

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	10-04-2012	A
	Dependencia	Aprobado	Pág.	
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADÉMICO	i(128)		

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTOR	MARCELA GÓMEZ GALVÁN		
FACULTAD	DE INGENIERÍAS		
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERÍA CIVIL		
DIRECTOR	JEHINSON FABIÁN SANJUÁN CARREÑO		
TÍTULO DE LA TESIS	APOYO TÉCNICO EN LA DEPENDENCIA DE DIRECCIÓN PARA LAS OBRAS ASIGNADAS POR LA EMPRESA WAMCOL S.A.S EN EL MUNICIPIO DE SAN MARTIN, CESAR.		
RESUMEN (70 palabras aproximadamente)			
<p style="text-align: center;">EL SIGUIENTE TRABAJO DE GRADO BAJO LA MODALIDAD DE PASANTÍA, CONSISTIÓ EN EL APOYO TÉCNICO A LA EMPRESA WAMCOL SAS EN EL PROYECTO MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL, ELABORANDO EL PROCEDIMIENTO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO, UN ARTICULO CIENTÍFICO ACERCA DEL MATERIAL ASFALTICO EMPLEADO, ADEMÁS DE REALIZAR UN CONTROL DE SEGUIMIENTO EN EL PROYECTO.</p>			
CARACTERÍSTICAS			
PÁGINAS: 128	PLANOS:	ILUSTRACIONES: 5	CD-ROM: 1



Vía Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552
 Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104
 info@ufpso.edu.co - www.ufpso.edu.co

**APOYO TÉCNICO EN LA DEPENDENCIA DE DIRECCIÓN PARA LAS OBRAS
ASIGNADAS POR LA EMPRESA WAMCOL S.A.S EN EL MUNICIPIO DE SAN
MARTIN, CESAR.**

MARCELA GÓMEZ GALVÁN

Trabajo de grado modalidad pasantía para optar el título de Ingeniero Civil

Director

JEHINSON FABIÁN SANJUÁN CARREÑO

Ingeniero civil

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE INGENIERÍAS

INGENIERÍA CIVIL

Ocaña, Colombia

Enero de 2020

Índice

Pág.

Introducción	ix
Capítulo 1. Apoyo Técnico en la Dependencia de Dirección para las Obras Asignadas por la Empresa WAMCOL S.A.S en el Municipio de San Martín, Cesar.	1
1.1. Descripción de la empresa.....	1
1.1.1 Misión.....	1
1.1.2 Visión.....	2
1.1.3 Descripción de la estructura organizacional	2
1.1.4 Descripción de la dependencia al que fue asignado	3
1.1.5 Descripción de la dependencia al que fue asignado	3
1.2. Diagnóstico inicial de la dependencia.....	4
1.2.1 Planteamiento del problema	5
1.3. Objetivos de la pasantía.....	6
1.3.1 General.....	6
1.3.2 Específicos.....	6
1.4. Descripción de las actividades a desarrollar	6
 Capítulo 2. Enfoques referenciales.....	 8
2.1. Enfoque legal.....	9
 Capítulo 3. Informe de cumplimiento de trabajo	 12
3.1. Presentación de resultados	12
3.1.1 Ejecutar un control de seguimiento de los proyectos mediante memorias de cálculo de avances, con el fin de que se garanticen los planes de trabajo.	12
3.1.2. Supervisar que las obras ejecutadas por la empresa que cumplan con los estándares de calidad, con el fin de garantizar el cumplimiento de las especificaciones técnicas.....	22
3.1.3. Realizar el procedimiento de diseño estructura del pavimento con capa de rodadura en asfalto natural MAPIA.....	30
3.1.4 Redactar un artículo basado en el uso y características del asfalto natural empleado en la empresa	30

Conclusiones	31
Recomendaciones	33
Referencias	34
Apéndices.....	37
Apéndice A. Memoria de cálculo de cantidades.....	38
Apéndice B. Informes de avance de obra.	39
Apéndice C. Matriz control recursos y matriz control mensual horas hombre personal en obra.	40
Apéndice D. Procedimiento de diseño estructura del pavimento con capa de rodadura en asfalto natural MAPIA.....	41
Apéndice E. Artículo	104
Apéndice F. Registro fotográfico.....	111

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. Matriz DOFA.....	4
Tabla 2. Descripción de las actividades a desarrollar durante la pasantía en la empresa WAMCOL SAS en el municipio de San Martín, Cesar	7
Tabla 3. Información general del contrato	12
Tabla 4. Presupuesto Mejoramiento de vía de acceso campo acordeonero con emulsión asfáltica, asfalto natural, estabilización y material	16
Tabla 5. Descripción de procesos constructivos	24
Tabla 6. Seguimiento de actividades	27
Tabla 7. Propiedades del asfalto natural MAPIA	27

Lista de figuras

Figura 1. Estructura Organizacional.	3
Figura 2 Curva S del proyecto.	14
Figura 3. Formato reporte diario de obra	21
Figura 4. Matriz control de recursos	28
Figura 5. Matriz control mensual horas hombre personal en obra.....	28

Resumen

Hoy en día en el municipio de San Martín, Cesar se encuentran obras en el área de la construcción que dan origen al desarrollo vial, aquí la empresa WAMCOL SAS, ha sido la actora de distintas obras forjando sus servicios a la dependencia de dirección para las obras asignadas; destacando significativos avances en el municipio, sin embargo se han mostrado diferentes problemas en los métodos de ejecución gracias a que en la planificación, licitación, actuación o en la discusión de materiales encontrados a los solicitados por norma, referente que ha producido, faltas prematuras en la capa asfáltica, desagües insuficientes, obstrucciones y derrames viales, que se tornan en contextos peligrosos, para los favorecidos de dichas redes.

Por otra parte el apoyo técnico a la dependencia de dirección para las obras asignadas, fue dependiente de que el pasante prestara soporte, al alcance técnico de las diversas obras determinadas, en componentes como: mediación de eficacia, ordenación, interventoría, representaciones metodológicas y el designación de materia prima proporcionales, verificando de esta manera los requerimientos delimitados por la norma de cimentación de carreteras del INVIAS; frenando así futuros deterioros y disyuntivas, en las diversas obras viales a compromiso de la empresa WAMCOL SAS, el colaborador eventual tiene compromisos que corresponden al área de ingeniería civil, para dar un soporte eficaz consiguientemente, a de comprobar las actas de obra y las actas de costos entregadas por las direcciones viales, consumando las correcciones solicitadas para la posterior entrega a los ingenieros funcionarios para que las legalicen y sean asentadas, motivando un mayor juicio, perspicacia y análisis sobre los técnicas productivas de las obras examinando elecciones para el perfeccionamiento en la red, se sintetizan la intervención en la gerencia de los materiales directos, obediencia del cronograma de actividades del contratista y el ejercicio de normas de seguridad industrial y reclutamientos del recurso humano. De esta forma se llevó a expresión el objetivo general apoyar a la empresa

WAMCOL SAS en la inspección técnica de los planes viales, encargados por la dependencia de dirección para las obras asignadas, en el Municipio de san Martín, Cesar.

Introducción

Esta indagación busca concebir el apoyo por el pasante a la Empresa WAMCOL S.A.S en el área de ingeniería civil a través de la persecución del cronograma de actividades de las obras viales, inspección técnica de los métodos productivos, en los planes de infraestructura vial, teniendo como asiento el desempeño del objeto contractual y las descripciones metodológicas de construcción de carreteras, conjuntamente de radicar la realización de saberes antepuestos de nuevos planes, los cuales produzcan ordenamientos para resolver los problemas viales bajo la competitividad de la dependencia de dirección para las obras en el Municipio de san Martín, Cesar; llevando implícito la intervención para el perfeccionamiento de la realización de un proceso constructivo llevando a cabo la construcción de obras con eficiencia y con un grado de calidad en la programación de estas; partiendo del reconocimiento del cronograma y los exigencias solicitadas por la interventoría. Este procedimiento es el modo de verificar un juicio constructivo mediante de la combinación de una serie de los recursos humanos, debido a la mejora de la programación de estas obras que estarán sometidas a los requerimientos e intervención de todo un talento humano eficaz profesionalmente en la parte administradora y en la mano de obrera para que este plan desempeñe las perspectivas deseadas.

El presente instrumento académico incumbe al informe final de la pasantía ejecutada en la Empresa WAMCOL S.A.S como columna de apoyo en la intervención técnica de planes viales; teniendo como objetivo general apoyar técnicamente en la dependencia de dirección para las obras asignadas por la empresa WAMCOL SAS en el municipio de San Martín.

Para la supervisión técnica de la obra en reminiscencia se establecieron las actividades que se encuentran descritas en el presente documento, realizadas con la mayor responsabilidad y las cuales el pasante ubicó en práctica con los conocimientos conseguidos en el transcurso de la

educación académica en pregrado, de igual forma se contó con el sustento, esclarecimientos y compromisos dadas por el Coordinador de la pasantía para redimir a cabalidad con el objetivo trazado.

Cabe resaltar que las carreteras desempeñan un papel muy importante en el desarrollo económico, puesto que no solo sirven para movilizar todo el mercado de importación y exportación, sino que son un polo de desarrollo social y cultural en la unión de los pueblos. En consecuencia, las condiciones de la red vial colombiana deben brindar una mayor seguridad y comodidad al usuario, para lo cual deben realizarse mantenimientos rutinarios preventivos y no esperar el deterioro o la casi intransitabilidad de las carreteras para iniciar su reparación.

Capítulo 1. Apoyo Técnico en la Dependencia de Dirección para las Obras Asignadas por la Empresa WAMCOL S.A.S en el Municipio de San Martín, Cesar.

1.1. Descripción de la empresa

La organización WAMCOL SAS realiza proyectos en Construcción de obras civiles y mantenimiento de edificaciones; construcción y mantenimiento de infraestructura vial; obras de geotecnia, sanitarias, hidráulicas en: construcción de acueductos; construcción de estructuras en concreto y metálicas; rellenos y movimientos de tierras; satisfaciendo y superando siempre las necesidades y expectativas del cliente, además de las partes interesadas; obedeciendo, acatando y cumpliendo la legislación y normatividad vigente aplicable y de otra índole en materia de seguridad industrial, salud ocupacional, medio ambiente y calidad, utilizando los recursos necesarios para tal fin.

