



Propuesta trabajo de grado, Departamento de Ingenierías y arquitecturas

Código

1094269528

Página



Universidad de
PAMPLONA

Una Universidad incluyente y
comprometida con el desarrollo
integral



Propuesta trabajo de grado, Departamento de
Ingenierías y arquitecturas

Código

1094269528

Página

APOYO COMO INGENIERO CIVIL EN FORMACION DE AUXILIAR RESIDENTE
E INSPECTOR DE OBRA EN EL MEJORAMIENTO DE LA CAPA ASFÁLTICA
DE LA VÍA SARDINATA-EL ZULIA MEDIANTE LA REUTILIZACIÓN Y
RECICLADO DEL PAVIMENTO EXISTENTE EN ALGUNOS TRAMOS Y
PAVIMENTO NUEVO EN OTROS, ENTRE PR18+0500 AL 57+0600 A CARGO
DE LA DMINISTRACIÓN VIAL No. 1 EN ASOCIACIÓN CON INVIAS



JUAN PABLO PASTRANA TRIANA

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL
PAMPLONA
2015



Propuesta trabajo de grado, Departamento de
Ingenierías y arquitecturas

Código

1094269528

Página

APOYO COMO INGENIERO CIVIL EN FORMACION DE AUXILIAR RESIDENTE
E INSPECTOR DE OBRA EN EL MEJORAMIENTO DE LA CAPA ASFÁLTICA
DE LA VÍA SARDINATA-EL ZULIA MEDIANTE LA REUTILIZACIÓN Y
RECICLADO DEL PAVIMENTO EXISTENTE EN ALGUNOS TRAMOS Y
PAVIMENTO NUEVO EN OTROS, ENTRE PR18+0500 AL 57+0600 A CARGO
DE LA DMINISTRACIÓN VIAL No. 1 EN ASOCIACIÓN CON INVIAS



JUAN PABLO PASTRANA TRIANA

Anteproyecto de grado como requisito para
optar el título de Ingeniería Civil

Director

EDGAR PEREZ FLOREZ

Ingeniero Civil

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL
PAMPLONA
2015



DEDICATORIA

A mi madre Maria del Rosario Triana Díaz, por su apoyo incondicional y por esa voz de aliento que me motivaba a siempre seguir a delante a no darme por vencido a dar siempre un poco más con el fin de siempre alcanzar mis objetivos a que solo tuviera la obligación de estudiar porque siempre iba a estar ahí para brindarme todo lo que pudiera y a veces hasta mucho mas, por siempre estar cuando la necesite y contar con su ayuda tanto económica y emocional, sus regaños con el fin de crear una persona cada día mejor y por siempre estar presente en esta etapa de mi vida que ya culmina con el título de INGENIERO CIVIL y de una manera satisfactoria.

A mi padre Floresmiro Pastrana Medina, por sus buenos consejos para hacerme una mejor persona para no dar las cosas por sentado para siempre perseguir mis objetivos y nunca decir que “**NO PUEDO**” sino dar ese 200% que siempre es necesario, por apoyo en mis objetivos no importa lo descabellados que sean siempre estuvo ahí con esa voz de aliento para siempre alcanzar mis metas y nunca decirme que NO sino siempre apoyarme y ayudarme en todo y con todo GRACIAS.

A mi familia en general por siempre estar ahí y brindarme su compañía y aliento como mi hermano Mario Andres Pastrana Triana por su compañía en estos años y sus palabras de aliento y ánimo, a mi novia Lina Maria Martínez Bernal que siempre estuvo acompañándome en este proceso y ayudándome de una forma u otra y su apoyo incondicional en mis metas planteadas y siempre creer en mí.

LOS AMO FAMILIA GRACIAS POS Sus Enseñanzas.



AGRADECIMIENTO

A mi tutor de tesis, Ing. EDGAR PEREZ FLOREZ un excelente profesional que acompañó este proceso con la dedicación, profesionalismo e inteligencia que lo caracterizan, siempre estuvo al tanto de este proyecto con el fin de darme una guía óptima para una buena sustentación y presentación con el fin de obtener mi título de Ingeniero Civil.

A la Universidad De Pamplona, mi segundo hogar, mi casa de estudios a quien le debo todo y más, quien me inculco una cantidad de valores morales en mi profesión y vivir esta gran experiencia Universitaria.

A los docentes de Ingeniería Civil, que aportaron en cada cátedra para lograr formar nuestros profesionales, quienes con seguridad haremos una gran representación en el mercado laboral.

Al INSTITUTO NACIONAL DE VIAS y su director Ing. Jesús Edgardo Vergel, quien confió en mis capacidades y me dio la oportunidad de realizar estas prácticas empresariales en esta Institución, al Ing. Juan Leónidas Velazco, por ser no solo el jefe en obra sino un gran amigo y profesor de quien aprendí demasiadas cosas y siempre dispuesto a enseñarnos e ilustrarnos con las labores diarias.



TABLA DE CONTENIDO

| | Pág. |
|--------------------------------------|-------------|
| INTRODUCCIÓN | 7 |
| 1. CONSIDERACIONES BÁSICAS | 9 |
| 1.1 DESCRIPCIÓN | 9 |
| 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 9 |
| 1.3 JUSTIFICACIÓN | 10 |
| 1.4 OBJETIVOS | 11 |
| 1.4.1 Objetivo General. | 11 |
| 1.4.2 Objetivos Específicos | 11 |
| 2. MARCO REFERENCIAL | 13 |
| 2.1 ANTECEDENTES | 13 |
| 2.2 MARCO TEÓRICO | 15 |
| 2.3 MARCO GEOGRÁFICO | 23 |
| 2.3.1 Ubicación | 23 |
| 2.4 MARCO LEGAL | 24 |
| 2.4.1 Marco Legal Institucional | 24 |
| 3. METODOLOGÍA | 26 |
| 3.1 ACTIVIDADES | 27 |
| 3.2 FUNCIONES DEL AUXILIAR RESIDENTE | 28 |
| 4. RECURSOS | 31 |
| 4.1 RECURSOS MATERIALES | 31 |
| 4.2 RECURSOS DE CAMPO | 31 |
| 4.3 MATERIAL DIDÁCTICO | 32 |
| 4.4 PARTICIPANTES | 32 |
| 4.4.1 Autor | 32 |
| 4.4.2 Director | 32 |
| 4.5 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES | 32 |



| | |
|---|----------|
| 5. MANTENIMIENTO Y MEJORAMIENTO DE LA VIA SARDINATA-ELZULIA MEDIANTE EL RECICLADO DEL PAVIMENTO USANDOLO COMO SUBBASE | 34 |
| 5.1 MANTENIMIENTO Y MEJORAMIENTO MEDIANTE EL RECICLADO DEL PAVIMENTO | 34 |
| 5.1.1 Ubicación Y Montaje De Las Obras De Señalización De Obra En La Vía | 34 |
| 5.1.2 Tramos Y Proceso A Realizar | 35 |
| 5.1.3 Topografía | 36 |
| 5.1.4 Reciclado Del Pavimento Para Sub-base | 36 |
| 5.1.5 Verificación Del Espesor Reciclado | 37 |
| 5.1.6 Extendido Del Material Reciclado | 38 |
| 5.1.7 Compactación Del Material Reciclado | 39 |
| 5.1.8 Humectación Del Material Reciclado. | 39 |
| 5.1.9 Extendido Y Distribución Delmaterial De La Base | 40 |
| 5.1.10 Compactacion De La Base Granular | 41 |
| 5.1.11 Toma De Densidad En La Base Granular | 41 |
| 5.1.12 Distribución Del Cemento | 42 |
| 5.1.13 Inyección De Emulsión Asfáltica A La Base Granular | 43 |
| 5.1.14 Compactación A La Base Estabilizada | 43 |
| 5.1.15 Riego De Imprimacion De La Base Granular Eztabilizada | 44 |
| 5.1.16 Instalación Y Compactación De La Primera Capa De | Mdc-2 45 |
| 5.1.17 Instalacion Y Compactacion De La Segunda Capa Mdc-2 | 45 |
| 5.2 OBRAS COMPLEMENTARIAS | 47 |
| 5.2.1 Excavaciones | 47 |
| 5.2.2 Concreto Clase D DE (3.000 psi). | 49 |
| 5.2.3 Concreto Clase C DE (4.000 psi). | 50 |
| 5.2.4 Aceros De Refuerzo En Obras De Arte | 52 |
| 5.2.5 Filtro Francés Tipo 1 | 52 |
| 5.2.6 Excavación | 53 |
| 5.2.7 Geotextil Y Tberia De 4". | 54 |
| 5.2.9 Gaviones | 56 |
| 5.2.10 Cunetas | 56 |
| 5.2.11 Excavaciones | 56 |
| 5.2.12 Compactación | 57 |
| 5.2.13 Ubicación De Formaletas Y Nivel | 58 |
| 5.2.14 Colocación De Aceros De Refuerzos | 58 |
| 5.2.15 Fundidas | 59 |
| 5.2.16 Toma De Muestras Para Los Ensayos De Laboratorio | 59 |
| 5.2.16.1 Toma De Cilindro De Asfalto | 59 |
| 5.3 ELABORACIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO | 61 |
| 5.4 SUPERVISIÓN Y CONTROL DE LAS LABORES DE CAMPO | 62 |
| 5.5 RESUMEN DATOS OBTENIDOS EN EL LABORATORIO | 62 |
| 6. ESTRATEGÍA ADMINISTRATIVA PARA OPTIMIZAR EL RENDIMIENTO | 67 |
| 6.1 LA TEÓRIA DE LOS CINCO (5) CEROS | 67 |
| 6.1.1 Esquema Teoría De Los Cinco Ceros | 67 |
| 6.1.2 Cero Defectos Del Producto. | 68 |



| | |
|---|-----------|
| 6.1.3 Cero Pérdidas De Tiempo | 68 |
| 6.1.4 Cero Stock | 69 |
| 6.1.5 Cero Accidentes | 70 |
| 7. SUPERVISIÓN EN LA EJECUCIÓN DE LA OBRA | 71 |
| 7.1 RESPONSABILIDADES Y OBLIGACIONES DEL SUPERVISOR | 71 |
| 7.2 PRESUPUESTO DE LA OBRA | 72 |
| 7.3 COSTOS DIRECTOS DE OBRA | 72 |
| 7.4.1 Administración | 72 |
| 7.4.2 Imprevistos | 73 |
| 7.4.3 Utilidades | 73 |
| 7.5 FORMATOS PARA EL CONTROL DE LA OBRA | 74 |
| 7.5.1 Información General | 74 |
| 7.6 AVANCE DE OBRA PROGRAMADA | 74 |
| 7.7 INFORME SEMANAL DE INTERVENTORIA | 74 |
| 7.8 CONTROL DIARIO DE EQUIPO DE CONTRATISTA DE OBRA | 74 |
| 7.9 CONTROL DIARIO DEL PERSONAL DE CONTRATISTA DE OBRA | 75 |
| 7.10 INFORMACION FINANCIERA DEL CONTRATO DE OBRA | 75 |
| 7.11 ESTADO GENERAL DEL TIEMPO | 75 |
| 7.12 INFORMACIÓN RELACIONADA CON EL RESULTADO DE LOS ENSAYO DE LABORATORIO | 77 |
| 7.13 REVISION Y VERIFICACION DEL PAGO DE APORTES A SEGURIDAD SOCIAL Y PARAFISCALES DEL CONTRATISTA DE OBRA | 78 |
| 7.14 ENSAYOS DE LABORATORIO | 78 |
| 7.14.1 Cono De Arena | 78 |
| 7.14.2 C.B.R | 81 |
| CONCLUSIONES | 85 |
| RECOMENDACIONES | 86 |
| BIBLIOGRAFIA | 88 |



LISTA DE FIGURAS

| | Pág. |
|--|-------------|
| Figura 1. Ruta de la vía en mejoramiento | 24 |
| Figura 2. Esquema o diagrama de pavimentación | 26 |
| Figura 3. Revisión Topográfica | 36 |
| Figura 4. Recicladora Ayudada Con Carrotanque | 37 |
| Figura 5. Espesor Reciclado | 38 |
| Figura 6. Extendido De Material Con Motoniveladora | 38 |
| Figura 7. Compactación Desubbase | 39 |
| Figura 8. Humectación Del Reciclado | 40 |
| Figura 9. Distribución del Material | 40 |
| Figura 10. Compactación Base Granular | 41 |
| Figura 11. Toma De Densidad | 42 |
| Figura 12. Distribucion Delcemento | 42 |
| Figura 13. Inyeccion De Emulsion A La Base | 43 |
| Figura 14. Compactación Base Estabilizada | 44 |
| Figura 15. Riego De Imprimación | 44 |
| Figura 16. Instalación Primera Capa Mdc-2 | 45 |
| Figura 17. Instalacion Segunda Capa Mdc-2 | 46 |
| Figura 18. Terminado De Mdc-2 | 46 |
| Figura 19. Línea De demarcación | 47 |
| Figura 20. Excavaciones De Cunetas | 48 |
| Figura 21. Excavaciones De Filtros | 48 |
| Figura 22. Acero De Refuerzo Alcantarilla | 52 |
| Figura 23. Filtro Frances | 53 |
| Figura 24. Excavación Filtro Francés | 54 |
| Figura 25. Ubicación Geotextil y Tubería de 4" | 55 |
| Figura 26. Relleno Del Geotextil Con Grava | 55 |
| Figura 27. Gaviones | 56 |
| Figura 28. Excavación de cunetas | 57 |
| Figura 29. Compactación Cunetas | 57 |
| Figura 30. Formaletas De Cunetas | 58 |
| Figura 31. Aceros De Refuerzo | 58 |
| Figura 32. Fundida Cunetas | 59 |
| Figura 33. Perforación De La MDC-2 | 60 |
| Figura 34. Verificación Diámetro U | 60 |
| Figura 35. Llenado De Los Cilindros | 61 |
| Figura 36. Finalización de Encofrado | 61 |



INTRODUCCIÓN

El desarrollo de un pueblo en cualquier lugar del mundo está asociado a las redes viales que lo conecten con otros pueblos, redes que permitan el intercambio económico, social, cultura y demás aspectos que se puedan generarse en la comunicación entre estos. Colombia, un país en pro del desarrollo mantiene unas políticas internas que permiten gestionar y realizar inversiones en proyectos de infraestructura para mejorar aspectos socioeconómicos en cualquiera de sus regiones; ejemplo de ello, son los grandes proyectos viales producto del interés del gobierno nacional por lograr un acercamiento entre las regiones y generar competitividad entre el pueblo colombiano, obras como la Ruta del Sol un mega-proyecto vial que busca aumentar la eficiencia del acceso terrestre desde el interior del país hacia la costa atlántica, un gran corredor vial que conectara a 5 departamentos y a muchos municipios y corregimientos.

