo con el "Manual de Señalización Vial" del Ministerio de Transporte de Colombia y demás normas que lo complementen o sustituyan.

Esta actividad consiste en el suministro, transporte, almacenamiento e instalación de señales verticales de 0.75 m * 0.75 m en lámina galvanizada calibre 16, más lámina inferior.

La Estructura metálica es tipo pedestal y está compuesta por un paral en ángulo de 2" * 2" * 1/4" y brazo en ángulo de 2" * 2" * 1/8".

Esta actividad incluye la excavación para el pedestal, mínimo de 60 cm de profundidad.

Para esta actividad rige lo estipulado en el Artículo 710 (Señales verticales de tránsito) de las Especificaciones Generales de Construcción de Carretera 2013 del INVIAS.

12 URBANISMO Y PAISAJISMO

12.1 SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE BORDILLO BARRERA RECTO 15X45X80 PREFABRICADO

Este trabajo consiste la construcción de bordillos de concreto con piezas prefabricadas o vaciados in situ, en los sitios y con las dimensiones, alineamientos y cotas indicados en los planos u ordenados por el Interventor.

Para esta actividad rige lo estipulado en el Artículo 672 (Bordillos de concreto) de las Especificaciones Generales de Construcción de Carretera 2013 del INVIAS.

13 MANEJO DE ESPECIES VEGETALES

13.1 ROCERÍA. INCLUYE CARGUE, TRASPORTE Y DISPOSICIÓN ADECUADA DE MATERIAL RESULTANTE

Este trabajo consiste en el desmonte y limpieza de la vegetación en las áreas donde tendrá influencia y ocupación directa el proyecto. Consta de retirar por métodos manuales mediante guadañadoras y otros aparatos u herramientas con similar función, la vegetación encontrada en el área que ocupará el proyecto. Este trabajo incluye el retiro y la disposición final de la vegetación cortada.

No se permitirá el procedimiento de desmonte mediante quema bajo ningún motivo.

Se deberán seguir los siguientes lineamientos según la norma correspondiente del INVIAS (Ver Figura 13):

TIPO DE ZONA	LÍMITE ÁREA
Áreas de fundación de terraplenes.	Hasta 1.00 m más afuera del pie del terraplén.
Áreas de excavación.	Hasta 1.00 m más afuera de los bordes superiores.
Fajas de emplazamiento de canales, zanjas y otras obras de drenaje.	Hasta 0.50 m más afuera de las líneas de borde.
Áreas de excavación para fundaciones de estructuras.	Hasta 1.00 m más afuera de las líneas de excavación.
Áreas de emplazamiento de las cercas que delimitan la faja de derecho de vía.	En 1.00 m de ancho.
Áreas de cauce de escurrimientos naturales.	Toda el área dentro de los límites definidos por el proyecto.

Figura 13. Límite de áreas para desmonte y limpieza

Esta actividad incluye el desmonte y limpieza, remoción de tocones y raíces, descapote, remoción y disposición de materiales.

Para más información consultar el Art. 200-13 de las especificaciones generales de construcción de carreteras del INVIAS.

14 REFERENCIAS

American Association of State and Highway Transportation Officials. (1993). *AASHTO guide for Design of Pavement Structures*. Washington D.C.

Instituto Nacional de Vías - INVÍAS. (2013). *Especificaciones Generales de Construcción de carreteras*. Bogotá D.C.