Esta empresa está comprometida con la identificación de peligros y aspectos, valoración y control de riesgos e impactos ambientales significativos que presentes en los proyectos que se ejecutan, previniendo así lesiones y enfermedades profesionales, que pueden causar daños sobre las personas, los bienes materiales y el medio ambiente; así como también con el mejoramiento continuo, la protección del medio ambiente, la prevención de la contaminación, la seguridad y salud ocupacional, la eficacia y desempeño del sistema de gestión integral, con el fin de garantizar un ambiente laboral sano y éxito empresarial.

1.1.1 Misión. WAMCOL SAS es una organización colombiana que ejecuta proyectos de construcción de obras civiles y mantenimiento de edificaciones; construcción y mantenimiento de infraestructura vial; obras de geotecnia, sanitarias, hidráulicas en: construcción de acueductos; construcción de estructuras en concreto y metálicas; rellenos y movimientos de tierra,

satisfaciendo a todos los clientes y partes interesadas, comprometidos con la vida de todos los trabajadores, de la calidad de todos los trabajos sin descuidar el medio ambiente.

1.1.2 Visión. Para el 2020, WAMCOL SAS será una empresa líder, reconocida por la excelencia en la prestación de sus servicios, respetada por su capacidad de producción y calidad en el servicio y además caracterizada por:

Satisfacer a sus clientes y partes interesadas

Cumplir de manera adecuada la normatividad vigente aplicable

Desarrollar actividades de la seguridad y salud en el trabajo, al igual que del Medio ambiente, que permite minimizar los incidentes y accidentes en las personas, infraestructura y medio ambiente en general.

1.1.3 Descripción de la estructura organizacional. La empresa WAMCOL S.A.S. en su estructura organizacional está encabezada por la junta directiva conformada por sus socios, bajo su mando se encuentra la dependencia de dirección de obra en la cual el ingeniero Diego Miguel Morales Duarte es el encargado, siendo esta dependencia el área donde se realizará el presente trabajo.

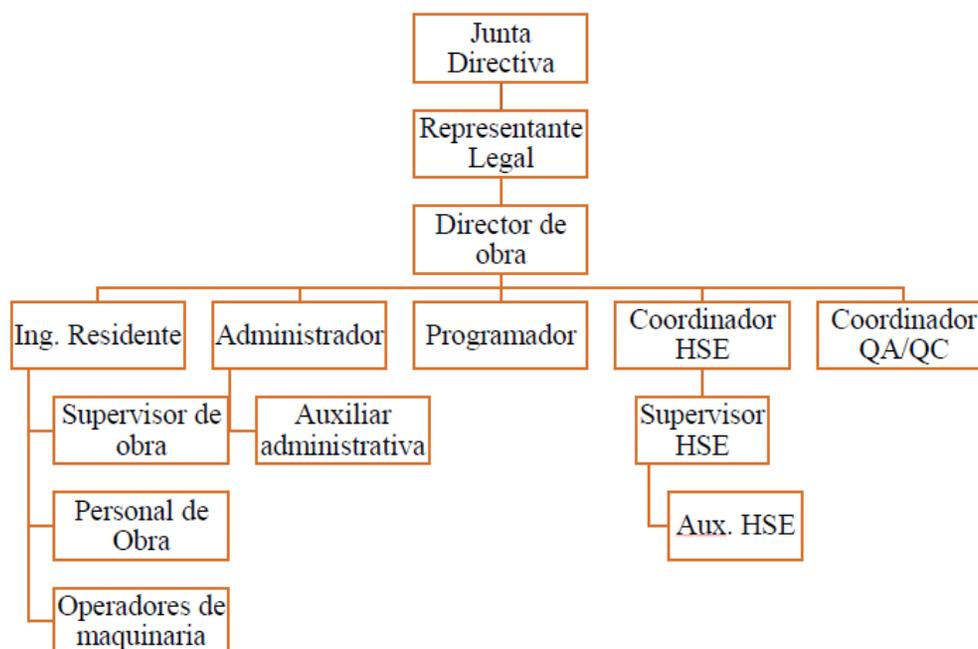


Figura 1. Estructura Organizacional. Empresa WAMCOL SAS.

1.1.4 Descripción de la dependencia al que fue asignado. La dependencia de dirección de obra es la encargada de realizar la formulación, planeación y evaluación de los proyectos civiles que posteriormente serán ejecutados por la empresa; garantizando estándares de calidad, seguridad, economía y funcionamiento.

En esta área se elaboran presupuestos, diseños de proyectos de obras civiles, planos, especificaciones técnicas, cronogramas de trabajo, además de realizar contrataciones, licitaciones y los demás concursos previstos.

1.1.5 Descripción de la dependencia al que fue asignado. La dependencia de dirección de obra es la encargada de realizar la formulación, planeación y evaluación de los proyectos civiles que posteriormente serán ejecutados por la empresa; garantizando estándares de calidad, seguridad, economía y funcionamiento.

En esta área se elaboran presupuestos, diseños de proyectos de obras civiles, planos, especificaciones técnicas, cronogramas de trabajo, además de realizar contrataciones, licitaciones y los demás concursos previstos.

1.2. Diagnóstico inicial de la dependencia

Tabla 1

Matriz DOFA

<p>FACTORES INTERNOS</p> <p>FACTORES EXTERNOS</p>	<p>FORTALEZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Personal técnico especializado - Personal de maquinaria debidamente capacitado - Disponibilidad de equipos menores y maquinaria en buenas condiciones - Antecedentes de obras ejecutadas por la empresa - Alto nivel de competitividad - Buena reputación de proveedores y clientes - Personal idóneo para cada puesto 	<p>DEBILIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> - Equipos de comunicación para funcionarios - Aumento de calidad de servicios nuevos - Equipo de tanqueo de maquinaria - Hojas de vida desactualizadas de equipos menores – maquinaria. - Falta de quipos como cámaras y computadores para el personal de campo y staff
<p>AMENAZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Alta competencia de empresas que realizan la misma labor. - Aumento de paros y bloqueos en las áreas de operación de la empresa - Aumento repentino de los costos de vehículos como camionetas y busetas - Aumentos de los precios de los insumos. - Aumento de los impuestos estatales. - No cumplimiento de los PDT por temas del medio ambiente (lluvias) 	<p>ESTRATEGIAS FA</p> <ul style="list-style-type: none"> - Revisión diaria de los trabajos que se adelantan. - Cumplimiento de los cronogramas de trabajo. - Capacitaciones constantes del personal para mayor competitividad laboral. - Verificar que el personal contratado cuente con la experiencia y el conocimiento idóneo - Revisión de todos los gravámenes que el gobierno implemente para no tener perjuicios económicos. 	<p>ESTRATEGIAS DA</p> <ul style="list-style-type: none"> - Compra de quipos de comunicación como celulares y/o avanteles. - Constante mejora en los procesos o procedimientos que se realicen en las obras. - Tener un vehículo tipo cisterna para abastecimiento de combustible de equipo. - Creación del banco de datos de los equipos con los que cuenta la empresa. - Cumplimiento a cabalidad de los estándares de calidad.

Continuación Tabla 1

OPORTUNIDADES	ESTRATEGIAS FO	ESTRATEGIAS DO
<ul style="list-style-type: none"> - Seguimiento del mercado donde la empresa puede atender y aun no lo está haciendo. - Mejor los productos que se genera los a los clientes. - Implementación de nuevos mercados. - Implementación de nuevos procesos. - Actualización de maquinaria y equipos. - Sistematización de los procesos dentro de la empresa. - Compra de los materiales de excelente calidad y por cantidad. - Empresa de la zona de influencia del mercado en el que se desempeña. - Tener ciudades principales cerca de las operaciones que garantiza que cuente con cualquier material que se requiera y en poco tiempo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cambio de equipos y máquinas para renovación del parque automotor. - Entrega oportuna de las obras para mayor credibilidad de la empresa. - Contratación del personal necesarios para los trabajos que se realizan. - Investigación profunda del mercado. - Actualización periódica del portafolios de la empresa. - Actualización de la página web. 	<ul style="list-style-type: none"> - Gran cantidad de hojas de vida para escoger idóneo. - Distancias cortas entre los proyectos que desarrolla la empresa. - Precio de los materiales ajustados a los del mercado nacional. - Cambio de los procedimientos constructivos.

Nota: La anterior tabla muestra las estrategias formuladas de acuerdo a las fortalezas, debilidades, amenazas y oportunidades. Autor del proyecto.

1.2.1 Planteamiento del problema. En los últimos años el crecimiento poblacional de Colombia ha aumentado considerablemente, así mismo la necesidad de infraestructura vial ha incrementado debido a que cada día son más vehículos los que circulan por el país.

WAMCOL SAS actualmente ejecuta proyectos de mejoramiento, construcción y rehabilitación de vías con asfalto natural en frío para satisfacer las necesidades viales de la

comunidad, encaminando a tener una movilidad cómoda y segura en el Magdalena medio, y además contribuir con el medio ambiente ya que este novedoso material es ecológico.

En estos proyectos cuyo alcance es alto, se requiere contar con recurso humano que este en constante supervisión y seguimiento para evitar que se presenten retrasos, sobrecostos y otros imprevistos debido a la baja planificación y programación de las actividades a realizar.

Es por esto que es necesario personal de apoyo, que colabore en el control de los procesos que se llevan a cabo diariamente, para que contribuya en el seguimiento técnico de las obras asignadas en cuanto a calidad, costo, tiempo y alcance, para que dé solución a los imprevistos que se presenten en la ejecución de las obras.

1.3. Objetivos de la pasantía

1.3.1 General. Apoyar técnicamente en la dependencia de dirección para las obras asignadas por la empresa WAMCOL SAS en el municipio de San Martín, Cesar.

1.3.2 Específicos. Ejecutar un control de seguimiento de los proyectos mediante memorias de cálculo de avances, con el fin de que se garanticen los planes de trabajo.

Supervisar que las obras ejecutadas por la empresa cumplan con los estándares de calidad, con el fin de garantizar el cumplimiento de las especificaciones técnicas.