Las vías son la principal fuente de ingresos de los corregimientos debido a que gracias a ellas entran y salen productos para exportación o importación lo cual permite un movimiento constante entre los municipios y/o departamentos, debido a esto es de gran importancia el mantener en un óptimo estado las vías principales de acceso para así promover la economía y bienestar del municipio. Además esta vía es de gran importancia por la gran cantidad de vehículos que se desplazan ya sea por turismo o trabajó.

Este proyecto tiene como meta específica, la construcción de una vía en pavimento asfáltico, mediante el método de reciclado de la capa asfáltica que seguirá las especificaciones generales de construcción de carreteras, y las especificaciones particulares de diseño del proyecto, la interventoría deberá



Propuesta trabajo de grado, Departamento de Ingenierías y arquitecturas

Código

1094269528

Página

8 de 115

Controlar las acciones del contratista para verificar que este cumpla las especificaciones y normas técnicas, y demás actividades administrativas, técnicas, de gestión social, ambiental, financiera y presupuestal en el contrato de obra. La interventoría debe llevar seguimiento y control integral a la obra.



1. CONSIDERACIONES BÁSICAS

1.1 DESCRIPCIÓN

El Proyecto consiste en poner los conocimientos aprendidos en la Universidad de Pamplona como Ingeniero Civil en Formación en el apoyo de actividades Ingenieriles en la construcción de la Vía SARDINATA-EL ZULIA siguiendo la normatividad técnica y legal existente, manteniéndose dentro de las funciones asignadas por la Interventoría el seguimiento y control de las actividades presentes en cada etapa de la Obra.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Nuestra geografía es un limitante en la ejecución de proyectos Viales, la presencia de montaña y la riqueza hídrica son obstáculos con los que se debe lidiar en la construcción de rutas de acceso, las vías juegan un papel importante en la Ingeniería Civil para darle continuidad a la línea de acción de las carreteras generando avances sociales y económicos en los sectores productivos.

Debido al mal estado de algunas vías de acceso a diferentes Municipios se ve afectada la economía y viabilidad turística de los de dichos sitios lo cual crea una gran necesidad de contribuir con el buen estado de estas vías para aumentar la economía y riquezas del lugar en cuestión debido a esto la ejecución de este tipo de Obras Civiles conlleva el uso de recurso tanto humanos como materiales concentrados en: mano de obra calificada, control de materiales de alta calidad, programación y presupuesto, interventoría, uso de maquinaria, entre otros, con el fin de garantizar el buen funcionamiento y durabilidad de la estructura vial.



La ejecución de dichos proyectos debe cumplir con especificaciones técnicas, logísticas, ambientales, sociales y de diseño que se deben desarrollar con calidad y eficiencia.

El apoyo como Ingeniero Civil en Formación para la ejecución de la pavimentación y mejoramiento de la vía Sardinata-El Zulia mediante el reciclado o reutilización del existente, pretende generar acciones para optimizar rendimientos en la ejecución de la obra evaluando los problemas encontrados dentro de la misma durante el proceso constructivo, problemas de tipo logístico, económico, técnico, ambientales y administrativos que conllevan a la disminución de la eficiencia para actividades específicas.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Con la implementación de este proyecto mediante el mejoramiento de la capa asfáltica se verá reflejado una inminente mejoría en cuanto a los tiempos de recorrido de la vía y un mejor desplazamiento por ella, lo cual aumentará el comercio y esto ocasionará una mejor economía en todos los Departamentos beneficiados. Y no solo será beneficiada la población moradora de la vía y el pueblo, sino que también la población en general del Departamento debido a que atraerá una nueva cantidad de turistas interesados en conocer nuevas partes de su departamento.

Mediante este proceso de reciclado también se verá una disminución en cuanto a los costos de construcción de la vía debido a que aunque la vía se encuentre deteriorada muchos de sus componentes se encuentran en un estado óptimo para una reutilización como subbase, cuerpos de las terracerías, superficies de rodamientos o relleno ocasionando una disminución hasta del 80% de los



escombros y un ahorro notable no solo para el bolsillo sino también para el medio ambiente por esto el reciclado asfáltico se está convirtiendo en una necesidad ambiental. Las mezclas pueden realizarse en frío o en caliente, en planta o in situ, lo que permite una gama de posibilidades aún más amplias.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General. Apoyar como Ingeniero Civil en formación de Auxiliar Residente e Inspector de Obra en el mejoramiento de la capa Asfáltica de la Vía Sardinata-El Zulia mediante la reutilización y reciclado del Pavimento existente en algunos tramos y pavimento nuevo en otros, a cargo de la Administración Vial No1 en asociación con INVIAS.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Analizar y estudiar el diseño de la estructura vial, el estudio topográfico y los diseños de las obras complementarias
- Generar estrategias de tipo administrativo para optimizar el rendimiento en la ejecución de la obra.
- Realizar el debido chequeo a las actividades que se estarán realizando y verificar que cumplen con las especificaciones técnicas de construcción de carreteras y diseños.
- Entregar semanalmente un informe en el que se indicara las cantidades de obras realizadas y resultados de chequeos.



- Verificar la calidad de los materiales y de la obra vial realizada mediante estudios de laboratorios necesarios para comprobar la misma.



2. MARCO REFERENCIAL

2.1 ANTECEDENTES

La emulsión Asfáltica apareció en el mercado a principios del siglo XX en diferentes lugares y con uso muy variado. La construcción de caminos empleo por primera vez la emulsión aniónica en los riegos preventivos contra el polvo en Nueva York en 1905. El reciclado de pavimento flexible, es una técnica viable y económica para el mejoramiento y mantenimiento de las carreteras Colombianas, ya que hace posible reutilizar el material que se encuentra dispuesto en nuestras carreteras una vez han cumplido con su vida útil. Consiente de esta ventaja, el INVIAS ha considerado procedente impulsar esta tecnología en el país, iniciando con la capacitación de sus Ingenieros en este tema, lo cual les permitirá ejercer una mejor supervisión a los proyectos viales a cargo.

Al inicio de estas labores, la Interventoría efectuó la visita técnica al tramo a intervenir localizado entre el PR18+0500 y el PR57+0600(RUTA 70 TRAMO 09) de la carretera Sardinata-El Zulia. La vía se encontró en regular y en mal estado. En algunos tramos no presenta carpeta asfáltica y en ellos se observó material granular (base o recebo) compactado. En los demás tramos se presenta gran afectación en el concreto asfáltico observándose fisuras generalizadas, piel de cocodrilo, desnivel, hundimientos y ahuellamientos en el mismo. Además se observó deficiencia en los drenajes longitudinales (cunetas, filtros) y aunque la presencia de alcantarillas es densa, la mayoría es de 24" y algunas se encuentran colmatadas. Algunos diseños preestablecidos para el mejoramiento de la vía son los siguientes:

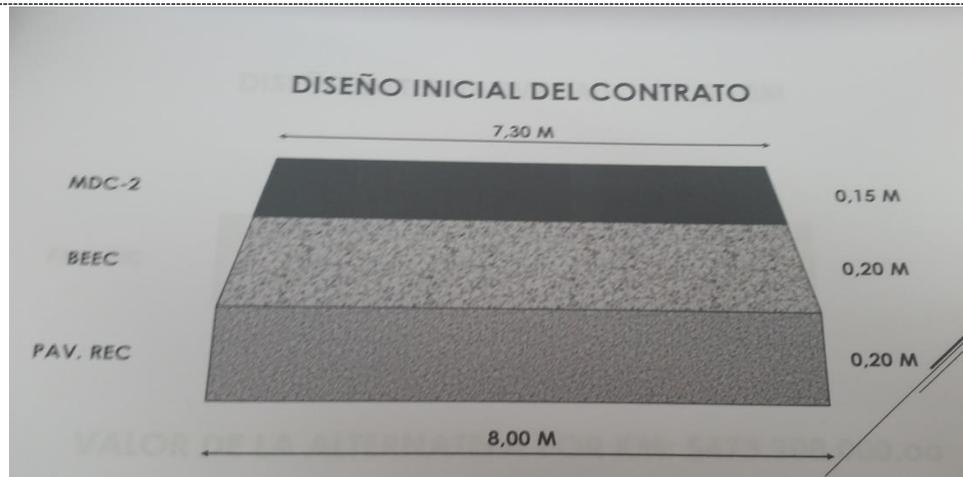


FIGURA 1. Diseño Inicial del Contrato (Fuente INVIAS)

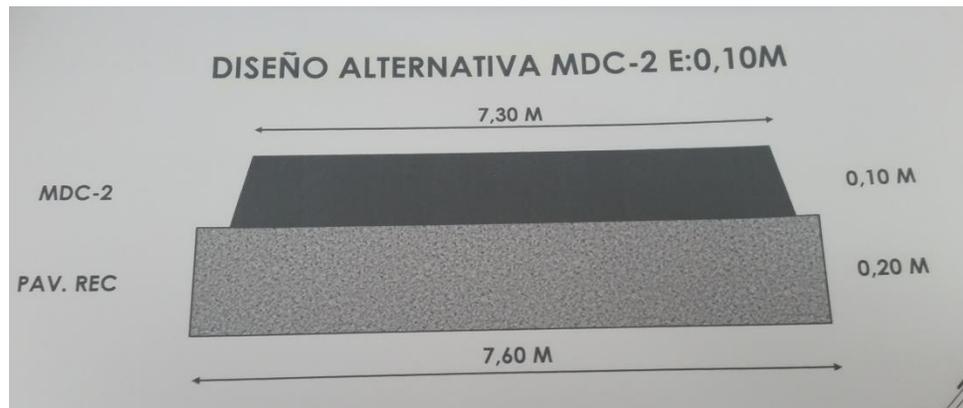


FIGURA 2. Diseño Alternativo MDC-2 E:0,10M (Fuente INVIAS)

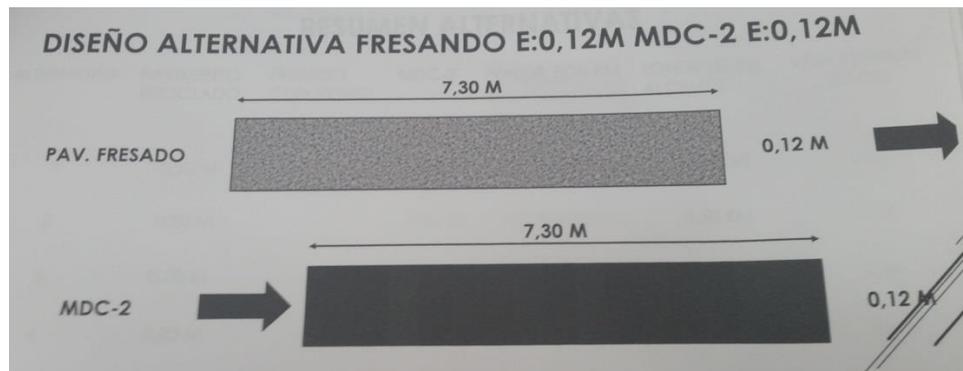


FIGURA 3. Diseño Alternativo Reciclado E:0,12M MDC-2 E:0,12M Fuente INVIAS



La carretera de la vía Sardinata-El Zulia es una vía a cargo del Instituto Nacional de Vías (INVIA) en conjunto con la Administración Vial No1, la cual ya se encuentra en su etapa constructiva.

2.2 MARCO TEÓRICO

El pavimento de una carretera está sujeto a la acción continua del tráfico y de la meteorología. Estos dos factores, junto con el envejecimiento natural de los materiales, hacen que la carpeta sufra un proceso de progresivo deterioro. Este envejecimiento y deterioro de la carpeta conlleva una disminución paulatina en los niveles de seguridad y confort del tráfico, que al sobrepasar ciertos valores hacen necesaria una operación de conservación.

El desecho de los materiales envejecidos de la capa de rodadura, además de provocar problemas relacionados con la adquisición de nuevas materias y con su vertido, resulta contraproducente desde el punto de vista técnico, ya que pese a estar envejecidos, conservan buena parte de sus cualidades. La reutilización del conglomerado asfáltico comporta un gran ahorro, ya que requiere sólo de un 1% a un 3% de betún adicional, mientras que un nuevo hormigón asfáltico puede necesitar más del 6%. Este aspecto, junto con el reducido costo de transporte y la escasa energía necesaria para la producción de un firme reciclado, hacen que el ahorro energético sea importante respecto de la construcción convencional de pavimentos.

Las capas que conforman la estructura del pavimento son, en el orden ascendente como se describen a continuación.