ÍNDICE

ÍNDICE ÍTEM PRESUPUESTO VS PROCESO CONSTRUCTIVO		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	Pág.
PRELIMINARES		
LTR	Localización, trazado y replanteo con equipos de precisión.	5
2 DEMOLICIONES, CORTES Y RETIROS		
2.5.1	Demolición de roca a cielo abierto, con agente demolidor no explosivo, para volúmenes de roca mayores a 0.10 m3. Incluye cemento demolidor, desembombe, acarreo interno a sitio de acopio donde indique la interventoría y todo lo necesario para su correcta ejecución. Incluye cargue, transporte a botadero y derecho a botadero.	6
2.8.1	Demolición de estructuras (Incluye concreto reforzado). Incluye cargue, transporte a botadero y derecho a botadero.	6
4 MOVIMIENTO DE TIERRAS		
4.1 EXCAVACIONES		
4.1.1	Excavación mecánica a cualquier profundidad, en material común de la explanación, canales y préstamos. Incluye cargue, transporte y disposición final del material sobrante.	7
4.1.3.1	Excavación manual en material común bajo cualquier grado de humedad. Incluye cargue, transporte y disposición final del material sobrante.	7
4.1.4	Excavación en roca, comprende la excavación de masas de rocas hasta 30 cm de diámetro", fuertemente litificadas que, debido a su buena cementación o alta consolidación, no es posible su división mecánica en la excavación. Incluye transporte, botada y disposición final de los materiales	7
4.1.56	Descapote a máquina del terreno natural hasta 30 cm. Incluye transporte y disposición final de los materiales.	7
4.1.57	Remoción de derrumbes. Incluye transporte y la disposición final de los materiales.	8
4.2 LLENOS		
4.2.1	Lleno mecánico compactado con material proveniente de la excavación hasta obtener una densidad mínima del 95%, de la obtenida en el ensayo del Proctor modificado. Incluye selección, acarreo interno y compactación del material.	8
4.3 CONFORMACION DEL TERRENO		
4.3.2	Conformación de la calzada existente con motoniveladora. Incluye nivelación, compactación, limpieza y reconstrucción de cunetas y todo lo necesario para la correcta ejecución de la actividad.	8
5 AFIRMADOS, BASES Y SUB BASES		
5.2 SUELOS Y BASES ESTABILIZADAS		
5.2.10	Proceso de estabilización con material granular al 3% en peso del cemento. Incluye suministro del cemento, colocación y compactación y todo lo necesario para su correcta instalación.	8
6 CONCRETO, MORTEROS		
6.1 CONCRETOS PARA SUB ESTRUCTURAS		
6.1.19	Concreto Clase F (14 MPa). Solados de E=0.05 m	19
6.2 CONCRETOS PARA ESTRUCTURAS		
6.2.2	Concreto Clase G (Ciclópeo con concreto clase G - 17 MPa y Piedra de 2" a 4")	19
6.2.26	Concreto Clase C (28 MPa). Box Culvert - Losas y muros.	19
6.2.28	Concreto Clase C (28 MPa) para canales.	19
6.2.50	Concreto Clase A (35 MPa) para cunetas.	20
7 PAVIMENTOS Y NEOPRENOS.		
7.1 PAVIMENTOS		

ÍNDICE ÍTEM PRESUPUESTO VS PROCESO CONSTRUCTIVO		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	Pág.
7.1.17	Pavimento en concreto hidráulico MR 41 KGF/CM2 (Compresión 35 MPa). Incluye formaleta y transporte de materiales requeridos. El acero de refuerzo (barras de transmisión, la canastilla de sujección y el tratamiento de juntas y dilataciones (corte y sello de dilataciones), se pagarán por su ítem respectivo	22
8	OBRAS DE DRENAJES, SUB DRENAJE Y PROTECCIÓN	
8.6	Material granular de 12 a 25 mm para filtro, cimentaciones o cama de triturado. Incluye transporte interno, Suministro, transporte e instalación de y todo lo necesario para su correcta instalación.	27
8.9	Suministro, transporte e Instalación de Geotextil NT 2500 o Similar. No incluye excavación y llenos, los cuales se pagan por su ítem respectivo.	27
8.30	Suministro, transporte y colocación de tubería de 2" perforada, para lloraderos.	28
8.31	Suministro, transporte y colocación de tubería perforada de 4" para drenaje con filtro. Incluye los accesorios y todo lo necesario para su correcta instalación y funcionamiento.	28
8.46	Suministro, transporte y siembra de Pasto Vetiver	28
8.55	Protección vegetal de taludes con tierra orgánica y semillas (Hidrosiembra). Incluye agromanto.	28
10	ACEROS DE REFUERZO	
10.1	Suministro, transporte y colocación de Acero de refuerzo fy=420 Mpa (Grado 60) Incluye malla electrosoldada	28
12	SEÑALIZACIÓN Y PINTURAS	
12.1	Suministro, transporte y aplicación con pintura acrílica en frío reflectorizada con microesferas de vidrio para línea de demarcación en pavimento.	29
12.3	Suministro, transporte y colocación de tachas reflectivas en la superficie del pavimento.	29
12.6	Suministro, transporte e instalación de señal vertical de 75 cm x 75 cm más lámina inferior, en lámina galvanizada calibre 16, reflectiva estructura metálica tipo pedestal compuesto por un paral en ángulo de 2"x2"x1/4" y brazos en ángulo 2"x2"x1/8".	29
14	URBANISMO Y PAISAJISMO	
14.2	Suministro, transporte e instalación de Bordillo barrera recto 15x45x80 prefabricado	29
15	MANEJO DE ESPECIES VEGETALES	
15.8	Rocería. Incluye cargue, transporte y disposición adecuada de material resultante	30