Realizar el procedimiento de diseño estructural del pavimento con capa de rodadura en asfalto natural MAPIA

Redactar un artículo basado en el uso y características del asfalto natural empleado en la empresa

1.4. Descripción de las actividades a desarrollar

Tabla 2

Descripción de las actividades a desarrollar durante la pasantía en la empresa WAMCOL SAS en el municipio de San Martín, Cesar

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ACTIVIDADES A DESARROLLAR
	Ejecutar un control de seguimiento de los proyectos mediante memorias de cálculo de avances, con el fin de que se garanticen los planes de trabajo.	<p>Realizar visitas de campo.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Registrar detalladamente todas las actividades ejecutadas durante el día con sus respectivas cantidades. - Revisar que las actividades se estén ejecutando de acuerdo a la programación inicial. - Evaluar el cumplimiento del presupuesto programado con el ejecutado. - Elaborar informes de avance de la obra. - Registro fotográfico.
Servir de apoyo técnico en la dependencia de dirección para las obras asignadas por la empresa WAMCOL SAS en el municipio de San Martín, Cesar.	<p>Supervisar que las obras ejecutadas por la empresa cumplan con los estándares de calidad, con el fin de garantizar el cumplimiento de las especificaciones técnicas.</p> <p>Realizar el procedimiento de diseño estructural del pavimento con capa de rodadura en asfalto natural MAPIA</p> <p>Redactar un artículo basado en el uso y características del asfalto natural empleado en la empresa</p>	<p>Conocer las actividades que conforman el proyecto.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Conocer los diferentes procesos constructivos de las actividades que conforman las obras asignadas. - Verificar que los materiales, equipos y mano de obra cumplan con los requerimientos estipulados. <p>Inspeccionar que las actividades se estén ejecutando de acuerdo a lo estipulado en las especificaciones técnicas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Analizar el método empleado para el diseño del asfalto - Realizar el procedimiento de diseño estructural del pavimento con capa de rodadura, - Recolectar información. - Redacción del artículo.

Nota: En la anterior tabla se detallan las actividades que se desarrollaron para dar cumplimiento a cada objetivo específico y general. Autor del proyecto.

Capítulo 2. Enfoques referenciales

Las mediciones de las variables y parámetros se refieren fundamentalmente a la variabilidad que se define en el diseño con respecto a los valores que se obtienen en terreno de acuerdo a las varianzas es necesario conocer sus parámetros estadísticos asociados, de modo de poder manejar estas variables en forma correcta. Cada una de estas variables y parámetros pueden variar en un rango muy amplio.

Los usuarios tienen la percepción del nivel de servicio del pavimento, es decir; serviciabilidad que se sintetiza en la condición actual del pavimento, estado funcional del pavimento cambios de dicha condición en el futuro (PROESTECH, 2018).

Riesgo; es una vinculación entre la disposición del individuo, el peligro y la fragilidad presentes en una localidad en este contexto se ha de guardar una serie de precauciones, componentes que se deben tener en cuenta para no exponer la vida, contrarrestando las circunstancias de amenazas aunado a un entorno de fragilidad (ITSEMAP, 2003).

Vulnerabilidad: es la carencia de soporte de la obra y la población de sobrellevar apropiadamente los daños de los fenómenos, está sujeta a la ubicación de la infraestructura, de los hechos que surgen de esta, así como también de la información que suministre la población a cuenta de donde se evidencie el riesgo (Vargas, 2018).

Infraestructura vial. La facilidad e interconectividad terrestre requeridas para el sistema de centros poblados, áreas rurales y territorios en su conjunto e integridad, desarrollando y proyectando bajo un modelo de perfeccionamiento territorial que se planea hacia la mejora sostenible y en armonía con el medioambiente es lo que conocemos como infraestructura vial, es decir; es el medio mediante del cual se le concede conectividad terrestre al país para el transporte

de individuos y de carga, admitiendo ejecutar acciones productoras, de servicios, de entretenimiento y turísticas (Vallverdu, 2019).

Proyecto vial. El conjunto de labores y presentaciones a lo largo del tiempo para las calles o avenidas que podrán ser señaladas vías oficiales, precisa la práctica en una necesidad sentida de dirección a un área o transporte; siempre en correspondencia con los avances de la nación atendiendo a una dificultad o carencia oculta en una localidad, relativo al tema de transporte o dirección a ciertos lugares, lo cual es producido en gran parte por el desarrollo o expansión (Torrealba, 2002).

2.1. Enfoque legal

Ley 769 (06/08/2002)

La Ley 769 del 6 de agosto de 2002, aparecida en el Diario Oficial número 44.893 del 7 de agosto de 2002, Por la cual se consigna el Código Nacional de Tránsito Terrestre y se dictan otras prácticas (INVIAS, 2002).

Decreto 2618 de 2013

Por el cual se cambia la organización del Instituto Nacional de Vías, INVIAS, y se prescriben otras prácticas (INVIAS, 2003).

Decreto N° 2171 (30/12/1992)

Por el cual se reforma el Ministerio de Obras Públicas y Transporte como Ministerio de Transporte y se extirpan, congregan y reforman entidades de la rama ejecutiva del orden Nacional (INVIAS, 1992).

Resolución N° 000890 del 8 de marzo de 2012

Por la cual se instituye los parámetros, el diseño que deben sujetar las vallas informativas de las obras de infraestructura del INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS -INVIAS, la AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA, y la UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE AERONÁUTICA CIVIL -AERO CIVIL (INVIAS, 2012).

Resolución N° 004334 (05/10/04)

Mediante la cual se faculta una jurisdicción, se instaura la forma, se establecen los requisitos y se afilian los documentos modelo para la cancelación de los contratos acreditados por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS, 2004).

Memorando Circular AOJ - 45358

Por el cual se normaliza la Compromiso de los Inspectores que actúan en la contratación del Instituto Nacional de Vías (INVIAS, 2004).

Resolución N° 01148 del 14 de marzo de 2008

Por la cual se instituyen los cargos u deberes de los Inspectores de Proyectos de Contratos de Obras, Consultoría, Ambientales, Sociales (INVIAS, 2008).

Resolución N° 02944 del 13 de junio de 2008

Por la cual se instauran las medidas mínimas de reconocimiento para posibilitar los proyectos de transformación de infraestructura vial territorial en inversión de los recursos del Fondo Nacional de Regalías (INVIAS, 2008).

Resolución N° 003288 del 15 de agosto de 2007

Por la cual se restauran las Descripciones Ordinarias de Construcción de Vías para los contratos de obra acreditados por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS, 2007).

Resolución N° 03662 del 13 de agosto de 2007

Mediante el cual se instaura la manera para exigencia de reglamentos y se marcan las causales y cuantías para para hacer segura la disposición de sanciones en los contratos acreditados por el INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS (INVIAS, 2007).

Resolución N° 2566 - 2567 del 16 de junio de 2010

Por la cual se forman las ocupaciones u compromisos de los procuradores técnicos de planes de contratos, ambientales, sociales, prediales y administrativos y se establecen otras disposiciones (INVIAS, 2010).

Capítulo 3. Informe de cumplimiento de trabajo

3.1. Presentación de resultados

3.1.1 Ejecutar un control de seguimiento de los proyectos mediante memorias de cálculo de avances, con el fin de que se garanticen los planes de trabajo. Para la realización de este objetivo, se realizaron las visitas de campo a las obras correspondientes a mantenimientos de vía. Se hizo el registro detallado de todas las actividades ejecutadas durante el día con sus respectivas cantidades, se revisaron las actividades ejecutadas de acuerdo a la programación inicial. Se evaluó el cumplimiento del presupuesto programado con el ejecutado, diariamente se elaboró el informe del avance de la obra con su respectivo registro fotográfico. En la tabla 3 se muestra la información general del proyecto ejecutado. En el apéndice A se pueden encontrar las memorias de cálculo realizadas.

Tabla 3

Información general del contrato

OT:	270170007-8000000209
Objeto:	SERVICIO DE MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL, CON CARGO AL CONTRATO MARCO DE VÍAS 270170007
Alcance	Servicio de mejoramiento de vía de acceso campo acordeonero con emulsión asfáltica, asfalto natural, estabilización y material.
Valor Contractual	\$ 1.568.868.172 (IVA Incluido)
Valor ejecutado	\$ 2.124.776.130 (IVA Incluido)
Plazo de ejecución	Sesenta y cinco (65) días calendarios
Fecha de Inicio	04/02/2019

Continuación tabla 3

Fecha de terminación	15/05/2019
Tiempo de ejecución	Cien (100) días calendarios
Periodo contractual	04/02/2019 a 10/04/2019

Nota: En la tabla anterior información general del proyecto Servicio de mejoramiento de vía de acceso campo Acordionero con emulsión asfáltica, asfalto natural, estabilización y material. Autor del proyecto

3.1.1.1. Realizar visitas de campo. Para el desarrollo de esta actividad se cumplió con el siguiente horario laboral: lunes a jueves de 7:00am a 12:00 pm y 1:00pm a 5:30pm y viernes de 7:00am a 12:00 pm y 1:00pm a 5:30pm. Obteniendo así un total de 9,5 horas diarias de lunes a jueves y 10 horas los días viernes, cumpliendo con un total de 48 horas semanales durante el periodo comprendido entre el 28/04/2019 al 26/07/2019, en las obras asignadas por la empresa.

3.1.1.2. Revisar que las actividades se estén ejecutando de acuerdo a la programación inicial. Para el desarrollo de esta actividad fue necesario realizar la alimentación de la Curva S (Ver figura 2), para así observar el avance real del proyecto de acuerdo con lo programado y determinar su desviación.