- Sub-Base: La función de la sub base, en un pavimento flexible, es puramente económica, buscando así obtener un espesor utilizando el



material más barato posible, en este caso se utilizara el pavimento reciclado con emulsión asfáltica y aditivo de cemento. Otra función de la sub base es la de servir de transición entre la base y la sub rasante; ya que el material de la base es granular más o menos grueso y el de la sub base es más fino que le anterior, de esta manera sirve como filtro para evitar que el material de la base se incruste en la sub rasante. La sub base sirve también para absorber las deformaciones que provienen de la sub rasante y que pueden ser perjudiciales para el pavimento en general. Así también lo son los cambios volumétricos asociados a los cambios de humedad. La sub base sirve también como drenaje para desalojar el agua que se infiltre en el pavimento y para impedir la ascensión capilar hacia la base de agua procedente de la terracería. De las funciones mencionas anteriormente, la estructural y la económica son las que más se proyectan en la construcción de pavimentos, el resto dependen de las circunstancias y de los materiales con los que se cuente para la sub base. Generalmente las dos cualidades que se buscan en el material de sub-base son: La resistencia fricciónante y la capacidad de drenaje; teniendo cada una, en su razón de ser, la importancia de su preferencia. La resistencia fricciónante contribuirá a la resistencia en conjunto del pavimento, garantizando buen comportamiento en cuanto a deformabilidad se refiere, como resultado de una buena compactación. La capacidad de drenaje, igualmente importante, es necesaria debido a la doble función que realiza tanto con el agua que se infiltra de la superficie, como la que asciende por capilaridad. Los espesores de sub-base, son muy variables y dependen de cada proyecto específico, pero suele considerarse 12 a 15 cm como la dimensión mínima constructiva. Los materiales consistirán en materiales de tipo granular con las siguientes propiedades mínimas: un valor soporte (CBR) del 30% sobre muestra saturada y compactada al 100% del Proctor Modificado u otra compactación que el diseñador especifique; un índice plástico (IP) no mayor



de 9 y un límite líquido (LL) no mayor de 40. Los materiales de sub-base deben ser de fácil compactación para alcanzar la densidad máxima determinada. En el caso de que contengan gravas o rocas, éstas no deben ser mayores de los $\frac{2}{3}$ del espesor de la sub base. Cuando la compactación de la sub base resulte difícil por falta de finos, pueden seguirse dos alternativas: se le agregan los finos o, si ésta operación resulta cara en valor y/o trabajo, deben buscarse otros bancos de material que reúnan las especificaciones. Cuando existan alternativas para el uso de varios bancos, dentro de los límites razonables de acarreo y/o calidad, se escogerá el que disponga de menor porcentaje de material que pase el tamiz 200, que tenga mayor CBR y menor índice plástico (IP). Es muy importante que los bancos de materiales para sub-base, llenen las especificaciones requeridas y se encuentren libres de materia vegetal, basura o terrones de arcillas y otras materias perjudiciales. Debe tenerse presente y tomar en cuenta que un gran número de fallas en los pavimentos se debe a sub-bases que no llenan las especificaciones requeridas, que han sido mal compactadas o que se han contaminado debido a la falta de un adecuado drenaje o por falta de control de la sub rasante. Ésta puede ser conformada por material granular o material estabilizado. Forma parte de la estructura de los pavimentos por razones económicas, ya que los materiales de sub-base son más baratos, por tener una calidad inferior a la base, comúnmente consta de una capa compactada de material granular, o una capa de suelo tratada con un estabilizante adecuado. Además de su posición en el pavimento, comúnmente se distingue del material de la capa de base por requerimientos menos estrictos de la especificación; por ejemplo, resistencia, tipos de agregados y graduación, plasticidad, etc.

- Base: Su función primordial es la de proporcionar un elemento resistente que transmita los esfuerzos producidos por el tránsito, hacia la sub base y



sub rasante, en una intensidad adecuada. Esta también reduce el espesor de la carpeta más costosa. Muchas veces la base también debe trabajar como la sub base, respecto a la doble función de drenaje mencionada anteriormente. Básicamente el material que constituye a la base, en el pavimento flexible, debe ser friccionante y provisto de vacíos. La primera garantizará la resistencia adecuada y la permanencia de dicha resistencia con la variación de las condiciones que se puedan presentar, como podría ser el contenido de agua. Es lógico que no basta sólo con emplear material friccionante para garantizar la resistencia deseada, es necesaria también una compactación adecuada, necesaria para adquirir la compacidad y trabazón estructural requerida para una buena base. Los materiales utilizados para la base suelen someterse a procesos exigentes para su aprobación como lo es la trituración, produciendo efectos favorables para la resistencia y deformabilidad de la estructura a construir, ya que se obtienen partículas con formas convenientes para un reacomodo adecuado; además de esto, se deben llenar otras especificaciones por lo que es necesario tamizar dicho material. Los espesores de las bases son muy variables de acuerdo con el proyecto de que se trate, pero suele considerarse que 12 o 15 centímetros, es el espesor mínimo que conviene construir. Los materiales de grava o piedra triturada, provienen de la explotación de minas, de roca o piedras naturales. Los materiales retenidos en el tamiz No. 4, son agregados gruesos; los que pasan el tamiz No. 4, agregados finos; y los que pasan el tamiz No. 200, forman el relleno mineral. El material de relleno deberá estar libre de sustancias deletéreas o talcosas, poseen propiedades ligantes tales que permitan una buena compactación y contribuyan formar una capa de base bien ligada y densa. Los finos, juntamente con el agregado mineral, deberán tener un límite líquido menor de 25, un índice plástico menor de 9, y el porcentaje que pase el tamiz No. 200 deberá ser igual o menor al que pasa el tamiz No. 40. En el caso que



sea necesario agregar material de relleno, para ajustarse a los requisitos de graduación o para obtener una cohesión satisfactoria del material, deberá mezclarse uniformemente todo el material de la base. Materiales a base de arena-arcilla, son mezclas que, debidamente proporcionadas, tienen considerable resistencia a la desintegración, cuando han sido compactadas con la humedad óptima a su máxima densidad. En estas condiciones llegan a tener alto valor soporte arriba del 80% de CBR. Para que mantengan estas características, es necesario imprimir las inmediatamente, después de construidas, aunque posteriormente se coloque la carpeta de rodadura. Son consideradas muy buenas bases mientras mantengan sus características de máxima densidad y humedad óptima, pero muy deficientes al perder humedad más allá de límites razonables, pues se desintegran rápidamente pierden de manera sensible su valor soporte. Sin ser debidamente protegidas, con buenos drenajes, sub drenajes y una carpeta de rodadura, dan resultados excelentes y su construcción es económica. Lo óptimo al requerir de estos materiales es que si son arenas, sean duras, angulosas y preferiblemente silíceas; si son arcillas, deberán ser de calidad uniforme y estar libres de terrones, materias vegetales y sustancias dañinas. La fracción que pasa por el tamiz No. 200, será menor del 50% de la fracción que pasa el tamiz No. 40. Además de los requisitos anteriores, la base terminada debe tener un valor soporte arriba del 80%, un límite líquido no mayor de 25 y un índice plástico igual o menor de 9. En resumen, la base debe proporcionar una superficie de rodadura adecuada, con textura y color conveniente, además de resistir los efectos abrasivos del tránsito. Es muy importante mencionar que esta capa debe impedir, hasta donde sea posible, la infiltración del agua al interior del pavimento. Se llama así a la capa construida sobre la sub-base. Se diferencia de esta por la mejor calidad de sus materiales y las mayores exigencias en las especificaciones de construcción. Aun cuando se tiene funciones a las de la



sub-base, su importancia radica en su capacidad estructural y de protección del resto del pavimento; además, permite la circulación de los vehículos mientras se construye la capa de rodadura. En la actualidad existe gran variedad de materiales empleados para la construcción de la base como son los suelos y materiales pétreos, algunos estabilizantes como el cemento, la cal y otros materiales ligantes.

- **Capa De Rodadura:** Con este nombre se denomina a la última capa que se construye, y es sobre ella donde circulan los vehículos durante el período de servicio del pavimento. Por esto, debe ser resistente a la abrasión producida por el tráfico y a los condicionamientos del intemperismo; además, tiene la función de proteger la estructura, impermeabilizando la superficie del pavimento. La textura superficial de la capa de rodadura debe presentar dos características para atender adecuadamente la circulación de los vehículos: la suavidad, para que sea cómoda, y la rugosidad, para que sea segura.
- **Pavimentos Con Superficie De Concreto Asfáltico:** Es aquel que posee una capa de rodadura conformada por una carpeta de concreto asfáltico y que está constituida por material pétreo y un producto asfáltico. Su función es la de proporcionar al tránsito una superficie estable, prácticamente impermeable, uniforme y de textura apropiada. Cuando se colocan capas en espesores de 5 cm. o más, se considera que contribuye en conjunto con la base a soportar las cargas y distribuir los esfuerzos a las capas inferiores, hasta descargarlas en el estrato resistente

El proceso de selección de alternativas en conservación de firmes se puede resumir en tres fases:



Fase 1. Descripción de las condiciones existentes en el firme:

- Recopilación de información preliminar (localización y longitud del tramo, clase de carretera, sección del firme existente, geometría de la carretera, características del tráfico, características de las capas inferiores del firme...).
- Descripción del firme (condiciones superficiales y condiciones estructurales).

Fase 2. Identificación de las alternativas viables de rehabilitación:

- Rehabilitación superficial.
- Rehabilitación estructural.
- Reconstrucción parcial o total.

Fase 3. Evaluación de las alternativas de rehabilitación estructural: Una vez se ha tomado la decisión de mejorar la capacidad estructural del firme, se dispone de varias técnicas diferentes para llevarla a cabo. Entre las más importantes podríamos comentar las siguientes:

- Técnicas convencionales o clásicas. Se trata de las técnicas usuales que se utilizan de forma generalizada en la actualidad. Con estos métodos, los deterioros más importantes se corrigen colocando una capa de refuerzo superficial a base de materiales vírgenes. Si los deterioros son muy importantes, se procede a eliminar el grosor defectuoso y se substituye por nuevas capas bituminosas.
- Técnicas de reciclado. Este tipo de métodos se basan en la reutilización de los materiales del firme defectuoso. Junto con estos materiales envejecidos,



se pueden añadir otros elementos (agentes rejuvenecedores, nueva mezcla bituminosa, etc.). Estas técnicas se pueden dividir en varios tipos diferentes, que exponemos brevemente a continuación:

- Reciclado “in situ” en caliente. Se reutiliza la totalidad de los materiales extraídos del firme envejecido mediante un tratamiento con aportación de calor que se realiza en el mismo lugar de la obra. La carpeta asfáltica se calienta mediante unos quemadores y se fresa un grosor determinado. Este material es mezclado normalmente con agentes químicos rejuvenecedores y con nueva mezcla. Finalmente, la nueva mezcla se extiende y se compacta mediante procedimientos convencionales.
- Reciclado “in situ” en frío con cemento. Este es un procedimiento que se basa en el reciclado en frío de un cierto grosor del firme envejecido y el mezclado de este material con un conglomerante hidráulico (cemento normalmente). El nuevo material se extiende y se compacta definiendo una sólida base para posteriores refuerzos.
- Reciclado “in situ” en frío con emulsiones bituminosas (RFSE). Esta técnica, que es la utilizada en los tramos que posteriormente estudiaremos y comentaremos, permite reutilizar la totalidad de los materiales extraídos del firme envejecido en condiciones técnicas, económicas, sociales y ambientales muy favorables. El procedimiento usual y básico consiste fundamentalmente en las siguientes operaciones:
 - Fresado en frío de un cierto grosor del firme



- Mezclado del material obtenido con una proporción determinada de emulsión y otros aditivos
 - Extensión en obra de la nueva mezcla
 - Compactación energética
 - Curado de la capa reciclada
 - Extensión de una capa delgada de rodadura a base de mezcla en caliente.
- Reciclado en planta. Este procedimiento permite reciclar el conjunto o sólo una cierta proporción de material envejecido mediante una central asfáltica adaptada. Al ser el porcentaje de material envejecido relativamente bajo, esta metodología permite corregir problemas graves de dosificación o calidad de los materiales.

2.3 MARCO GEOGRÁFICO

2.3.1 Ubicación. La vía que se rehabilitara entre el Municipio de SARDINATA y el casco Urbano del municipio de EL ZULIA iniciando a 15 kilómetro de la ciudad de CUCUTA sobre la ruta Nacional 70 (vía CUCUTA – OCAÑA) tramo 09 según Google Maps este sitio está ubicado geográficamente 8°05'01" Norte 72°48'01" Oeste, hasta la entrada al casco urbano de EL ZULIA que está ubicado geográficamente 7°55'57" Norte 72°36'09" Oeste según la misma fuente.



Figura 1. Ruta de la vía en mejoramiento



Fuente Google Maps

2.4 MARCO LEGAL

- Decreto 2090 del 13 septiembre 1989, "Por el cual se aprueba el reglamento de honorarios para los trabajos de arquitectura" en artículo 1º, numeral 6 se define la interventoría como un servicio de supervisión y control.

2.4.1 Marco Legal Institucional

- RESOLUCIÓN 05456 DE 2003 Febrero, diario oficial No. 45.383 de 26 de Noviembre de 2003 CONTRALORÍA GENERAL DE LA REPUBLICA. Por medio del cual se regula en la contraloría general de la republica la implementación de las prácticas, pasantías o judicaturas de los estudiantes de último año o con terminación y aprobación de estudios universitarios.



- Acuerdo No. 186 del 2 de diciembre de 2005, En el cual se compila y actualiza el Reglamento Académico Estudiantil de Pregrado de la Universidad de Pamplona bajo las atribuciones legales que le confieren al Consejo Superior de la misma. Donde se permite la realización del trabajo de grado en la modalidad de Práctica Empresarial consignado en el Capítulo VI, Artículo 36, literal “d” que establece la modalidad como el ejercicio de una labor profesional del estudiante en una empresa durante un periodo de tiempo.