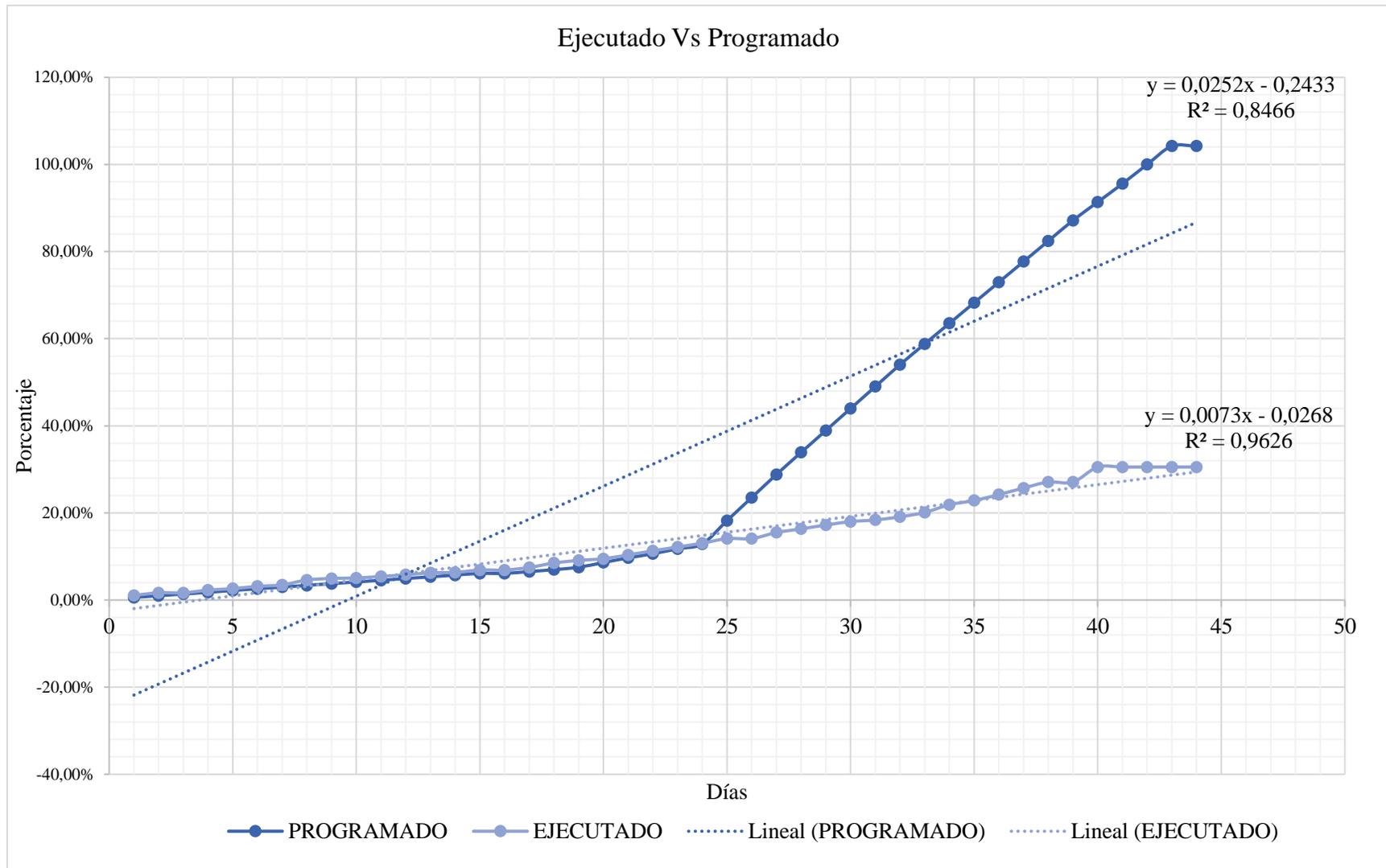


Figura 2 Curva S del proyecto. Autor del proyecto.

Los trabajos en el área fueron complejos, ya que debido a la constante circulación de vehículos se dificultaron los cierres viales, puesto que los transeúntes de cada empresa no fueron tan pacientes a la hora de esperar; lo que generó que el rendimiento no fuera el esperado, además de esto, la comunidad se encontraba insatisfecha con la implementación de un material poco conocido en la región ocasionando bloqueos y generando que se presentarían retrasos en la ejecución de la obra.

Adicionalmente el contratante aumento las cantidades contractuales lo que generó que tanto el tiempo como los costos del proyecto aumentarán, contribuyendo a que la obra no se entregará en el tiempo establecido inicialmente.

3.1.1.3. Evaluar el cumplimiento del presupuesto programado con el ejecutado. Para poder evaluar el cumplimiento del presupuesto en las diferentes actividades que conforman el proyecto, se analizaron las cantidades ejecutadas con las contratadas, para así notar la variación del presupuesto. Los datos arrojados se pueden observar en la Tabla 4.

Tabla 4

Presupuesto Mejoramiento de vía de acceso campo acordeonero con emulsión asfáltica, asfalto natural, estabilización y material

PRESUPUESTO CONTRATO No. 270170007 – 8000000209: MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL							
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CONTRACTUAL			EJECUTADO	
			CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	CANTIDAD	VALOR TOTAL
CAPITULO 1. Mantenimiento vía con Emulsión							
1.1	Suministro de materiales (suministro material, explotación, selección y cargue)						
1.1.1	Suministro de material de río fuente - la Torcoroma máx. 2 pulg	M3	735	\$13.426,0	\$ 9.868.110,00	1.778,0	\$ 23.871.428,00
1.2	Maquinaria / Equipo				\$ -		\$ -
1.2.1	Retrocargador CAT 428	Hora	56	\$ 120.000	\$ 6.720.000,00	20,5	\$ 2.460.000,00
1.2.2	Motoniveladora CAT 120H	Hora	28	\$ 155.000	\$ 4.340.000,00	64,0	\$ 9.920.000,00
1.2.3	Volqueta capacidad 7m3	Día	14	\$ 580.000	\$ 8.120.000,00	225,0	\$ 130.500.000,00
1.3	Movilización Maquinaria / Equipos				\$ -		\$ -
1.3.1	Movilización y Desmovilización Maquinaria	Unidad	3	\$ 1.800.000	\$ 5.400.000,00	8,0	\$ 14.400.000,00
1.3.2	Movilización interna a menos de 30 kms	Unidad	1	\$ 800.000	\$ 800.000,00	13,0	\$ 10.400.000,00
1.4	Actividades				\$ -		\$ -
1.4.1	Acarreo de Material de río	M3/Km	17640,0	\$ 1.338	\$ 23.602.320,00	45.113,6	\$ 60.361.996,80
1.4.2	Mantenimiento de vía mediante tratamiento superficial con emulsión asfáltica CRL-1 (escarificación, mezcla, homogenización, conformación, compactación y sellado) No incluye materiales.	km	3,5	\$ 24.786.424	\$ 86.752.484,00	4,7	\$ 116.496.192,80
CAPITULO 2. Retiro de carpeta Emulsionada							

Continuación tabla 4

2.1	Retrocargador CAT 428	Hora	68,0	\$ 120.000	\$ 8.160.000,00	68,0	\$ 8.160.000,00
2.2	Acarreo de Material de Cantera	M3/Km	18144,0	\$ 1.338	\$ 24.276.672,00	79.223,5	\$ 106.001.043,00
CAPITULO 3. ESTABILIZACIÓN SUBRASANTE					\$ -		\$ -
3.1	Estabilización terreno	km	2,7	\$ 34.801.010	\$ 93.962.727,00	2,7	\$ 93.962.727,00
3.3	Manejo y aplicación de cemento	kg	259200,0	\$ 100	\$ 25.920.000,00	185.000,0	\$ 18.500.000,00
3.4	Comisión topográfica	Und	1,0	\$ 11.291.656	\$ 11.291.656,00		\$ -
CAPITULO 4. IMPRIMACIÓN + MAPIA							
4.1	Imprimación	m2	18900,0	\$ 2.649	\$ 50.066.100,00	18.900,0	\$ 50.066.100,00
4.2	Suministro e instalación asfalto natural (Mapia o similar)	m3	1755,0	\$ 517.051	\$ 907.424.505,00	1.650,0	\$ 853.134.150,00
4.3	Comisión topográfica	Und	1,0	\$ 11.291.656	\$ 11.291.656,00	0,9	\$ 10.162.490,40
CAPITULO 5. ADICIONALES							\$ -
5.1	Reconformación vía (Mínimo 0.10 mts) y cuneteado	km		\$ 3.294.222		1,0	\$ 3.294.222,00
5.2	Auxiliar de obra	jornal		\$ 170.407		131,5	\$ 22.408.520,50
5.3	Vibrocompactador	hora		\$ 120.000		116,0	\$ 13.920.000,00
5.4	Carro tanque de agua	día		\$ 724.800		29,0	\$ 21.019.200,00
5.5	Mixer	día		\$ 1.300.000		7,0	\$ 9.100.000,00
5.6	Material de cantera el Pescado máx. 2 pulg	m3		\$ 15.964		2.632,0	\$ 42.017.248,00
5.7	Retroexcavadora	hora		\$ 165.000		368,0	\$ 60.720.000,00
5.8	Suministro de refrigerios	unidad		\$ 5.000		1.011,0	\$ 5.055.000,00
5.9	Bulldozer	hora		\$ 155.000		99,0	\$ 15.345.000,00

Continuación tabla 4

5.10	Laboratorista	jornal	\$ 221.200		26,0	\$ 5.751.200,00
5.11	Reajuste de precio de busetas	glo	\$ 4.250.000		1,0	\$ 4.250.000,00
5.12	Reajuste de precio de camionetas	glo	\$ 3.045.000		1,0	\$ 3.045.000,00
5.13	Bonos personal	glo	\$ 7.140.000		1,0	\$ 7.140.000,00
5.14	Pérdidas de tiempo por paso de vehículos en la vía (personal)	glo	\$ 161.928.031		1,0	\$ 161.928.030,50
5.15	Horas maquina perdidas por paso de vehículos	glo	\$ 55.955.000		1,0	\$ 55.955.000,00
5.16	Horas extras por trabajos sabatinos, dominicales y festivos	glo	\$ 38.361.000		1,0	\$ 38.361.000,00
5.17	Recursos por paros	glo	\$ 25.575.987		1,0	\$ 25.575.986,50
5.18	Movilización y desmovilización de equipos finishert, hyster y tándem	glo	\$ 17.600.000		1,0	\$ 17.600.000,00
5.19	Hora adicional Finishert	hora	\$ 55.000		64,0	\$ 3.520.000,00
	COSTO DIRECTO					\$1.277.996.230,00
	ADMINISTRACIÓN		15%	\$ 191.699.434,50		\$ 303.660.230,33
	IMPREVISTOS		3%	\$ 38.339.886,90		\$ 60.732.046,07
	UTILIDAD		4%	\$ 51.119.849,20		\$ 80.976.061,42
	VALOR TOTAL ACTA (SIN IVA)			\$1.559.155.400,60		\$2.469.769.873,31
	IVA		19%	\$ 9.712.771,35		\$ 15.385.451,67
	VALOR TOTAL ACTA (IVA Incluido)			\$1.568.868.171,95		\$2.485.155.324,98

Fuente: Autor

Teniendo en cuenta la tabla anterior se puede observar que se presentaron variaciones en el presupuesto debido a cambios en las cantidades contratadas con las ejecutadas, esto se debe a que interventoría realizó modificaciones durante la ejecución del mismo.

El proyecto inicialmente estaba evaluado en Mil quinientos sesenta y ocho millones ochocientos sesenta y ocho mil ciento noventa y un pesos (\$1.568.868.191) pero al final incrementó a Dos mil cuatrocientos ochenta y cinco millones ciento cincuenta y cinco mil trescientos veinticuatro (\$2.485.155.324) un 58% más del valor contratado.

3.1.1.4. Elaborar informes de avance de la obra. Los informes de avance de obra corresponden al seguimiento diario de las actividades ejecutadas, contratadas y acumuladas en el frente de trabajo, este seguimiento se hizo en un informe diario como lo muestra la figura 3, en formato digital en un archivo de EXCEL, establecido por la empresa Gran Tierra Energy para sus contratistas, que junto con la orientación del residente de obra se llevó a cabo durante el tiempo correspondiente, con el fin de supervisar el control de obra ejecutada.

Este informe consta de varios capítulos los cuales se describirán a continuación:

El capítulo 1 se llama Descripción de actividades, aquí se encuentra la estructura de desglose de trabajo con sus respectivas unidades, además se observan las cantidades acumuladas y se contemplan las cantidades realizadas durante el día.

En el capítulo 2 se especifica la mano de obra presente en la ejecución del proyecto, también los equipos empleados con las actividades realizadas.

El capítulo 3 es nombrado aspectos generales, aquí se tiene en cuenta los aspectos HSE, así como las afectaciones causadas por la comunidad y por lluvia.

El capítulo 3.5 se denomina bitácora de obra aquí se registran detalladamente todas las actividades ejecutadas en el transcurso de la jornada laboral, esto nos ayuda a dar un seguimiento de todos los trabajos que se realizan y a conocer los eventos más destacados de la obra, en este capítulo también se puede observar el avance de obra tanto programado como ejecutado, así como la desviación del proyecto.

Por último, en el capítulo 4 se encuentran las personas responsables durante la ejecución y cumplimiento del proyecto.

En el apéndice B se encuentran los informes de avance de obra diligenciados en el tiempo que duró la pasantía.

CONTRATO No. 07-800000209		REPORTE DIARIO DE OBRA					
INTERVENIOR: JAVIER PINZÓN		PDC F-004					
CONTRATISTA: WAMCOL S.A.S		Versión 1					
URBICACIÓN: CAMPO ACORDIONERO		Septiembre de 2015					
MUNICIPIO: SAN MARTÍN		FECHA REPORTE: 4/9/2015					
DEPARTAMENTO: CESAR		DÍA DE INICIO: 2/4/2015					
NOMBRE DEL CONTRATO: MEJORAMIENTO DE LA VÍA ACCESO AL CAMPO ACORDIONERO CON EMALCIÓN, MAPA, ESTABILIZACIÓN		SABADO					
CAMPO/POZO: ACORDIONERO							
1 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES		ACUMULADO ANTERIOR	UNIDAD	CANT.			
1.8	Material de no fuente - la topografía no está	1,737.0	M3				
3.0	MAQUINARIA / EQUIPO	-					
3.1	Retrocargador CAT 426	-	HORA				
3.2	Motocavadora CAT 120H	427.0	HORA	3.0			
3.3	Volqueta capacidad 7m3	29.83	ORA	5.25			
4.0	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN EQUIPOS Y MAQUINARIA	-					
4.1	Movilización y desmovilización maquinaria	3.0	UNO				
4.2	Movilización interna a menos de 30km	7.0	UNO	1.0			
5.0	ACTIVIDADES	-					
5.1	Acarreo de material de río	37,817.3	M3/VIA	-			
5.2	Mantenimiento de vía mediante emulsión asfáltica (t 1)	3.7	KM				
5.3	Retrocargador CAT 426	10.5	HORA				
5.4	Acarreo de material de canchales	-	M3/VIA	27,898.00			
6.0	ESTABILIZACIÓN SUBRASANTE	-					
6.1	Estabilización terreno	0.4	M2				
6.2	Mantenimiento y aplicación de cemento	18,000.0	KG				
6.3	Corrección topográfica	0.3	UNO	0.03			
8.0	IMPRESIONADO - MAPA	-					
8.1	Impresión	-	M2				
8.2	Suministro e instalación asfalto natural (pesado)	-	M2				
8.3	Corrección topográfica	-	UNO				
ADICIONALES		-					
	Seto con emulsión asfáltica (t 1)	1,196.0	M2				
	Reconstrucción de bache (0.30 m2) y cuadrado	1.0	ORA				
	Auxilio de obra	123.5	JORNAL	8.00			
	Vibrocompactador	202.0	HORA	4.0			
	Carretones de agua	41.0	ORA	1.0			
	Retrocargador	8.0	HORA				
	Mixer	7.8	ORA				
	Retrocavadora	38.5	HORA	15.0			
	Bulldozer	14.0	HORA	-			
	Laboratorio	3.0	JORNAL	1.0			
	Cargador	2.0	HORA				
	Material de canchales el Pescado m3. 2 (vía)	-	M3	508.0			
2.1 PERSONAL		CANT.	HR	EQUIPO	UNIDAD	CANT.	ACTIVIDAD
1	MANO DE OBRA NO CALIFICADA	8	84	BUSETA Y CAMIONETA	UNIDAD	2	Transporte personal
2	OPERADORES/CONDUCTORES	7	56	EQUIPO DE TOPOGRAFIA	CONDICION	1	instalación total
3	SUPERVISORES/TOPOGRAFIA/LABORATORISTA	4	32	VOLQUETA SENCILLA	UNIDAD	3.25	Seto de material, lavado material
4	CONTROLADOR VIAL	4	32	MIXCARGADOR	HR	0	
5	OFICIALES DE OBRA			CARROTAJUE COX RINGADOR	ORA	1	Meja producto prove
6	HSE	1	8	RETROCAVADORA (Z)	HR	19	Cargas material de ser 1, mezcla
7	CADENERS			MOTONIVELADORA(1)	HR	5	Standby
8	PRACITICANTE INGENIERIA			CARROTAJUE DE EMULSION	UNO	0	
	TOTAL	24	192	BULDOZER	HR		
				VIBROCOMPACTADOR	HR	4	Compactación y seteo
3 ASPECTOS GENERALES		CONDICIONES CLIMATICAS					
3.1 HSE		LUBRICA					
Charla diaria de 5 minutos, divulgación de est. revisión del área proximo de actividades, revisión preoperacional de camióneta.		LUBRICA [
Mantenimiento, buseta, vibrocompactador, orden y aseo, asistencia de 5 minutos, divulgación de los peligros de la vía		LUBRICA [
		LUBRICA [
		LUBRICA [
3.2 COMUNIDADES		AFECTACIÓN CAUSADA					
3.3 CHARLA HSE Y COMUNIDADES		3.4 NO CONFORMIDAD					
ENFERMEDADES VENÉREAS		PERSONAL CONTRATADO		PERSONAL ASISTENTE		% ASISTENCIA	
		24		24		100%	
3.5 BITACORA DE OBRA							
1 Se instalan trabajos a las 7am,							
2 Llegan al acopio listo de WAMCOL 84 viajes de material canchales el pescado, los cuales se distribuyen en 4 acopios de 21 viajes cada uno para mezclar con el material traído del corte de la vía acordionero.							
3 Se inicia el proceso de mezcla del material de corte de la vía acordionero y arcilla traída de la canchales el pescado, en el acopio de Wamcol, se homogenizan 21 viajes del pescado con 12 viajes del corte de la vía acordionero. Retrocavadora 2 horas.							
4 Se realiza movilización de la retrocavadora que estaba en PAD CENTRAL para la vía, para cortar y cargar el material de la vía acordionero, este material se transporto en volquetas hasta el acopio donde se realiza la mezcla, esto para dejar habilitado el tramo de 105 m.							
5 Salieron 30 viajes de material de 7m3 para el acopio del corte de la vía.							
3.6 AVANCE DE OBRA		PROGRAMADO: 91.37%		DESVIACIÓN: -40.8%			
		EJECUTADO: 35.5%					
4 FIRMAS RESPONSABLES							
NOMBRE		CARGO		EMPRESA		FIRMA	
ENRIG MORALES		DIRECTOR DE OBRA		WAMCOL			
EDWIN HUMBERTO GARCÍA GIL		RESIDENTE DE OBRA		WAMCOL			
REMIERTO ANTONIO OSORIO		SUPERVISOR DE OBRA		WAMCOL			
ÁLVARO MEZA		SUPERVISOR DE OBRA		WAMCOL			

Figura 3. Formato reporte diario de obra. Gran Tierra Energy inc.

3.1.2. Supervisar que las obras ejecutadas por la empresa que cumplan con los estándares de calidad, con el fin de garantizar el cumplimiento de las especificaciones técnicas.

3.1.2.1. Conocer las actividades que conforman el proyecto. Para cumplir esta actividad se hace necesario la descripción de cada una de las actividades que se ejecutaron en la obra, las cuales se describen a continuación:

Material de rio fuente-la Torcoroma máx. 2 pulg: Material suministrado y dispuesto para tapado y nivelación de la vía en los tramos críticos dispuestos por el gestor del área y/o el autorizado por el cliente.

Retro cargador CAT 428: Este equipo es utilizado para realizar el regado de material por la vía.

Motoniveladora: Se suministra equipo para realizar el extendido y nivelación de material para reconfiguración.

Volqueta Capacidad 7 m³: Vehículo encargado en el transporte de material necesario para el mejoramiento de vía.