2.4.2 Marco Legal Normativo

- Las Normas de Ensayo para Carreteras, adoptadas mediante Resolución No. 003290 del 15 de agosto de 2007
- Las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras, adoptadas mediante resolución No.003288 del 15 de agosto de 2007.
- El Manual de Diseño Geométrico para Carreteras, adoptado mediante Resolución No. 000744, del 4 de marzo de 2009.
- La Guía Metodológica para el Diseño de Obras de Rehabilitación de Pavimentos Asfálticos de Carreteras, adoptada mediante Resolución No. 000743 del 4 de marzo de 2009.
- Manual de Drenaje para Carreteras, adoptado mediante resolución No. 000024 del 7 de enero de 2011.



3. METODOLOGÍA

Esta Práctica Empresarial será desarrollada en las mediaciones del Municipio de Sardinata y El Zulia en el Departamento del Norte de Santander con una duración de cuatro (4) meses la cual se llevara a cabo por la Administración Vial No 1. Celebrando el contrato No. 2162/2014 adjudicado por el INSTITUTO NACIONAL DE VIAS- INVIAS.

El objeto del contrato, contempla actividades especialmente, de mantenimiento y mejoramiento de la carretera SARDINATA-CUCUTA, en el sector SARDINATA-EL ZULIA que intenta mitigar el envejecimiento de los pavimentos y las limitaciones geográficas que impiden un mejor nivel de servicio, por lo que se hace necesario ejecutar trabajos de mejora y rehabilitación para garantizar altos niveles de desarrollo Local, Regional y Nacional.

Las características técnicas del proyecto están enmarcadas en la rehabilitación del pavimento, los diseños entregados por INVIAS fueron ajustados por el contratista UNION TEMPORAL ICESGA 3, dando como resultado una estructura del pavimento de tres (03) capas.

Figura 2. Esquema o diagrama de pavimentación



Fuente INVIAS)



Teniendo en cuenta que en algunos sectores de la vía no es posible cambiar la subrasante o subbasa, por tratarse de zonas comerciales o viviendas y la construcción de la base estabilizada se dificulta puesto que ésta requiere un periodo de curado de entre diez y quince días aproximadamente, debido a esto se propuso un diseño especial, que facilitara el mejoramiento en este sector, consistente en una excavación de 34 cm. compactando la subrasante, y sobre esta colocar 34 cm. de asfalto en cuatro capas, colocando una geomalla de fibra de vidrio entre la primera y la segunda capa.

Esta propuesta fue estudiada por el especialista en pavimentos de la interventoría y se propusieron otras alternativas, entre la que se cuenta utilizar concreto asfáltico en 33 cm. Igualmente en cuatro capas, pero utilizando doble geomalla de fibra de vidrio, una entre la primera y segunda capa y otra entre la segunda y tercera capa, siendo ésta alternativa la adoptada para estos sectores.

3.1 ACTIVIDADES

En la ejecución del proyecto se realizaran las siguientes actividades:

- **Delimitación de la seguridad y señalización de la zona a trabajar**

Se basa principalmente en ubicar señales preventivas con el fin de advertir a las personas y vehículos principalmente, que se están realizando trabajos viales para que tengan una precaución previa, también se delimita o encierra el lugar a trabajar con la maquinaria y el personal.

- **Reciclado del pavimento**

Este proceso empieza con la maquina denominada recicladora, la cual está programada para remover cierta cantidad de material a una determinada



profundidad, después de hacer este procedimiento la maquina procede a triturar lo fresado hasta un diámetro promedio ya establecido, el cual es mezclado con una mezcla (emulsión) y algunos aditivos.

- **Estructura de la vía y afirmado**

Consta de las actividades en las cuales se realizara la estructura bajo la carpeta asfáltica, en la cuales tenemos: conformación de la calzada existente, subbase (pavimento reciclado), base granular.

- **Pavimentos asfálticos**

Consta de los procesos necesarios para la colocación de la carpeta asfáltica. Encontramos las siguientes actividades: riego de imprimación con emulsión asfáltica, mezcla densa en caliente MDC-2.

- **Actividades de señalización horizontal en la vía y perfeccionado en las obras complementarias**

Una vez acabado el proceso de aplicación de la mezcla asfáltica se procede con la realización del proceso de demarcación de la vía mediante la señalización horizontal la cual está establecida por el código nacional de tránsito. También se procede con la realización de obras complementarias como son las obras de drenajes y filtros en algunos tramos.

3.2 FUNCIONES DEL AUXILIAR RESIDENTE

- **Especificaciones**

Familiarizarse con el proyecto y todos sus aspectos técnicos relacionado con la obra: altura de reciclado, proceso del mismo como tal, tiempo de cada proceso,



funciones del personal. Lo cual permita llevar a cabo un buen desarrollo de la obra en los tiempos establecidos o lo más ajustado posible.

- **Inspección técnica de la obra**

Hacer cumplir cabalmente las condiciones impuestas por el contrato de construcción, se debe tener acceso a la documentación técnica con el propósito de verificar que los resultados en campo se ajusten a la realidad de las especificaciones del contrato.

- **Desarrollo de informe de interventoría**

Las inspecciones de la obra se hacían semanalmente y se debían consignar en un formato de "Informe semanal" previamente establecido, donde se especificaba el avance semanal de la obra direccionada a las cantidades de obra ejecutadas. También se especificaba los rendimientos para cada actividad de manera independiente.

- **Evaluación del avance de la obra**

Para llevar a cabo la evaluación del avance de la obra, se requería confrontar el cronograma de actividades de obra ejecutadas en relación con el cronograma de actividades de obra programada. De esta manera se tenía el dato cuantitativo del avance físico de la obra y se podían hacer recomendaciones o prestar mayor importancia a las actividades que resultaban ser críticas. Dentro de la evaluación se especificaba la razón que hacía que una actividad tuviese atraso o incumplimiento del cronograma establecido.

- **Detectar problemas en la ejecución de la obra**

La detección de problemas es un elemento con el que se debe estar atento diariamente durante el transcurso del desarrollo de la obra, problemas de carácter



técnico, laborales, legales, ambientales, suministro de materiales, maquinaria, mano de obra, rendimientos, enfermedades de operarios, calidad de la obra, retraso en la ejecución, etc. Para cada uno de estos problemas presentados se deben tomar medidas de mitigación y socializar el reporte ante los directores de obra para hacer análisis exhaustivos de la repercusión económica que abarca tanto el problema como la posible solución.

- **Verificación de la calidad de los materiales**

Los materiales que llegan a la obra deben contar con unos estándares de calidad previamente especificados por el proveedor, la principal tarea en esta labor es verificar dichas especificaciones de calidad.

- **Verificación de la calidad de la obra física realizada**

Los avances de cada aspecto de la obra deben ser evaluados de una manera adecuada (mediante ensayos de laboratorio) tales como: densidad mediante el cono de arena, CBR, %humedad, compactación, verificación de los espesores de cada capa y los aspectos físico-químico de la mezcla asfáltica y la reciclada.

- **Seguridad-Riesgos profesionales**

Revisar de actas entregadas por los contratistas con el fin de revisar irregularidades en los aspectos de pagos de seguridad social como salud y las ARL para mirar que cada una de las personas que se encuentren laborando cuenten con todo sus aspectos al día y sin atrasos con el fin de garantizar el bienestar de los obreros y no tener problemas en el futuro de índole legal o institucional.



4. RECURSOS

4.1 RECURSOS MATERIALES

Tabla 1. Presupuesto de Materiales a Utilizar

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | V/UNITARIO (PESOS) | V/PARCIAL (PESOS) |
|-------------|---------|----------|-----------------------|----------------------|
| COMPUTADOR | HORA | 960 | \$1,250.00 | \$1,200,000.00 |
| INTERNET | HORA | 1440 | \$500.00 | \$720,000.00 |
| MINUTOS | MINUTOS | 1600 | \$200.00 | \$320,000.00 |
| USB | UND | 3 | \$15,000.00 | \$45,000.00 |
| CALCULADORA | UND | 1 | \$350,000.00 | \$350,000.00 |
| GASOLINA | GAL | 128 | \$5,560.00 | \$711,000.00 |
| DOTACIÓN | UND | 1 | \$250,000.00 | \$250,000.00 |
| IMPRESIONES | UND | 500 | \$100.00 | \$50,000.00 |
| E. VARIOS | UND | 1 | \$200,000.00 | \$200,000.00 |
| IMPREVISTOS | ----- | ----- | \$500,000.00 | \$500,000.00 |
| VALOR TOTAL | | | | \$4,346,000.00 |

4.2 RECURSOS DE CAMPO

Para llevar a cabo este proyecto se utilizara los siguientes recursos necesarios para recopilar de información acerca de las cantidades de obras ejecutadas y llevar acabo el control en la vía.

- Flexómetro de 8mts
- Cinta métrica de 20mts



- Calculadora
- Cuaderno de apuntes
- Planillas de supervisión
- Cámara fotográfica.
- Termómetro

4.3 MATERIAL DIDÁCTICO

En el proceso de ejecución del proyecto será necesario el uso de material de apoyo y tecnológico, elementos fundamentales para llevar un buen desarrollo de las actividades que se llevaran a cabo.

- Planos
- Cartera topográfica
- Especificaciones técnicas de los materiales
- Computadora
- Herramienta de análisis de datos (Excel)
- Software de diseño asistido por computadora (AutoCAD)

4.4 PARTICIPANTES

4.4.1 Autor. JUAN PABLO PASTRANA TRIANA, Código 1094269528, Estudiante de Ingeniería Civil, Universidad de Pamplona.

4.4.2 Director. EDGAR PEREZ FLOREZ, Ingeniero Civil, Director de la práctica empresarial, Docente Universidad de Pamplona.

4.5 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES



5. MANTENIMIENTO Y MEJORAMIENTO DE LA VIA SARDINATA-ELZULIA MEDIANTE EL RECICLADO DEL PAVIMENTO USANDOLO COMO SUBBASE

5.1 MANTENIMIENTO Y MEJORAMIENTO MEDIANTE EL RECICLADO DEL PAVIMENTO

El procedimiento que se describe a continuación, explica los pasos efectuados en la construcción de una vía mediante el reciclado de pavimento de la carretera:

5.1.1 Ubicación Y Montaje De Las Obras De Señalización De Obra En La Vía.

Las obras que se realizan en las vías públicas representan un riesgo a la seguridad de los usuarios, ya sea peatones, conductores y/o trabajadores. Por este motivo, es necesario establecer medidas para el control y mitigación del riesgo, de tal forma de minimizar la posibilidad de ocurrencia de accidentes o bien disminuir sus consecuencias. Se pueden identificar los siguientes objetivos antes de abordar una obra vial:

- Uniformar la señalización de obra y pretender a la utilización de elementos permitidos por la ley.
- Establecer la correcta ubicación de los dispositivos de seguridad vial y control de tránsito.
- Establecer condiciones de seguridad en las vías intervenidas por trabajos, de tal forma de acotar el riesgo.



- Entregar las condiciones para mantener un tránsito fluido e informado.
- Proteger a los trabajadores y peatones, disminuyendo el riesgo y la posibilidad de sufrir un accidente mediante el correcto uso de elementos y dispositivos de seguridad vial.
- Establecer claramente la diferencia entre la zona de obras y la zona de tránsito vehicular y peatonal.

5.1.2 Tramos Y Proceso A Realizar

| PR INICIAL | PR FINAL | LONGITUD (m) | MANTENIMIENTO O MEJORAMIENTO |
|------------|-----------|-----------------|---------------------------------|
| PR 18+500 | PR 30+000 | 11500 | Rehabilitación de pavimento |
| PR 30+000 | PR 31+000 | 1000 | Pavimento existente |
| PR 31+000 | PR 31+560 | 560 | Rehabilitación especial |
| PR 31+560 | PR 34+720 | 3160 | Rehabilitación de pavimento |
| PR 34+720 | PR 35+260 | 540 | Rehabilitación especial |
| PR 35+260 | PR 36+860 | 1610 | Rehabilitación de pavimento |
| PR 36+860 | PR 37+420 | 550 | Fondo de adaptación |
| PR 37+420 | PR 38+700 | 1280 | Sin intervenir |
| PR 38+700 | PR 39+560 | 860 | Rehabilitación de pavimento |
| PR 39+560 | PR 40+150 | 590 | Bacheo |
| PR 40+150 | PR 40+780 | 630 | Rehabilitación del pavimento |
| PR 40+780 | PR 43+160 | 2360 | Sin intervenir |
| PR 43+160 | PR 45+200 | 2040 | Rehabilitación de pavimento |
| PR 45+200 | PR 48+200 | 3000 | Sin intervenir |



| | | | |
|-----------|-----------|------|-----------------------------|
| PR 48+200 | PR 48+970 | 770 | Rehabilitación de pavimento |
| PR 48+970 | PR 50+350 | 1380 | Bacheo |
| PR 50+350 | PR 51+960 | 1610 | Rehabilitación de pavimento |
| PR 51+960 | PR 52+720 | 760 | Bacheo |
| PR 52+720 | PR 54+880 | 2160 | Rehabilitación de pavimento |
| PR 54+880 | PR 57+600 | 2720 | Sin intervenir |

5.1.3 Topografía. Verificación de los levantamientos topográficos de la vía Sardinata -el Zulia entre el PR 18+0500 al PR57+0600 en los tramos intervenidos en el periodo.