Movilización y desmovilización maquinaria: Se inicia con la movilización de maquinaria para la ejecución de las actividades contractuales, la maquinaria movilizada para este proyecto fue retro cargador, motoniveladora.

Acarreo de material de rio: Corresponde al material traído de fuente la Torcoroma, mediante volquetas sencillas.

Mantenimiento de vía mediante tratamiento superficial con emulsión asfáltica CRL-1 (escarificación, mezcla, homogenización, conformación, compactación y sellado) No incluye

materiales: Se realiza escarificación, mezcla, conformación, compactación y sellado para el mantenimiento de vía con emulsión asfáltica.

Acarreo de material de cantera: Corresponde al material de recebo traído de la fuente Pescado, mediante volquetas sencillas.

Comisión topográfica: es la encargada de realizar y garantizar la delimitación de los tramos de vía.

Estabilización del terreno: consiste en dar estabilidad al suelo en la vía para mejorar sus cualidades mecánicas y portantes.

Manejo y aplicación de cemento: Consiste en la aplicación del cemento en los tramos afectados de la vía.

Imprimación: Trabajo que consiste en el suministro y aplicación de un riego al terreno con una mezcla de material de emulsión asfáltica y agua.

Suministro e instalación de asfalto natural (Mapia): trabajo que consiste en la extensión del asfalto a lo largo de la vía, luego se realiza la compactación para darle textura y lisura a la capa.

Reconformación vía (Mínimo 0.10 mts) y cuneteado: Trabajo que consiste en la escarificación, nivelación y compactación con el fin de homogeneizar la superficie del terreno en ejecución, además de la elaboración de estructuras que sirva para el desagüe de la vía.

3.1.2.2. Conocer los diferentes procesos constructivos de las actividades que conforman las obras asignadas. Para el desarrollo de este objetivo se describe el proceso constructivo de cada una de las actividades que conforma el proyecto, como se puede observar en la tabla

Tabla 5

Descripción procesos constructivos

Actividad	Proceso constructivo
Material de rio fuente-la Torcoroma máx. 2 pulg:	N/A
Movilización y desmovilización maquinaria:	N /A
Acarreo de material de rio:	N/A
Mantenimiento de vía mediante tratamiento superficial con emulsión asfáltica CRL-1 (escarificación, mezcla, homogenización, conformación, compactación y sellado) No incluye materiales	<ul style="list-style-type: none"> - Se realiza escarificación del terreno - Se aplica emulsión asfáltica CRL -1 con carro tanque irrigador garantizando la distribución uniforme del material. - Se realiza mezcla y homogeneización de la emulsión asfáltica con el terreno escarificado. - Una vez homogeneizado el material se continua con la conformación y nivelación de área para garantizar los espesores de diseño. - Luego con un compactador neumático se realiza fijación de los agregados teniendo el control del número de pasadas para evitar fracturas en éstos. - Se comprueba la cohesión del material. - Se realiza un barrido para eliminar el material que haya quedado suelto. - Después de 24 horas se da apertura al tránsito.
Comisión topográfica:	<ul style="list-style-type: none"> - Se realiza levantamiento del terreno para demarcar longitud, ancho y espesor del tramo de vía en ejecución, para esto se instalan estacas con el fin de tener puntos de referencia.

Continuación tabla 5

Estabilización del terreno:

- Se debe preparar el área de trabajo, para esto es necesario realizar corte y retiro de capa de carpeta asfáltica con el fin de que la superficie no tenga sobre tamaños ni materia orgánica que afecte posteriormente la estructura.
 - Luego, se realiza compactación con vibrocompactador para verificar el estado del terreno.
 - Después, se realiza premezclado de material de recebo (que contenga mínimo el 5% de arcilla) con cemento.
 - Una vez terminado el premezclado se realiza ensayo de proctor para conocer la humedad del material y así poder determinar el agua necesaria para obtener la humedad óptima.
 - Se suministra la cantidad de agua arrojada en el resultado de laboratorio (se recomienda adicionar entre 2 y 3% más del valor obtenido) en un carro tanque para que en ésta se agregue aditivo proestech.
 - Luego, se aplica el agua con aditivo a la mezcla de recebo con cemento para que ésta empieza a tener una reacción de endurecimiento.
 - Con la ayuda de una retroexcavadora se realiza el mezclado de los agregados (Agua, aditivo proestech, recebo y cemento) hasta que todos los componentes queden homogenizados.
 - Se realiza cargue de material desde la planta hasta el frente de trabajo.
 - Una vez suministrado el material, se continúa con la extensión de la mezcla con la ayuda de una motoniveladora hasta obtener el espesor deseado
 - Una vez extendido el material se debe compactar para evitar la deshidratación de la mezcla.
 - Por último, al terminar la capa estabilizada se prosigue a realizar el curado con agua los dos días siguientes a la aplicación, durante este tiempo se debe evitar el paso de vehículos
-

	por la estructura para garantizar que no se presenten ahuellamientos y fisuras.
Manejo y aplicación de cemento:	<ul style="list-style-type: none"> - Se suministra material de recebo. - Se calcula la cantidad de cemento necesaria para el material suministrado. - Por último, se aplica el cemento con el material de recebo para su posterior mezclado.
Imprimación:	<ul style="list-style-type: none"> - Se prepara la superficie que va a ser imprimada retirando todo material suelto o extraño que se pueda encontrar. - Se aplica emulsión asfáltica CRL -1 de manera uniforme con la ayuda de un soplador sobre la superficie, con el fin de ayudar a adherir el material de base granular con la capa aplicada para estabilizar el terreno.
Suministro e instalación de asfalto natural (Mapia):	<ul style="list-style-type: none"> - Se suministra el material asfáltico. - Luego, con la ayuda de la finisher se extiende el material logrando que quede de manera regular sobre la superficie. - Después, se realiza la compactación a través de un compactador vibratorio doble rodillo. - Por último, se emplea el compactador neumático para sellar el material y poder dar apertura al tránsito.

Fuente: Autor.

3.1.2.3. Verificar que los materiales, equipos y mano de obra cumplan con los requerimientos estipulados. Conforme a las características de la obra, se hace necesario examinar continuamente la calidad e idoneidad de los recursos empleados para la ejecución de las diferentes estructuras a construir, ya que mediante el estudio y la verificación de estos se puede establecer la calidad de los trabajos realizados y determinar si satisfacen o no las necesidades por los cuales fueron creados.

Durante todo el proyecto se verifico que los recursos a utilizar cumplieran con los estándares de calidad contemplados en las especificaciones del proyecto, para después

establecer si éstos cumplen o no con requerimientos necesarios. En la tabla 6 se puede observar los resultados del seguimiento realizado en obra.

Tabla 6

Seguimiento de actividades

Descripción de la actividad	Materiales		Equipo		Mano de obra	
	Cumple	No Cumple	Cumple	No Cumple	Cumple	No Cumple
Suministro de material de río fuente – la Torcoroma máx. 2 pulg	X		N/A	N/A	N/A	N/A
Movilización y desmovilización de maquinaria / equipos			X		X	
Mantenimiento de vía mediante tratamiento superficial con emulsión asfáltica CRL -1 (escarificación, mezcla, homogenización, conformación, compactación y sellado)	X		X		X	
Estabilización del terreno	X			X	X	
Manejo y aplicación del cemento	X		X		X	
Comisión topográfica	X		X			X
Imprimación	X		X		X	
Suministro e instalación de asfalto natural (Mapia o similar)	X			X	X	
Reconformación de vía (Mínimo 0,10mts) y cuneteado	X		X		X	
Suministro de material de cantera el pescado máx. 2 pulg	X		N/A	N/A	N/A	N/A

Fuente: Autor.

Para cumplir con el objetivo de esta actividad diariamente se retroalimentaba el matriz control de personal y maquinaria en Excel.

Para la verificación del material empleado en la capa de rodadura de la vía fue necesario comparar si los resultados obtenidos de los laboratorios cumplían con los valores mínimos y máximos exigidos por el INVIAS, en la tabla 7 se realiza un resumen de las propiedades del asfalto natural MAPIA.

Tabla 7

Propiedades del asfalto natural MAPIA.

Propiedad	Norma de referencia	Valor	Valor mínimo	Valor máximo	Cumple
Penetración de los materiales asfálticos a 25°C y 5 s; (0,1mm)	(INV E -706-13)	83,3	60	100	SI
Ductilidad de los materiales asfálticos a 25°C, 5cm/min; (cm)	(INV-E 702-13)	100+	40	-	SI
Punto de ablandamiento de materiales bituminosos (aparato de anillo y bola) (5°C/min; (°C))	INV-E 712 (ASTM D 36)	44,9	10°	110°	SI
Viscosidad del asfalto con el método del viscosímetro capilar de vacío a 60°C y 300mmHg; (Poises)	INV-E 716 (ASTM D 2171)	1265,573		1000	SI
Viscosidad cinemática de asfaltos a 135oC; (cSt)	INV-E 712 (ASTM D 2170)	224,468			
Agua en los materiales asfálticos por destilación; (% Volumen)	INV-E 704 (ASTM D 95)	0,19	-	0,43	SI
Solubilidad de los materiales asfálticos en Tricloroetileno; (% peso)	INV-E 713-13	99,2	97,5	-	SI
Índice de penetración de cementos asfálticos	INV-E 724	-1,4	-1	+1	NO
Ensayo en el horno de lámina asfáltica delgada en movimiento – RTOF a 163Oc y 85min; (% Peso)	INV-E 720 (ASTM D 2872)	-6,422			
Penetración de los materiales asfálticos a 25OC, 100g y 5 s, al asfalto RTFO; (0,1mm)	INV-E 706 (ASTM D 5)	22,3	-	-	SI
Penetración residual		27			

Continuación tabla 7

Punto de ablandamiento de materiales bituminosos	INV-E 712 (ASTM D 36)	57,8	-	54	SI
--	-----------------------	------	---	----	----

(Aparato de anillo y bola) (5°C/min; (°C), asfalto RTFO (°C) Incremento del punto de ablandamiento, (°C)	12,9
--	------

Nota: En la tabla anterior se pueden observar los resultados obtenidos de ensayos de laboratorio, para determinar si las propiedades del material asfáltico cumplen o no con las especificaciones del INVIAS. Autor del proyecto.