Figura 3. Revisión Topográfica



Fuente. Autor

5.1.4 Reciclado Del Pavimento Para Sub-base. El fresado en frio es la técnica que se emplea con el fin de remover la capa de pavimento, en este caso se



removerán 20 cm lo que equivale a los 15cm de carpeta y 5cm de base existente, el fresado de esta parte se realiza con una maquina denominada recicladora la cual remueve y tritura el material hasta dejarlo con una granulometría óptima para proceder al mezclado el cual se basa principalmente en emulsión asfáltica y cemento este proceso se realiza simultáneamente cuando la maquina recicla y tritura con el fin de tener una mezcla homogénea y bien distribuida, y a medida que se va realizando este proceso el material ya mezclado va saliendo por la parte posterior de la maquinaria y depositado nuevamente en la calzada.

Figura 4. Recicladora Ayudada Con Carrotanque



Fuente. Autor

5.1.5 Verificación Del Espesor Reciclado. Se realiza con el objetivo de verificar que los 20cm que se desean reciclar sean en verdad los 20 cm que se están reciclando y no se presente un exceso de reciclado ni una falta del mismo, este proceso se realiza de una manera manual simplemente con un flexometro.



Figura 5. Espesor Reciclado



Fuente. Autor

5.1.6 Extendido Del Material Reciclado. Este proceso se hace con la motoniveladora con el fin de distribuir el material reciclado proporcionalmente en el carril que se está realizando el mantenimiento con el fin de prepararlo para la compactación.

Figura 6. Extendido De Material Con Motoniveladora



Fuente. Autor



5.1.7 Compactación Del Material Reciclado. La compactación de los suelos se produce por la reorientación de las partículas o por la distorsión de las partículas y sus capas absorbidas. Este proceso se realiza para obtener una superficie adecuada y resistente para continuar con el proceso constructivo y mediante la maquina denominada compactadora.

Figura 7. Compactación De sub-base



Fuente. Autor

5.1.8 Humectación Del Material Reciclado. Busca proporcionar una mejor adhesion o cohecion entre la subbase y base mediante el riego de agua, este proseso se realiza con un carrotanque antes de proseder con el extendido de la base.



Figura 8. Humectación Del Reciclado



Fuente. Autor

5.1.9 Extendido Y Distribución Del material De La Base. Este proceso se realiza una vez se halla compactado en su totalidad este proceso lo hace en un comienso una volqueta la cual deposita el materia el unos puntos especificos, los cuales luego con la ayuda de la motoniveladora es distribuido de manera uniforme y adecuada.

Figura 9. Distribución del Material



Fuente. Autor



5.1.10 Compactación De La Base Granular. Se considera la mejor forma de aumentar la resistencia del suelo con el fin de prepararlo para la etapa del extendido de la mezcla MDC-2 y se realiza mediante la compactadora al igual que se realizo con la subbase.

Figura 10. Compactación Base Granular



Fuente. Autor

5.1.11 Toma De Densidad En La Base Granular. Este es uno de los primeros laboratirios de campo que se realiza mediante el cono de arena que su proceso principalmente se base en la realizacion de una perforacion tomando como guia el agujero de la paca del cono de arena hasta una profundidad de 12cm, el material sacado era pesado y ese dato anotado, luego se prcedia a colocar el cono de arena en el agujero y se precedia abrir la llave, registrando los datos obtenidos.



Figura 11. Toma De Densidad



Fuente. Autor

5.1.12 Distribución Del Cemento. Se ubican pequeños montículos de cemento a lo largo de la base granular con el fin de realizarle la estabilización con cemento y emulsión asfáltica la cual se asemeja en una gran parte a la realizada a la subbase resicada.

Figura 12. Distribución Del cemento



Fuente. Autor



5.1.13 Inyección De Emulsión Asfáltica A La Base Granular. Se repite el mismo proceso previamente realizado al material reciclado donde la recicladora ayudada por un carrotanque en el cual se almacena emulsion asfaltica va removiendo la base granular y al mismo tiempo la va mezclando con la emulsion asfaltica y el cemento y luego se compacta nuevamente.

Figura 13. Inyeccion De Emulsion A La Base



Fuente. Autor

5.1.14 Compactación A La Base Estabilizada. Proceso realizado nuevamente por medio de la compactadora con el fin de dejar una superficie con mayor esfuerzo y adecuada para aplicarle la imprimacion, en este proceso la superficie queda con una similitud al asfalto.



Figura 14. Compactación Base Estabilizada



Fuente. Autor

5.1.15 Riego De Imprimación De La Base Granular Estabilizada. Consiste en un riego sobre la base estabilizada de un material bituminoso con agua el cual adecua el terreno para una mayor adecion de la base granular estabilizada con la mezcla asfáltica MDC-2.

Figura 15. Riego De Imprimación



Fuente. Autor



5.1.16 Instalación Y Compactación De La Primera Capa De Mdc-2. La primera capa a instalar es de un espesor de 7cm la cual sera estendida y compactada a lo largo del terreno ya adecuado para su instalacion.

Figura 16. Instalación Primera Capa Mdc-2



Fuente. Autor

5.1.17 Instalación Y Compactación De La Segunda Capa Mdc-2. Una vez compactada en su totalidad la primera capa procedemos a la instalacion de la segunda la cual tendra un espesor de 8cm paracompletar un espesor total de 15cm como lo especifican lo diseños originales.



Figura 17. Instalacion Segunda Capa Mdc-2



Fuente. Autor

5.1.18 Terminado De La Instalacion Y Compactacion De La Mdc-2. Una vez instalados y compactados los dos carriles de la via de 7cm y 8cm en su totalidad podemos concluir terminada su instalacion y compactacion.

Figura 18. Terminado De Mdc-2



Fuente. Autor



5.1.19 Línea De Demarcación. Este proceso se realiza una vez finalizada en su totalidad el instalado de la MDC-2 en ambos sentidos, este proceso consiste en la intalacion de la señalizacion horizontal correspondiente.

Figura 19. Línea De demarcación



Fuente. Autor

5.2 OBRAS COMPLEMENTARIAS

5.2.1 Excavaciones. Este proceso consiste principalmente en excavar y retirar volúmenes de tierra u otros materiales para la conformación de espacios donde serán alojados diferentes aparatos como filtros o simplemente empleados en cunetas o alcantarillas estas excavaciones se presentaron en la demolición de alcantarillas entre el PR 48+765, el 51+512, en la excavación para construcción de filtro PR 52+220 al PR 52+280, excavación para fallo PR 52+290 al PR 52+330, excavación para disipadores en el PR 51+940, en el PR 53+380, en el PR 52+724, se realizó excavación para realce de alcantarilla ubicada en el PR 53+760, excavación para gaviones en el PR 52+225, excavación para cunetas en el PR 52+510 al PR 52+966.



Figura 20. Excavaciones De Cunetas



Fuente. Autor

Figura 21. Excavaciones De Filtros



Fuente. Autor



Fuente. Autor

5.2.2 Concreto Clase D DE (3.000 psi). Se instaló en la construcción de disipador entre el PR51+940, entre el PR 51+890/955 y entre el PR 53+420. A continuación se dará a conocer la mejor forma del diseño de este tipo de concreto:

| DOSIFICACION f'c 3000 psi | | | | | | |
|---------------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---|--|
| Resistencia Especificada f'c | 3000 psi | | | | | |
| Resistencia de Diseño fcr | 3500 psi | | | | | |
| Desviación | 500 psi | | | | | |
| Asentamiento Máximo | 5" | | | | | |
| Relación Agua Cemento A/C | 0.59 | | | | | |
| Agua en la Mezcla | 176 | | | | | |
| Tipo Cemento | ESTRUCTURAL | | | | | |
| Marca comercial del cemento | CEMEX | | | | | |
| Kilos de Cemento/m3 concreto | 298 (7 sacos de 42.5 kg) | | | | | |
| PRESENTACION EN SACOS DE 42.5KG | | | | | | |
| | EN PESO KG POR M3 | VOL. Absoluto m3 POR m3 | Vol. Suelto Por m3 de Concreto | Vol. Suelto Por Saco de 42.5 kg | Vol. Suelto en Valdez 11 Litros X Saco | Vol. Suelto en Valdez 9 Litros X Saco |
| CEMENTO | 298 | 0.096 | 7 sacos | 1 saco 42.5 kg | 1 saco | 1 saco |
| AGUA | 176 | 0.176 | 176 lts | 25.08lts | 2.27 | 2.78 |
| A/C | 0.59 | | | | | |
| TRITURADO | 1001 | 0.384 | 730.82 | 104.12 kg | 9.5 | 11,5 |
| ARENA | 831 | 0.343 | 505,13 | 71.97 kg | 6.5 | 8,0 |
| | | 1.0 m3 | | | | |



Observaciones:

- Se debe controlar estrictamente el asentamiento de 5" con el uso del ensayo en obra con el cono de Abrahams, valores mayores afectaran directamente la resistencia del concreto.
- Cubicar adecuadamente los recipientes o baldes en los cuales se realizará la dosificación de los agregados.
- Se debe controlar la dosificación de los agregados y la dosificación de los mimos.
- Con el diseño estipulado se espera tener una resistencia de concreto a compresión a 7 días de 2634,3 psi, equivalente al 87,81% de la resistencia total.

5.2.3 Concreto Clase C DE (4.000 psi). Se instaló en las siguientes actividades de obras de drenaje (construcción de alcantarilla : cabezote, aletas der-izq, muros laterales, zarpa entre el PR 48+765 y entre el PR 51+512, PR 33+500, PR 53+060, PR 51+656, PR 53+760 para un volumen de 33,30 m3. A continuación se dará a conocer la mejor forma del diseño de este tipo de concreto:



| DOSIFICACION f'c 4000 psi | | | | | | |
|---------------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---|--|
| Resistencia Especificada f'c | 4000 psi | | | | | |
| Resistencia de Diseño fcr | 4500 psi | | | | | |
| Desviación | 500 psi | | | | | |
| Asentamiento Máximo | 5" | | | | | |
| Relación Agua Cemento A/C | 0.52 | | | | | |
| Agua en la Mezcla | 176 | | | | | |
| Tipo Cemento | ESTRUCTURAL | | | | | |
| Marca comercial del cemento | DIAMANTE | | | | | |
| Kilos de Cemento/m3 concreto | 338 (8 sacos de 42.5 kg) | | | | | |
| PRESENTACION EN SACOS DE 42.5KG | | | | | | |
| | EN PESO KG POR M3 | VOL. Absoluto m3 POR m3 | Vol. Suelto Por m3 de Concreto | Vol. Suelto Por Saco de 42.5 kg | Vol. Suelto en Valdez 11 Litros X Saco | Vol. Suelto en Valdez 9 Litros X Saco |
| CEMENTO | 338 | 0.109 | 8 sacos | 1 saco 42.5 kg | 1 saco | 1 saco |
| AGUA | 176 | 0.176 | 176 lts | 22.1 lts | 2.00 | 2,45 |
| A/C | 0.52 | | | | | |
| TRITURADO | 1001 | 0.384 | 730.82 | 91.77 kg | 8.0 | 10 |
| ARENA | 800 | 0.330 | 486,07 | 61.04 kg | 5.5 | 6.5 |
| | 2.315 | 1.0 m3 | | | | |

Observaciones:

- Controlar estrictamente el asentamiento de 5" con el uso del ensayo en obra con el cono de Abrahams, valores mayores afectaran directamente la resistencia del concreto.
- Cubicar adecuadamente los recipientes o baldes en los cuales se realizará la dosificación de los agregados.
- Se debe controlar la calidad de los agregados y la dosificación de la mezcla.
- Resistencia de cilindros de prueba a 7 días de 3080 psi equivalente al 77% de la resistencia total.



5.2.4 Aceros De Refuerzo En Obras De Arte. En este periodo se instaló 6100 kg de acero de refuerzo en la construcción de: acero de alcantarilla en el PR 48+765, muro descole PR 51+512, se utilizó acero en el realce de cabezote en los PR 53+060, PR 51+656, PR 53+760, PR 53+760, PR 52+220, PR 33+500, en la construcción de dissipador se utilizó acero en el PR 51+400, PR 53+450.

Figura 22. Acero De Refuerzo Alcantarilla



Fuente. Autor

5.2.5 Filtro Francés Tipo 1. Es una zanja cubierta con grava o roca que dirige aguas superficiales y subterráneas fuera de un área. Un drenaje francés puede tener tubos huecos perforados en la parte inferior para dispersar rápidamente el agua que se filtra a través de la roca, grava o superior. Drenajes franceses son los sistemas de drenaje más comunes, principalmente para evitar que las aguas subterráneas y de superficie puedan penetrar o dañar los cimientos. En esta vía se realizó la construcción de filtro francés TIPO 1, de 1.10m x 0.60m en los siguientes tramos: PR 52+340 al PR 52+435, PR 48+765 Para un total de material filtrante de 44,60 m³, con una longitud de tubería corrugada de 4" para base de drenaje de metros lineales. El



geotextil utilizado en la construcción de los filtros fue de 315,40 m², con un ancho de 3.80 metros.

Figura 23. Filtro Francés



Fuente. Autor

5.2.6 Excavación. Para la ubicación de los filtros es necesaria la excavación con unas dimensiones de 1,10m de alto con un ancho de 0,6m y una longitud total de 67,58m de una forma mecánica usando una pajarita.



Figura 24. Excavación Filtro Francés



Fuente. Autor

5.2.7 Geotextil Y Tubería De 4”. El geotextil es una malla compuesta por fibras sintéticas cuyas funciones principales se basan en su resistencia mecánica a la perforación y tracción, y a su capacidad drenante. Evitan posibles erosiones realizan funciones de drenaje en canales, muros de contención, etc. Los geotextiles sirven para separar tierras de diferente granulometría estabilizando el terreno, para protección de láminas impermeabilizantes.



Figura 25. Ubicación Geotextil y Tubería de 4”



Fuente. Autor

5.2.8 Relleno Con Material Granular. Una vez aplicada la malla y la tubería de 4” se procede a efectuar el llenado con un material apropiado de buena granulometría con el fin de no causar obstrucciones en el filtro.