De la tabla anterior la única propiedad que no cumplió las especificaciones del INVIAS fue el Índice de penetración de cementos asfálticos, el resultado obtenido indica que este material presenta mayor susceptibilidad a cambiar su penetración ante cambios de temperatura; además que son ricos en resinas y con comportamiento algo viscoso. (INV E 712, 2007).

3.1.3. Realizar el procedimiento de diseño estructura del pavimento con capa de rodadura en asfalto natural MAPIA. Ver apéndice D

3.1.4 Redactar un artículo basado en el uso y características del asfalto natural empleado en la empresa. Ver Apéndice E

Conclusiones

Gracias al seguimiento técnico mediante la elaboración de informes diarios, mediciones periódicas de las diferentes actividades, control de calidad de materiales, mano de obra y equipos interventoría recibe a satisfacción el proyecto.

Al momento de calcular la duración de las actividades en un lugar donde haya mucha transitabilidad, se debe tener en cuenta que el rendimiento será menor debido a los retrasos ocasionados por los transeúntes, para así evitar que la desviación estándar del proyecto sea elevada.

Es de vital importancia que todo proyecto de obra civil establezca especificaciones técnicas, para así tener el conocimiento necesario al momento de ejecutar cada una de las actividades que conforman el proyecto.

Con el presente estudio se puede concluir que el material MAPIA posee características que lo asemejan al asfalto 80/100 producido por procesos de refinación del crudo y puede usarse en vías con diferentes niveles de tránsito en las diferentes capas del pavimento.

Tras la revisión de los resultados obtenidos del diseño de pavimento planteado, se puede observar que los espesores ejecutados no cumplen con los valores mínimos de los parámetros de diseño.

Se debe mantener un permanente control en el proceso constructivo de las estructuras de pavimento, deberá verificarse que los equipos empleados cumplan con las Especificaciones Generales de Construcción del INVIAS 2013.

Se debe tener un control estricto en la verificación de los espesores de las diferentes capas que conforman las estructuras de pavimento, ya que la conformación de capas con

menores espesores a los obtenidos en el diseño redundará en la reducción de la vida útil proyectada de los pavimentos.

El objetivo general se logró, dando el apoyo técnico a la empresa en cada uno de los procesos elaborados para los proyectos asignados durante el transcurso de la pasantía.

Recomendaciones

La Empresa WAMCOL S.A.S, requiere ser constante en las responsabilidades presentes en la planificación de proyectos viales, minimizando los atrasos en las obras consideradamente.

Es de detallar que la empresa debe ser consciente del soporte técnico precisado por el INVIAS, destacando en esta la inspección técnica de diferentes proyectos de cara a los ritmos de ejecución, y de respetar el papel de la interventoría en los procesos de construcción.

Resulta significativo colocar interés en las etapas de los proyectos, sobrellevando correcciones de gran control para la seguridad de las obras viales, llevando implícitos una información de suma profesionalidad para compensar cualquier inconveniente.

La rotación del personal con un entero conocimiento de la especialización de su desempeño, propicia el fomento de la distribución del personal, cuestión que ha de determinar procesos de vigilancia para detectar las fallas en el tiempo específico.

En el caso de dar calidad, eficacia, excelencia en la realización de obras es de enorme valor que la interventoría conjuntamente con la dependencia de dirección para las obras fijadas, llevando a feliz término la compensación en todos sus aspectos requeridos para funcionarios de la administración Municipal para de esta manera indemnizar los daños por los proyectos viales.

Referencias

- Acuña, M., & Obando, D. (2009). Mezclas asfálticas en frío en Costa Rica, conceptos, ensayos y especificaciones. *Infraestructura Vial*(21), 18-29. Obtenido de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/vial/article/view/2015/1981>
- Bonett, G. (2014). *Guía de proceso constructivo en pavimento flexible*. (Tesis de postgrado). Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá D.C. Obtenido de <https://pdfs.semanticscholar.org/418d/be9e61087bd429166d4aa1dbe35789d2410f.pdf>
- Caro, S., & Caicedo, B. (2017). Tecnologías para Vías Terciarias: Perspectivas y Experiencias desde la Academia. *Revista de Ingeniería*(45), 12-21. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=121052004005>
- Congreso de Colombia. (22 de noviembre de 2013). Medidas y disposiciones para los proyectos de infraestructura de transporte y se conceden facultades extraordinarias. [Ley 1682 de 2013]. Recuperado de http://www.oas.org/juridico/PDFs/mesicic5_col_andje_anex8.pdf
- Figueroa, A., Reyes, F., Hernández, D., Jiménez, C., & Bohórquez, N. (2007). Análisis de un asfalto modificado con icopor y su incidencia en la mezcla asfáltica densa en caliente. *Ingeniería e Investigación*, 27(3), 5-15. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/643/64327302.pdf>
- INVIAS. (30 de diciembre de 1992). Reestructura del ministerio de obras publicas y transporte como ministerio de transporte y se suprimen, fusionan y reestructuran entidades de la rama ejecutiva del orden nacional. [Decreto N° 2171 de 1992]. Recuperado de <https://www.invias.gov.co/index.php/normativa/502-decreto-n-2171-30-12-1992/file>
- INVIAS. (6 de julio de 2002). Código nacional de tránsito terrestre y se dictan otras disposiciones. [Ley 769 de 2002]. Recuperado de <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/normatividad/500-ley-769-06-08-2002/file>
- INVIAS. (05 de octubre 2004). Liquidación de los contratos celebrados por el Instituto Nacional de Vías. [Resolución N° 004334] Recuperado de <https://www.invias.gov.co/index.php/normativa/resoluciones-circulares-otros/1063-resolucion-n-004334-05-10-04-1/file>.
- INVIAS. (2004). *memorando circular oaj 45358* .
- INVIAS. (13 de agosto de 2007). Procedimiento para imposición de sanciones y se señalan causales y cuantías para hacer efectiva la cláusula de multas en los contratos celebrados por el instituto nacional de vías. [Resolución N° 03662 de 2007. Recuperado de <https://www.invias.gov.co/index.php/normativa/477-resolucion-n-03662-del-13-de-agosto-de-2007-1/file>

- INVIAS. (15 de agosto de 2007). Especificaciones generales de construcción de carreteras para los contratos de obra celebrados por el Instituto Nacional de Vías. [Resolución N° 003288]. Recuperado de <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/normatividad/475-resolucion-n-03288-del-15-de-agosto-de-2007/file>
- INVIAS. (14 de marzo de 2008). Funciones u obligaciones de los supervisores de proyectos, de contratos de obra, consultoría, ambientales, sociales, prediales y de prestación de servicios y se dictan otras disposiciones. [Resolución N° 01148 del 2008]. Recuperado de <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/normatividad/470-resolucion-n-01148-del-14-de-marzo-de-2008/file>
- INVIAS. (13 de junio de 2008). Parámetros mínimos de revisión para viabilizar los proyectos de inversión de infraestructura vial territorial en inversión de los recursos del Fondo Nacional de Regalías. [Resolución N° 02944 del 2008]. Recuperado de <https://www.invias.gov.co/index.php/normativa/resoluciones-circulares-otros/1082-resolucion-n-02944-del-13-de-junio-de-2008-1/file>
- INVIAS. (16 de junio de 2010). Manual de interventoría del instituto nacional de vías. [Resolución N° 2566 - 2567 de 2010]. Recuperado de <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/normatividad/464-resolucion-n-2566-2567-del-16-de-junio-de-2010/file>
- INVIAS. (8 de marzo de 2012). Parámetros, el diseño que deben sujetar las vallas informativas de las obras de infraestructura del instituto nacional de vías -Invías, la agencia nacional de infraestructura, y la unidad administrativa especial de aeronáutica civil -aerocivil. [Resolución N° 000890 de 2012] Recuperado de https://www.invias.gov.co/index.php?option=com_content&view=article&id=3612
- INVIAS. (20 de noviembre de 2013). Estructura del Instituto Nacional de Vías (Invías) y se determinan las funciones de sus dependencias. [Decreto 2618 de 2013]. Recuperado de http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=1473359#ver_1473393
- ITSEMAP. (2003). *Informe Técnico sobre “LA CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS CIVILES”*. Madrid. Obtenido de https://www.mapfrere.com/reaseguro/es/images/Riesgo-seguro-infraestructuras-civiles_tcm636-81106.pdf
- Luna, R., & Santos, D. (2012). *Asfaltos naturales: La "Mapia" y "Asfaltita" alternativas de construcción en obras de infraestructura vial en el contrato ruta del sol tramo 1*. (Tesis de posgrado). Universidad Pontificia Bolivariana Bucaramanga. Obtenido de

https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/2067/digital_24322.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Montañez, J. (20 de Noviembre de 2014). *Definición de estructura vial*. Obtenido de <http://viasiv.blogspot.com/2014/11/definicion-de-estructura-vial.html>

Ortiz, J., & Rojas, L. C. (2018). Caracterización del Mapia y Mapia con una adición de Cal al 5%. (Tesis de pregrado). Universidad Católica de Colombia, Bogotá. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/16518/1/CARACTERIZACION%20DEL%20MAPIA%20Y%20MAPIA%20CON%20ADICION%20DE%20CAL%20AL%205%25.pdf> Presidente de la Republica de Colombia. (1989). *DECRETO 624 DE 1989* . Obtenido de https://www.mintic.gov.co/portal/604/articles-3631_documento.pdf

PROESTECH. (2018). *Diseño de pavimentos flexibles con tecnología proes*. Colombia.

Senior, V., Vega-Posada, C.A., & Lammardo, A. (2015). Análisis y caracterización de una mezcla asfáltica, obtenida con mecanismos diferentes de compactación, a través de la técnica de tomografía computarizada CT. *Asfaltos y Pavimentos*, (31), 15-24. Obtenido de https://www.academia.edu/24067656/XX_Simposio_Colombiano_sobre_Ingenier%C3%ADa_de_Pavimentos_An%C3%A1lisis_y_caracterizaci%C3%B3n_de_unamezcla_asf%C3%A1tica_obtenida_con_mecanismos_diferentes_de_compactaci%C3%B3n_a_trav%C3%A9s_de_la_t%C3%A9cnica_de_tomo

Torrealba, S. (2002). *¿ que es un proyecto vial?*. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/51547824/1-El-proyecto-dge-carreteras>

Urdaneta, N. (2 de Junio de 2017). La infraestructura vial de Colombia: un reporte de la Cuarta Generación de Concesiones y la Ruta del Sol. *Revista Económica Supuestos*. Obtenido de <http://revistasupuestos.com/ciudad-y-vida-urbana/2017/6/2/la-infraestructura-vial-de-colombia-un-reporte-de-la-cuarta-generacin-de-concesiones-y-la-ruta-del-sol>

Vallverdu, A. (2019). Pavimentos en infraestructura vial, Avances y desafíos. *EMB construccion*.