Figura 26. Relleno Del Geotextil Con Grava



Fuente. Autor



5.2.9 Gaviones. Los gaviones consisten en una caja o cesta de forma prismática rectangular, rellena de grava, de enrejado metálico de malla. Se colocan a pie de obra desarmados y, una vez en su sitio, se rellenan con grava del lugar. En la vía se realizó la construcción de gaviones de 2x1x1, con el fin de dar sostenimiento a los taludes entre el PR 52+230/240, en el PR 51+512, dando un volumen instalado de 18m³.

Figura 27. Gaviones



Fuente. Autor

5.2.10 Cunetas. Es una zanja o canal que se abre a los lados de las vías terrestres de comunicación (caminos, carreteras, autovías ...) y que, debido a su menor nivel, recibe las aguas pluviales y las conduce hacia un lugar que no provoquen daños o inundaciones.

5.2.11 Excavaciones. Adecuación del terreno de manera manual con el fin de proporcionar un espacio adecuado para la colocación del sistema de disipación de aguas pluviales.



Figura 28. Excavación de cunetas



Fuente. Autor

5.2.12 Compactación. Este proceso se realiza de manera manual con la ayuda de la maquinaria denominada rana con el fin de darle una superficie resistente y liza para la colocación y armado de la cuneta.

Figura 29. Compactación Cunetas



Fuente. Autor



5.2.13 Ubicación De Formaletas Y Nivel. Proceso por el cual se delimita la zona específica con la cual vamos a trabajar mediante la colocación de formaletas en madera y un nivel q nos orienta la superficie y altura.

Figura 30. Formaletas De Cunetas



Fuente. Autor

5.2.14 Colocación De Aceros De Refuerzos. Se ubican de manera uniforme en los espacios de las formaletas en forma de malla electro soldada de un diámetro de 3/8 de pulgada.

Figura 31. Aceros De Refuerzo



Fuente. Autor



5.2.15 Fundidas. Proceso a realizar con ayuda de la mixer y un concreto de 3000 psi distribuido uniformemente alrededor de toda la ubicación de la cuneta.

Figura 32. Fundida Cunetas



Fuente. Autor

5.2.16 Toma De Muestras Para Los Ensayos De Laboratorio

5.2.16.1 Toma De Cilindro De Asfalto. Se realiza una perforación con el fin de obtener un núcleo apropiado para la realización de las pruebas de laboratorio.



Figura 33. Perforación De La MDC-2



Fuente. Autor

Figura 34. Verificación Diámetro



Fuente. Autor



5.3 ELABORACIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO

Proceso que se hace con el fin de verificar la resistencia de los concretos a utilizar para que cumplan con todas las especificaciones necesarias de diseño.

Figura 35. Llenado De Los Cilindros



Fuente. Autor

Figura 36. Finalización de Encofrado



Fuente. Autor



5.4 SUPERVISIÓN Y CONTROL DE LAS LABORES DE CAMPO

Supervisión y control de las labores de campo ejecutadas durante el presente periodo, garantizando las condiciones contractuales, términos, plazos con el fin de reservar la eficiencia y oportuna inversión de los recursos establecidos, además la interventoría colaboró con el contratista en la correcta ejecución de los trabajos con orden, resolviendo con prontitud los requerimientos técnicos solicitados por el contratista, previniendo con su experiencia y análisis los inconvenientes técnicos y financieros en el desarrollo del contrato, verificando y supervisando todas las actividades del contratista UNIÓN TEMPORAL ICESGA 3, encaminada a cumplir con las especificaciones técnicas, actividades administrativas, requerimientos sociales, ambientales, legales y presupuestales, establecidos en los pliegos de condiciones y en los contratos.

5.5 RESUMEN DATOS OBTENIDOS EN EL LABORATORIO

| PROMEDIO DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO | | | | | |
|--|----------------------------------|------------------|-------------------------------|-------------------|---|
| DESCRIPCIO N | NORM A | PROCEDENCI A | RANGO CUMPLIMIEN T O | % OBTENID O | OBSEVACION |
| GRANULOME TRIA (GRAVA) | INV E 736-07 ART 330-07 | BASE GRANULAR | 45% - 75% | 52,3 | EL MATERIA SE AJUSTA EN LA FRANJA GRANULOMET RICA |
| GRANULOME TRIA (ARENA) | INV E 736-07 ART 330-07 | BASE GRANULAR | 10% - 30% | 14,9 | EL MATERIA SE AJUSTA EN LA FRANJA GRANULOMET RICA |
| GRANULOME TRIA (FINOS) | INV E 736-07 ART 330-07 | BASE GRANULAR | 5% - 15% | 5,8 | EL MATERIA SE AJUSTA EN LA FRANJA GRANULOMET RICA |



| | | | | | |
|-----------------------|--|-------------------------------|------------|--------|--|
| GRANULOMETRIA (GRAVA) | INV E 736-07 INV E 762-07 | BASE ESTABILIZADA | 45% - 75% | 59,5 | EL MATERIA SE AJUSTA EN LA FRANJA GRANULOMETRICA |
| GRANULOMETRIA(ARENA) | INV E 736-07 INV E 762-07 | BASE ESTABILIZADA | 10% - 27% | 18,975 | EL MATERIA SE AJUSTA EN LA FRANJA GRANULOMETRICA |
| GRANULOMETRIA(FINOS) | INV E 736-07 INV E 762-07 | BASE ESTABILIZADA | 3% - 15% | 8,25 | EL MATERIA SE AJUSTA EN LA FRANJA GRANULOMETRICA |
| GRANULOMETRIA(GRAVA) | ART 450-07 INV-07 | MDC-2 | 70% - 88% | 78,16 | EL MATERIA SE AJUSTA EN LA FRANJA GRANULOMETRICA |
| GRANULOMETRIA(ARENA) | ART 450-07 INV-07 | MDC-2 | 14% - 25% | 17,67 | EL MATERIA SE AJUSTA EN LA FRANJA GRANULOMETRICA |
| GRANULOMETRIA(FINOS) | ART 450-07 INV-07 | MDC-2 | 4% - 8% | 4,99 | EL MATERIA SE AJUSTA EN LA FRANJA GRANULOMETRICA |
| GRANULOMETRIA(1/2") | ART 630-02 NOR 630-07 AG-1 INV-2007 | AGREGADO GRUESO PARA CONCRETO | 90% - 100% | 93,77 | EL MATERIA SE AJUSTA EN LA FRANJA GRANULOMETRICA |
| GRANULOMETRIA(3/8") | ART 630-02 NOR 630-07 AG-1 INV-2008 | AGREGADO GRUESO PARA CONCRETO | 40% - 70% | 57,32 | EL MATERIA SE AJUSTA EN LA FRANJA GRANULOMETRICA |



| | | | | | |
|--------------------------------|--|-----------------------------|-------------|---------|--|
| GRANULOMETRIA(T#8) | ART 630-02 NOR 630-07 AG-1 INV-2009 | AGREGADO FINO PARA CONCRETO | 80% - 100% | 84,75 | EL MATERIA SE AJUSTA EN LA FRANJA GRANULOMETRICA |
| GRANULOMETRIA(T#30) | ART 630-02 NOR 630-07 AG-1 INV-2010 | AGREGADO FINO PARA CONCRETO | 25% - 60% | 36,17 | EL MATERIA SE AJUSTA EN LA FRANJA GRANULOMETRICA |
| GRANULOMETRIA(T#200) | ART 630-02 NOR 630-07 AG-1 INV-2011 | AGREGADO FINO PARA CONCRETO | 0% - 5% | 2,7 | EL MATERIA SE AJUSTA EN LA FRANJA GRANULOMETRICA |
| % DE ASFALTO EN MDC-2 | ART 450-07 INV-2007 | ASFALTO | 5,3% + 0,3% | 5,1 | ACEPTABLE |
| NUCLEO MEZCLA ASFALTICA | | | | | |
| ESPESOR MDC-2 1RA CAPA | INV E-733-08 | VIA | >=7cm | 6,1cm | ACEPTABLE |
| % DE COMPACTACION | INV E-733-08 | VIA | >= 90% | 102,20% | ACEPTABLE |
| ESPESOR MDC-2 2DA CAPA | INV E-733-08 | VIA | >=8cm | 6,6cm | ACEPTABLE |
| % DE COMPACTACION | INV E-733-08 | VIA | >=98% | 103,40% | ACEPTABLE |
| PROCTOR MODIFICADO | | | | | |
| DENSIDAD MAXIMA | INV E-142-07 | FRESADO | NA | 2,201 | SE AJUSTA A LAS ESPECIFICACIONES DEL INVIAS |



| | | | | | |
|--|----------------------------|--------------|----------------------|--------|---|
| HUMEDAD OPTIMA | INV E-142-07 | FRESADO | NA | 5 | SE AJUSTA A LAS ESPECIFICACIONES DEL INVIAS |
| DENSIDAD MAXIMA | INV E-142-07 | ESTABILIZADO | NA | 2,182 | SE AJUSTA A LAS ESPECIFICACIONES DEL INVIAS |
| HUMEDAD OPTIMA | INV E-142-07 | ESTABILIZADO | NA | 5,6 | SE AJUSTA A LAS ESPECIFICACIONES DEL INVIAS |
| DENSIDAD CONO Y ARENA | INV E-164-07 ART 330-07 | FRESADO | 95% D.MAX PROCTOR M. | 102,96 | ACEPTABLE |
| DENSIDAD CONO Y ARENA | INV E-164-07 ART 330-07 | ESTABILIZADO | 95% D.MAX PROCTOR M. | 99 | ACEPTABLE |
| INDICE DE APLANAMIENTO | INV E-240-07 | B.GRANULAR | <35% | 25,9 | ACEPTABLE |
| INDICE DE APLANAMIENTO | INV E-240-07 | A.G.CONCRETO | <25% | 22,7 | ACEPTABLE |
| INDICE DE ALARGAMIENTO | INV E-240-07 | B.GRANULAR | <35% | 25,9 | ACEPTABLE |
| INDICE DE ALARGAMIENTO | INV E-240-07 | A.G.CONCRETO | <25% | 20,8 | ACEPTABLE |
| COMPRESION DE CILINDROS DE 3000 psi (7DIAS) | INV E-410 ART 630-07 | CUNETAS | >= 60% | 87,81 | ACEPTABLE |
| COMPRESION DE CILINDROS DE 3000 psi (28DIAS) | INV E-410 ART 630-08 | CUNETAS | >= 100% | 110,14 | ACEPTABLE |



| | | | | | |
|--|----------------------|-------------------|--------------|-------|-----------|
| COMPRESION DE CILINDROS DE 4000 psi (7DIAS) | INV E-410 ART 630-09 | CABEZOTE Y ALETAS | $\geq 60\%$ | 77 | ACEPTABLE |
| COMPRESION DE CILINDROS DE 4000 psi (28DIAS) | INV E-410 ART 630-10 | CABEZOTE Y ALETAS | $\geq 100\%$ | 101,3 | ACEPTABLE |
| CBR | | | $\geq 1,96$ | 2,13 | ACEPTABLE |

| E.SUGERIDO (m) | E. REAL (m) | L. BANCA (m) | PRECIO/m3 DE ASFALTO | V. ASFALTO FALTANTE(500m) |
|----------------|-------------|--------------|----------------------|---------------------------|
| 0,15 | 0,127 | 7,2 | \$470.000 | \$38'916.000 |



6. ESTRATEGÍA ADMINISTRATIVA PARA OPTIMIZAR EL RENDIMIENTO

6.1 LA TEORÍA DE LOS CINCO (5) CEROS



6.1.1 Esquema Teoría De Los Cinco Ceros. La teoría de los cinco ceros se deriva del sistema Just In Time (Justo A Tiempo), una estrategia administrativa aplicada a las empresas de manufactura pero que se puede ajustar a cualquier sistema. En ese sentido el Just In Time se encarga de:

- Atacar los problemas fundamentales.
- Eliminar despilfarros.
- Buscar la simplicidad.
- Diseñar sistemas para identificar problemas.
- Reducir existencias.

Relacionando algunas falencias a nivel administrativo que se presentaron en la obra, coinciden con la teoría de los cinco enfocadas hacia el problema y la posible solución aplicada en el momento en que se detectaron.



6.1.2 Cero Defectos Del Producto. El objetivo principal es Cero Defectos Del Producto Terminado, llevado al ámbito del proceso constructivo en el mantenimiento y mejoramiento de la vía, se encuentra que se deben tener elementos estructurales sin ningún defecto, cumpliendo con las especificaciones de diseño que se entregan en los planos, con la calidad estipulada por el diseño y siguiendo todos los lineamientos técnicos que exige una obra de este tipo. En ese sentido, para obtener resultados óptimos se debe llevar a cabo de manera perfecta a la primera cada una de las actividades estipuladas dentro de la programación de la obra para la construcción de cada elemento estructural.

Cuando se presentan defectos dentro del proceso constructivo de un elemento estructural, enfocadas a las actividades a realizar para terminar dicho elemento como armado del acero de refuerzo, fundición de concreto, curado del mismo, especificaciones de calidad de concreto, condiciones climáticas, etc. Esto va a repercutir notablemente en los costos directos e indirectos de la obra, por un lado porque se va a tener que repetir las actividades que se realizaron mal, lo que necesitara no solo de recursos humanos y maquinaria sino de materiales que en algunos momentos resultan ser escasos y por otro lado el tiempo perdido para reparar el error que contribuye al retraso de actividades siguientes extendiendo el calendario estipulado y que también se va a ver reflejado en costos para el contratista.

Hacer las cosas bien a la primera es la filosofía que trata de inculcar el sistema JIT, como estrategia para evitar pérdidas dentro de un proceso en las empresas.

6.1.3 Cero Pérdidas De Tiempo. Cero pérdidas de tiempo o cero tiempos muertos dentro de las operaciones o actividades a realizar durante del proceso constructivo de la vía para la instalación de elementos estructurales. Se entiende por tiempo muerto, todo aquel tiempo que es usado en horas laborales pero que no repercute en el proceso o las



operaciones que involucren el producto. Se puede presentar tiempo muerto por los siguientes aspectos:

- Suministros tardíos de materiales.

Al no estar los materiales como acero, cemento, triturado, entre otros, en obra antes o en el momento justo de su uso, se va a presentar un tiempo muerto que converge en costos para el contratista, en mano de obra “sin hacer nada”.

- Mantenimientos.

Cuando se lleva a cabo mantenimiento de maquinaria o herramienta dentro de horas laborales, se presenta un tiempo muerto, se recomienda desarrollar mantenimiento preventivo en horas no laborables para evitar el mantenimiento correctivo en horas laborales.

- Carencia de maquinaria pesada en obra.

Es necesario tener maquinaria pesada disponible en obra, cuando se hacen proyectos tan importantes como el mantenimiento y mejoramiento de una vía, es necesario la remoción de volúmenes de suelo, hacer cortes o rellenos, constantemente para la adecuación de espacios en la instalación de elementos estructurales independientes. La no disponibilidad de dicha maquinaria genera tiempo muerto y retraso en actividades posteriores estipuladas en el cronograma que repercuten de manera directa en los costos de la obra.

6.1.4 Cero Stock. Se reduce al buen manejo de los recursos materiales en obra, de acuerdo a una programación estipulada a corto, mediano y largo plazo y teniendo en cuenta el presupuesto de la empresa a la hora de desarrollar el pedido, siendo prioritarios en aquellos materiales realmente necesarios. Se concentra en tener lo que se necesita, cuando se necesita, como se necesita.



6.1.5 Cero Accidentes. Los accidentes dentro un proyecto como lo es el mantenimiento y mejoramiento de una vía, representan costos para el contratista, teniendo en cuenta que el medio en el que se labora (La Construcción) representa un riesgo 5 en la escala de calificación de riesgos dependiendo del objeto social y económico de la empresa.



7. SUPERVISIÓN EN LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

Supervisar una obra es: “Examinar la misma a través de una persona capacitada, denominada supervisor, para concluir y dictaminar si la obra o fase en construcción, está correcta o no, de acuerdo al diseño preestablecido en los documentos del proyecto; debiendo recomendar al ejecutor las medidas correctivas pertinentes en el tiempo oportuno”.

Un Supervisor necesita poseer conocimientos teóricos de la actividad que debe observar de la institución que integra y de la solución de los problemas que se plantean. Un Supervisor no es la persona que ordena, sino la que orienta, no dice lo que “hay que hacer”, sino lo que “se debe hacer”, consecuentemente es una persona lógica y ordenada en el pensamiento, claro y sencillo en la exposición o demostración y un modelo en la conducta y los modales.

7.1 RESPONSABILIDADES Y OBLIGACIONES DEL SUPERVISOR

- Mantener un estricto control de calidad en la ejecución del proyecto, exigiendo procedimientos constructivos aceptables y adecuados, que se adapten a la labor a desarrollar con los estrictos lineamientos estipulados en los documentos teóricos del proyecto.
- Contar con un programa de supervisión con formatos de desarrollo donde se deje evidencia del avance y ejecución de la obra.
- Presentar informes técnicos de las visitas en obra.
- Mantener la Bitácora de campo en la obra.
- Tener a su total disposición los planos constructivos.
- Mantener buena relación con el equipo de trabajo en obra y con la comunidad adyacente a la misma.



7.2 PRESUPUESTO DE LA OBRA

Objeto: Interventoría al mejoramiento y mantenimiento de la carretera SARDINATA-CUCUTA sector SARDINATA-EL ZULIA entre el PR 18+0500 al PR 57+0600 Ruta 70 tramo 09.

7.3 COSTOS DIRECTOS DE OBRA

Los costos directo de la obra se obtienen de acuerdo al análisis de precios unitarios para cada uno de los ítems involucrados en el proyecto, en ese sentido el costo directo de cada actividad resulta de la multiplicación entre el análisis de precio unitario para cada actividad y su respectiva cantidad. El costo directo de la obra es la sumatoria de los costos directos de la totalidad de las actividades. Para la construcción del puente La Hoyada se tiene un costo directo de \$3.022.027.088,00 (TRES MIL VEINTIDÓS MILLONES VEINTISIETE MIL OCHENTA Y OCHO).

7.4 COSTOS INDIRECTOS DE OBRA

Dentro de los costos indirectos de la obra se deben tener en cuenta 3 aspectos: Administración(A), Imprevistos (I) y Utilidad (U) lo que se llamará A.I.U. por sus iniciales.

7.4.1 Administración. Tiene que ver con todos los costos que debe incurrir la empresa durante la ejecución del proyecto referente a personal capacitado y especializado, profesionales que actúan de manera directa e indirecta en el proyecto y además costos adicionales para generar el ambiente propicio para el debido desarrollo de las actividades como:



- Transportes no incluidos en los costos directos, pasajes y viáticos del personal.
- Pago de servicios públicos.
- Uso de elementos de protección personal para los operarios y trabajadores.
- Costos de financiamiento.
- Impuestos: Impuesto de guerra-gastos legales ley 732, impuesto de renta, impuesto 4*1000, impuesto fronterizo, impuesto de renta.
- Costos de presentación de propuesta.
- Pólizas de contrato.
- Costos de laboratorio para ensayos requeridos durante el proceso de construcción para certificación de calidad en actividades específicas.
- Costos de servicios de evaluación y seguimiento ambientales, divulgación y socialización, trámites y permisos ambientales, gestión socio ambiental.
- Otros gastos de administración propios de cada proponente.

7.4.2 Imprevistos. Los costos de imprevistos se reservan para cubrir las circunstancias o eventos que no se pueden prever pero que existe la posibilidad de presentarse. Por ejemplo cubrir riesgos que puedan presentarse en el contrato, alzas en los precios que no son cubiertos por el sistema de reajuste, ampliación del cronograma por eventos ambientales, errores de diseño, errores de presupuesto, entre otros.

7.4.3 Utilidades. Son los beneficios económicos que pretende el contratista producto de la labor realizada, ejecución y terminación del proyecto. Sobre el valor de la utilidad se liquida el IVA (impuesto al valor agregado) que está representado por el 16% además de la retención en la fuente.



7.5 FORMATOS PARA EL CONTROL DE LA OBRA

7.5.1 Información General. En el Formato MSE-MN-FR-022-11 INFORMACION GENERAL, ver (ANEXO 2), se presenta el seguimiento a las garantías contractuales del contratista, estas se actualizaron de acuerdo a la prórroga No. 07 solicitada por el contratista el día 24 de julio, aprobada por el instituto nacional de INVIAS el 28 de agosto del 2015.

7.6 AVANCE DE OBRA PROGRAMADA

En el Formato MSE-MN-FR-022-1 se presenta el avance de obra programada, ejecutada y acumulada del contrato, ver (ANEXO 4). En el presente informe se anexa el acta de costo N°20 que va del 10 de julio al 09 de agosto del 2015, debido a que a la fecha no se ha realizado la pre acta de obra n°21 porque no han cumplido con las actividades programadas en el presente mes, por tal motivo la interventoría y contratista no han realizado medición de las obras ejecutadas y no han unificado cantidades de obra corte N°21.

7.7 INFORME SEMANAL DE INTERVENTORIA

A continuación se relacionan los informes semanales correspondientes al período, adicionalmente se anexan copias de los mismos. Ver (ANEXO 5).

7.8 CONTROL DIARIO DE EQUIPO DE CONTRATISTA DE OBRA

En el Formato MSE-MN-FR-022-2, se presenta la relación del equipo de obra utilizado por el Contratista para la ejecución de las actividades, durante el período del de 2015. Ver (ANEXO 6).



7.9 CONTROL DIARIO DEL PERSONAL DE CONTRATISTA DE OBRA

En el Formato MSE-MN-FR-022-3, se relaciona el personal del contratista que laboró durante el período. Ver (ANEXO 7).

7.10 INFORMACION FINANCIERA DEL CONTRATO DE OBRA

En el Formato MSE-MN-FR-022-4 se presenta la información financiera del contrato de obra, de acuerdo al acta de costo N°20. Ver (ANEXO 8).

7.11 ESTADO GENERAL DEL TIEMPO

En el Formato MSE-MN-FR-022-5: ESTADO GENERAL DEL TIEMPO, se presenta el registro del estado del tiempo para el período comprendido. Ver (ANEXO 9).

También se realiza una recolección de datos estadísticos del clima de acuerdo con los registros de la estación 800970(SKCC) localizada en SAN JOSE DE CUCUTA tomada en un mes.



| Día | T | TM | Tm | SLP | H | PP | VV | V | VM | VG | RA | SN | TS | FG |
|-----|------|------|------|-----|----|------|------|------|------|------|----|----|----|----|
| 1 | 31.3 | 35.4 | 26 | - | 47 | 0 | 12.6 | 28.5 | 48.2 | - | | | | |
| 2 | 29.4 | 35.6 | 26 | - | 57 | 0 | 12.1 | 20.9 | 46.9 | - | | | | |
| 3 | 29.4 | 33.1 | 25 | - | 55 | 0 | 12.7 | 29.8 | 48.2 | - | | | | |
| 4 | 29.6 | 34 | 26.4 | - | 50 | 0 | 12.6 | 33 | 51.9 | - | | | | |
| 5 | 31.4 | 36 | 26.2 | - | 45 | 0 | 12.9 | 32.8 | 55.4 | - | | | | |
| 6 | 31.6 | 36.4 | 26.2 | - | 50 | 0 | 12.6 | 28.5 | 40.7 | - | | | | |
| 7 | 30.9 | 36.2 | 26.9 | - | 50 | 0 | 12.9 | 33.9 | 50 | 55.4 | | | | |
| 8 | 29.8 | 36.4 | 27.9 | - | 54 | 0 | 11.9 | 35.4 | 53.9 | 55.4 | | | | |
| 9 | 29.6 | 35 | 24 | - | 56 | 0 | 11.6 | 18.1 | 37 | - | | | | |
| 10 | 29.3 | 35.5 | 25 | - | 60 | 0 | 11.9 | 22 | 51.9 | - | o | | o | o |
| 11 | 30.1 | 36 | 22.6 | - | 49 | 0.76 | 11.9 | 27 | 44.6 | 59.4 | o | | | |
| 12 | 31.6 | 36 | 24.9 | - | 50 | 1.02 | 12.9 | 21.3 | 40.7 | - | o | | | |
| 13 | 29.8 | 36.5 | 23.2 | - | 57 | 6.1 | 12.6 | 22.8 | 51.9 | 66.5 | o | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|------|------|------|---|----|-------|------|------|------|------|---|---|---|---|
| 14 | 29.5 | 33 | 23.9 | - | 52 | 0.51 | 11.7 | 33.7 | 51.9 | 57.6 | | | | |
| 15 | 28.7 | 33 | 25 | - | 57 | 1.02 | 11.9 | 28.7 | 44.6 | - | o | | | |
| 16 | 27.8 | 30 | 25 | - | 65 | 0 | 10.8 | 26.3 | 46.5 | - | o | | | |
| 17 | 28.2 | 32 | 25.1 | - | 58 | 3.05 | 11.6 | 24.1 | 44.6 | - | o | | | |
| 18 | 28.7 | 35 | 22.7 | - | 58 | 0.25 | 11.9 | 19.3 | 48.2 | - | | | | |
| 19 | 30.3 | 35.8 | 23.5 | - | 52 | 0 | 12.9 | 18 | 40.7 | - | | | | |
| 20 | 30.5 | 35.1 | 27 | - | 52 | 0 | 12.4 | 22 | 38.9 | 40.7 | | | o | |
| 21 | 30.5 | 35 | 25 | - | 51 | 0 | 12.1 | 29.3 | 44.6 | - | | | o | |
| 22 | 29.8 | 34.6 | 23.1 | - | 58 | 0 | 12.6 | 14.6 | 37 | - | | | | |
| 23 | 29.7 | 35 | 23.3 | - | 62 | 0 | 11.4 | 11.5 | 29.4 | - | | | | |
| 24 | 30.6 | 37 | 25 | - | 54 | 0 | 11.7 | 15.7 | 35.9 | - | | | | |
| 25 | 31.7 | 37 | 27.7 | - | 52 | 0.25 | 12.6 | 21.1 | 37 | - | o | | o | |
| 26 | 28.9 | 37.2 | 23 | - | 64 | 22.1 | 11.3 | 10.6 | 22.2 | - | | | o | |
| 27 | 29.2 | 34.9 | 24 | - | 67 | 0 | 12.2 | 10.2 | 22.2 | - | | | o | |
| 28 | 30.9 | 35 | 23.8 | - | 50 | 0 | 11.3 | 31.5 | 50.4 | 64.8 | | | o | |
| 29 | 31.4 | 35.1 | 26.5 | - | 46 | 0 | 12.2 | 32.8 | 51.9 | - | | | | |
| 30 | 30.6 | 36 | 26 | - | 48 | 0 | 11.9 | 33.9 | 46.9 | 53.5 | o | | | |
| 31 | 30.9 | 36.2 | 26.5 | - | 47 | 0 | 12.4 | 34.3 | 55.4 | - | | | | |
| Medias y totales mensuales | | | | | | | | | | | | | | |
| | 30.1 | 35.1 | 25 | - | 54 | 35.06 | 12.1 | 24.9 | 44.2 | | 9 | 0 | 7 | 1 |



Interpretación

Ten en cuenta que las medias y totales mensuales son en base a los datos disponibles, cuando las medias aparece algún resultado en rojo, significa que no se dispone de información del mes completo, en este caso, las medias y totales son de los días q existen datos.

T: Temperatura media (°C)

TM: Temperatura máxima (°C)

Tm: Temperatura mínima (°C)

SLP: Presión atmosférica a nivel del mar (hPa)

H: Humedad relativa media (%)

PP: Precipitación total de lluvia y/o nieve derretida (mm)

VV: Visibilidad media (Km)

V: Velocidad media del viento (km/h)

VM: Velocidad máxima sostenida del viento (Km/h)

VG: Velocidad máxima de ráfaga del viento (Km/h)

RA: Indica si hubo lluvia o llovizna

SN: indica si nevó

TS: Indica si hubo tormenta

7.12 INFORMACIÓN RELACIONADA CON EL RESULTADO DE LOS ENSAYO DE LABORATORIO

Se anexa el (Formato MSE-MN-FR-022-6) diligenciado, junto con los soporte de laboratorio, tanto del contratista UNIÓN TEMPORAL ICESGA 3 como de la interventoría CONSORCIO COM 61, durante el período comprendido. La



interventoría si realizo los respectivos ensayos de cada actividad que realizo esta empresa en los tramos. (ANEXO 10).

7.13 REVISION Y VERIFICACION DEL PAGO DE APORTES A SEGURIDAD SOCIAL Y PARAFISCALES DEL CONTRATISTA DE OBRA

En el Formato MSE-MN-FR-022-8: CONTROL PARAFISCALES OBRA, se verifica la documentación y pago de seguridad social integral y de parafiscal del personal presente en la obra, durante el período del 01 al 30 de julio de 2015, conjuntamente se anexa soporte de las planillas de pago del personal UNIÓN TEMPORAL ICESGA 3. Ver (ANEXO 11).

7.14 ENSAYOS DE LABORATORIO

7.14.1 Cono De Arena

PROCEDIMIENTO:

- Antes de iniciar el ensayo, se debe calibrar el equipo de densidad de campo, para de esta forma obtener el peso volumétrico de la arena calibrada y el peso de arena calibrada que queda en el cono después de ejecutar el ensayo; datos que nos sirven en la determinación de la Densidad de Campo.
- Seguidamente se nivela el suelo compactado en el campo y se retira el material suelto.
- A continuación se coloca la placa y se comienza a hacer una perforación, teniendo como guía el agujero interior de la placa, a una profundidad de 10 a 12 cm.



- Todo el material que se saque del agujero se coloca en una bolsa plástica y se pesa.
- Para determinar el volumen del agujero, utilizamos el equipo de densidad de campo de la siguiente forma:
- Se determina el peso inicial del frasco con la arena calibrada. Luego se invierte y se coloca sobre la placa, la cual está colocada en la parte superior del agujero; se abre la llave del cono, permitiendo el paso de la arena.
- Cuando el agujero y el cono están llenos de arena, se cierra la llave y se procede a determinar el peso final del frasco y la arena contenida en el.
- Por la diferencia de los pesos del frasco más la arena inicial y del frasco más la arena final, obtenemos el peso de la arena contenida en el agujero y el cono. A este valor le restamos el peso de la arena que cabe en el cono, obteniendo de esta forma el peso de la arena contenida en el agujero.
- El peso de la arena dividida por su densidad, obtenida en el laboratorio mediante la calibración, nos da el volumen del agujero.
- Finalmente se debe determinar en el laboratorio, la densidad seca máxima y la humedad de la muestra recuperada del agujero, para de esta forma, determinar el Grado de Compactación.

| Tamaño máximo de las partículas del suelo (mm.) | Tamaño mínimo de la perforación (cm ³) | Tamaño mínimo de la muestra para determinar la humedad (grs.) |
|---|--|---|
| 50 | 2800 | 1000 |
| 25 | 2100 | 500 |
| 12,5 | 1400 | 250 |
| 5 | 700 | 100 |



FORMULAS:

- Con el peso de la muestra recuperada y el volumen del agujero, obtenemos la Densidad Húmeda del suelo, mediante la siguiente expresión, ya conocida:

$$\gamma_h = \frac{P}{V}$$

- Así mismo determinamos el Contenido de Humedad de la muestra recuperada:

$$\%h = \frac{P_a}{P_s} * 100$$

- Finalmente, la Densidad Seca del suelo la obtenemos mediante la siguiente expresión:

$$\gamma_d = \frac{\gamma_h}{1+h}$$

Dónde:

- γ_d = Densidad Seca de campo.
- γ_h = Densidad Húmeda.
- h = Contenido de humedad.



7.14.2 C.B.R

PROCEDIMIENTO

- Preparación de la muestra. Se prepara una muestra de tamaño igual o superior a 56 kgs. Esta muestra deberá secarse al aire o en un horno, a una temperatura menor que 60° C, hasta que se vuelva desmenuzable. Además, se deberán disgregar los terrones evitando reducir el tamaño natural de las partículas.
- La muestra se pasa por el tamiz de 20 mm. (3/4" ASTM) descartando el material retenido. Si es necesario mantener el porcentaje de material grueso del material original se deberá efectuar un reemplazo. Para esto se determina por tamizado el porcentaje del material que pasa por el tamiz de 50 mm. (2" ASTM) y queda retenido en el tamiz de 20 mm.
- Se reemplaza dicho material por una masa igual de material que pasa por el tamiz de 20 mm. y queda retenido en el tamiz de 5 mm, tomada de la porción no utilizada de suelo original.
- Una vez obtenida la muestra de ensaye, se selecciona una porción representativa de unos 35 kg, para realizar el ensayo de compactación Proctor. El resto de la muestra, se divide en tres porciones de unos 7 kg. cada una. Compactación de probetas CBR. Normalmente se compactan de tres a cinco probetas en un rango de 90 a 100% de la DMCS determinada según el ensayo Proctor. Cada porción de suelo, se debe mezclar con una cierta cantidad de agua para obtener la humedad óptima, si es necesario curar el suelo, debe colocarse dentro de un recipiente tapado para lograr una distribución uniforme de la humedad.
- Una vez que se haya pesado el molde (Mm) y verificado su volumen (Vm), se coloca el disco espaciador sobre la placa base, se fija el molde con el



collarín sobre la placa y se coloca un disco de papel filtro sobre el disco espaciador. Dentro del molde se compacta mediante 5 capas cada una de las porciones de suelo húmedo, utilizando para cada porción una energía de compactación distinta (Nº de golpes), de manera que la densidad a la cual se desee determinar el CBR quede comprendida entre las densidades de dos probetas. Se compactarán con 56, 25 y 10 golpes respectivamente.

- Al comienzo y al final de la compactación deberán tomarse 2 muestras representativas de suelo para calcular el contenido de humedad. En caso que las muestras no sean sumergidas, la humedad se determina concluida la penetración.
- Finalizada la compactación, se retira el collarín y se enrasa el suelo al nivel del borde del molde, rellenando los huecos dejados por la eliminación del material grueso con material de menor tamaño. Se retiran la placa base perforada, el disco espaciador y se pesa el molde con el suelo compactado (W_1).
- Determinación de las propiedades expansivas del suelo. Sobre la placa base perforada, se coloca un disco de papel filtro grueso y se ajusta el molde con el suelo compactado en forma invertida, de manera que el espacio formado por el disco espaciador quede en la parte superior.
- En la superficie libre de la muestra, se coloca un disco de papel filtro grueso y sobre éste se coloca la placa metálica perforada provista de un vástago regulable. Sobre ésta placa se colocarán las sobrecargas, cuyo número deberá ser especificado o de lo contrario, se usará una sobrecarga mínima de 4,54 kgs., equivalente al peso de un pavimento de hormigón de 5 pulgadas de espesor.
- A continuación se coloca todo el conjunto cuidadosamente dentro del estanque sin agua, sobre pequeños bloques metálicos o de otro material con el objeto de permitir el libre acceso del agua por debajo de la muestra.



Se monta el trípode y se instala el comparador de dial de tal modo que su punta palpable quede tocando el vástago.

- Luego, se llena el estanque con agua y se registra la lectura inicial del comparador de dial (L_i). El tiempo de inmersión dependerá del tipo de saturación. Para un ensayo con saturación normal se deja el molde sumergido durante 96 horas, en cambio para un ensayo de saturación completa se dejará el tiempo necesario hasta que no haya más hinchamiento, lo que se comprueba cuando dos lecturas de dial efectuadas con 24 horas de intervalo difieren en menos de 0,03 mm. Durante todo el tiempo de inmersión el nivel de agua se debe mantener constante.
- Registrada la lectura final del comparador de dial (L_f), se retira el trípode y se saca el molde del agua, para dejarlo drenar durante 15 minutos. Finalmente se retiran las sobrecargas, los discos de papel filtro y las placas perforadas para determinar el peso del molde más el suelo compactado y saturado (W_2).
- Determinación de la resistencia a la penetración. Se lleva la probeta a la máquina de ensayo y se colocan sobre ella, una cantidad tal de cargas para reproducir una sobrecarga igual a la que supuestamente ejercerá el material de base y pavimento del camino proyectado (pero no menor que 4,54 kg.), redondeando a múltiplos de 2,27 kg. En caso de que la probeta haya sido sumergida, la carga será igual a la aplicada durante la inmersión.
- Se apoya el pistón de penetración con una carga lo más pequeña posible (no debe exceder de 45 Newton) y se colocan los diales de lectura de tensión y deformación en cero. Esta carga inicial, se necesita para asegurar un apoyo satisfactorio del pistón, pero debe considerarse como carga cero para la relación carga-penetración. La velocidad de carga aplicada al pistón de penetración será de 1,25 mm/min.
- Se anotarán las lecturas de carga, en los siguientes niveles de penetración: 0,65 - 1,25 - 1,90 - 2,50 - 3,10 - 3,75 - 4,40 - 5,00 - 7,50 - 10,00 y 12,5



milímetros (o bien, 0,025 - 0,050 - 0,075 - 0,100 - 0,125 - 0,150 - 0,175 - 0,200 - 0,300 - 0,400 y 0,500 pulgadas).

- Finalmente, se retira el total de la muestra de suelo del molde y se determina el contenido de humedad de la capa superior, con una muestra de 25 mm. de espesor. Si se desea determinar la humedad promedio, se deberá extraer una muestra que abarque el total de la altura del molde.



CONCLUSIONES

- El mantenimiento y mejoramiento de la vía SARDINATA-EL ZULIA mediante el reciclado del pavimento existente es un método favorable tanto económico como agradable con el medio ambiente debido a que se reduce en un 80% o más el material de escombros y el transporte de los mismos lo cual agiliza el proceso constructivos de una manera óptima.
- Se generó una apropiada revisión en cuando a la supervisión de los ensayos de laboratorio y a los materiales empleados en la elaboración de la vía con el fin de garantizar la calidad de la obra y que cumpla con las norma INV 630 AG-2, su buen funcionamiento y que cumpla con el tiempo de diseño para que no presente fallas en el transcurso del mismo.
- A través de las óptimas revisiones e inspecciones periódicas que se llevaron a cabo durante el proceso de supervisión en la ejecución de la obra, se logró obtener resultados satisfactorios en la culminación de la misma.
- Se generaron estrategias de tipo administrativo y logístico con el fin de aprovechar de una manera adecuada los tiempos de trabajos y actividades con el fin de un desarrollo ágil y eficiente de la obra vial para si cumplir con los plazos establecidos.
- Se realizó la entrega de informes semanales y en algunos de ellos se vio reflejado algunas demoras a nivel de desarrollo de la obra es decir atrasos aunque estos no perjudicaron de manera muy drástica el desarrollo de la obra



RECOMENDACIONES

- Realizar más investigaciones acerca del reciclado de pavimento con el fin de implementar este método en más regiones del país debido a su beneficio económico y ambiental y a su fácil ejecución para así abrir las puertas a una nueva generación de estructuras contemporáneas.
- Aunque desde las aulas de clase observamos el diseño de pavimentos y el proceso constructivo del mismo se debería ampliar las gamas a conocer de las nuevas formas de pavimentación como lo es el proceso de reciclado para una mejor formación en los métodos de vanguardia.
- En el proceso de planeación del proyecto, donde involucra aspectos de integración, alcance, costo, tiempo, etc. Se debe tener en cuenta durante el proceso preliminar todos los posibles aspectos a nivel técnico, económico y administrativo que afecten el debido proceso y desarrollo de las actividades en el momento de la ejecución.
- Mejorar el proceso de revisión de los ensayos y calidad de los materiales al momento de utilizarlos debido a que a veces por problemas de atraso en las obras se hacen de manera rápida lo cual ocasiona que no se cumpla a cabalidad con los estándares esperados y cree deterioro en la obra a futuro.
- Tener en óptimas condiciones mecánicas la cuadrilla de maquinaria con el fin de garantizar el buen funcionamiento de ellas al momento de ser empleadas y así no ocasionar atrasos en los tiempos de entrega del proyecto.



- Contar con el personal adecuado que se necesita para elaborar las funciones del día a día con el fin de no sobrecargar a los trabajadores ni tenerlos desocupados para de esta forma aumentar el desempeño laboral, y el mismo proceso con la maquinaria con el fin de no tenerlas desocupadas o paradas y debido a esto en ocasiones sufren averías.



BIBLIOGRAFIA

Capítulo 2 del Libro Introducción al Reciclado de Pavimentos Asfálticos

Decreto 2090 de 1989

http://icc.ucv.cl:8080/geotecnia/11_nuestro_laboratorio/laboratorio/cbr/index.html

Ingeniería de Pavimentos, de Alfonso Montejo Fonseca

Instituto Nacional de Vías. Información institucional, 2008. Disponible en:

http://www.invias.gov.co/invias/hermesoft/portallg/home_1/recursos/información_institucional/contenidos/08052009/glosario.jsp