Vargas, W. (2018). *Gestión de riesgos naturales en la ingeniería civil*. obtenido de https://www.ucr.ac.cr/medios/documentos/2018/ING.%20WILLIAM%20VARGAS%20MONGE_ING.%20SISMICA.pdf

Villamil, R. (2008.). *El Asfalto Natural Como Material de Construcción de Carreteras* (Tesis de posgrado). Universidad Católica de Colombia, Bogotá. Obtenido de <https://es.slideshare.net/ROBINSONVILLAMIL1/asfaltos-naturales>

Apéndices

Apéndice A. Memoria de cálculo de cantidades

Las memorias de cálculo se anexan en un archivo en formato EXCEL junto con el presente documento.

Apéndice B. Informes de avance de obra.

Los informes de avance de obra se anexan en formato EXCEL junto con el presente documento.

Apéndice C. Matriz control recursos y matriz control mensual horas hombre personal en obra.

Los formatos diligenciados e anexan en formato EXCEL junto con el presente documento.

**Apéndice D. Procedimiento de diseño estructura del pavimento con capa de rodadura en
asfalto natural MAPIA**

Marcela Gómez Galván Cód.: 172360	CONTRATO No. 270170007 – 8000000209: MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL	INF-TEC-01-20
	INFORME TÉCNICO	Versión 01

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA DE ACCESO A
CAMPO ACORDIONERO CON CAPA DE RODADURA EN
ASFALTO NATURAL MAPIA MUNICIPIO DE SAN MARTÍN –
CESAR.

ELABORADO POR:
MARCELA GÓMEZ GALVÁN CÓD.: 172360

San Martín - Cesar

Diseño pavimento flexible con mezcla asfáltica natural MAPIA

Marcela Gómez Galván Cód.: 172360	CONTRATO No. 270170007 – 8000000209: MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL	INF-TEC-01-20
INFORME TÉCNICO		Versión 01

Contenido

1. GENERALIDADES	7
1.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	7
1.2 DESCRIPCIÓN GENERAL	7
1.3 NORMAS Y MANUALES	7
2. PARÁMETROS DE DISEÑO SISMO-RESISTENTE	7
3. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA	8
3.1 METODOLOGÍA GENERAL	8
3.2 METODOLOGÍA DETALLADA	9
3.2.1 Cálculo de tránsito	9
3.2.2 Exploración geotécnica	9
3.2.3 Nivel piezométrico o de agua freáticas.....	10
3.2.4 Perfil estratigráfico	10
3.2.5 Granulometría y límites de Atterberg.....	22
3.2.6 Ensayos de CBR.....	24
4. MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE	30
5. ESTUDIO DE FUENTE DE MATERIAL	31
5.1.1 RESUMEN DE ENSAYOS DE LA FUENTE DE MATERIALES.....	31
6. DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA	42
6.1 PARÁMETROS DE DISEÑO	42
6.2 MÓDULO DINÁMICO	46
7. ESTUDIO DE TRÁNSITO	46
7.1 TRANSITO PROMEDIO DIARIO TPD	47
7.2 NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES A 8,2 TON.....	47
8. DISEÑO ESTRUCTURA DE PAVIMENTO	49
8.1 PERIODO DE DISEÑO T.....	49
8.2 TRÁNSITO DE DISEÑO	49
8.3 VALOR DE CBR DE DISEÑO.....	49
8.4 MÓDULO RESILIENTE DE LA SUBRASANTE MR.....	49
8.5 COEFICIENTE ESTRUCTURAL a_1 PARA CAPAS DE CONCRETO ASFÁLTICO Y MÓDULO DE ELASTICIDAD ECA	50
8.6 MÓDULO RESILIENTE DE LAS CAPAS GRANULARES MR Y COEFICIENTES ESTRUCTURALES.....	50
8.7 RELACIÓN DE POISSON.....	52
8.8 PARÁMETRO DE CONFIABILIDAD "R"	52
8.9 SERVICIABILIDAD (PSI)	53
8.10 CONDICIONES DE DRENAJE.....	54
8.11 DETERMINACIÓN DE ESPESORES	54
8.12 DIMENSIONAMIENTO DE PAVIMENTOS	55
8.13 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES.....	58
8.14 ALTERNATIVA – ESPESORES PAVIMENTO FLEXIBLE.....	58
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
9.1 ESTRATIGRAFÍA PROMEDIO	59
9.2 CAPACIDAD DE SOPORTE CBR Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE	59
9.3 ESTUDIO DE TRÁNSITO.....	60
9.4 ALTERNATIVA DE DISEÑO	60

Marcela Gómez Galván Cód.: 172360	CONTRATO No. 270170007 – 8000000209: MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL	INF-TEC-01-20
	INFORME TÉCNICO	Versión 01

Lista de tablas

Tabla 1. Ensayos de Laboratorio	10
Tabla 2. Resumen resultados ensayos de laboratorio	12
Tabla 3. Resumen Resultados de laboratorio	24
Tabla 4. Parámetros de diseño - Estructura de pavimento flexible.....	52
Tabla 5. Coeficiente de servicialidad para diferentes vías.....	54
Tabla 6. Condiciones de calidad del drenaje.....	54
Tabla 7. Coeficientes de drenaje para el diseño	54
Tabla 8. Espesores mínimos de diseño	55
Tabla 9. Especificaciones técnicas de los materiales propuestos, INVIAS 2013.....	58
Tabla 10. Alternativa estructura de pavimento flexible	58
Tabla 11. Esquema alternativa estructura de pavimento flexible.....	59

Marcela Gómez Galván Cód.: 172360	CONTRATO No. 270170007 – 8000000209: MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL	INF-TEC-01-20
	INFORME TÉCNICO	Versión 01

Lista de Imágenes

Imagen 1. Resumen Resultados de Laboratorio	23
Imagen 2. Resumen Resultados de Laboratorio	25
Imagen 3. Resumen de Ensayos de Laboratorio de la Fuente de Materiales.....	32
Imagen 4. Criterios Marshall del Instituto Norteamericano del Asfalto.....	43
Imagen 5. Franjas granulométricas de los agregados combinados para la construcción de capas asfálticas con una mezcla asfáltica natural	43
Imagen 6. Características que deben cumplir las emulsiones asfálticas catiónicas de rotura lenta	44
Imagen 7. Requisito de los agregados pétreos resultantes para la construcción de capas asfálticas con una mezcla asfáltica natural.....	45
Imagen 8. Requisitos del agua no potable para la construcción de sub-base y base estabilizada con una mezcla asfáltica natural	46
Imagen 9. Resultados Módulo Dinámico Corasfaltos	46
Imagen 10. Coeficiente Estructural a_1 y Módulo de Elasticidad E_{ca}	50
Imagen 11. Coeficiente estructural a_2 y Módulo de Elasticidad E_{BG}	51
Imagen 12. Coeficiente Estructural a_3 y Módulo de Elasticidad E_{SBG}	51
Imagen 13. Valores Típicos Relación de Poisson	52
Imagen 14. Niveles de confiabilidad según tipo de vía.....	53
Imagen 15. Relación entre confiabilidad y Z_R	53
Imagen 16. Cálculo del Número Estructural SN	55
Imagen 17. Datos de entrada para diseño de la estructura de pavimento.....	56
Imagen 18. Resultado método AASHTO	56

Marcela Gómez Galván Cód.: 172360	CONTRATO No. 270170007 – 8000000209: MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL	INF-TEC-01-20
	INFORME TÉCNICO	Versión 01

INTRODUCCIÓN

Con este proyecto se busca llevar a cabo el mejoramiento de la vía de acceso a Campo Acordionero, con el fin de ofrecer buenas condiciones de transitabilidad y seguridad vial a los usuarios en el sector, garantizando la adecuada operación y conectividad del municipio de San Martín al corregimiento de Torcoroma.

A continuación, se mencionan las actividades que se desarrollaron tanto en campo como oficina, para proyectar los espesores y materiales que conformarán la estructura de pavimento requerida, para soportar el tránsito de diseño establecido, tomando como punto de partida la caracterización geo-mecánica de los suelos que constituyen la sub-rasante del tramo en mención.

Inicialmente se efectuó la recolección y análisis de información existente de estudios previos como: tránsito, diseño geométrico y geología, así como el reconocimiento del terreno mediante visitas técnicas por parte de personal especializado, con el fin de verificar y complementar la información preliminar, de igual forma la planeación y ejecución de la exploración del subsuelo definitiva.

La investigación del subsuelo del corredor se llevó a cabo mediante una (1) campaña exploratoria mediante 11 apiques en campo, realizadas en el año 2019, las profundidades de exploración se realizaron a 1.0 m. Las muestras recuperadas de los diferentes estratos registrados se identificaron visualmente y se realizaron ensayos de laboratorio para clasificación y determinación de la capacidad de soporte de los suelos de sub-rasante y así establecer las condiciones o recomendaciones necesarias para una óptima ejecución del proyecto. Los ensayos de clasificación consistieron en humedad natural, lavado sobre tamiz No. 200, límites de Atterberg, contenido de materia orgánica y granulometría por tamizado e hidrometría; los ensayos de capacidad de soporte fueron CBR inalterado.

También se seleccionaron en campo posibles fuentes de materiales para el proyecto, atendiendo la necesidad de contar con estas cercas al corredor, que sirvan como aporte de materiales que van a ser utilizados en diferentes actividades como lo son: subbase granular, base granular y concreto asfáltico, del tramo a construir. Se recuperaron muestras de la quebrada Torcoroma para evaluación de su posible uso dentro del proyecto, mediante los ensayos de laboratorio que exige las especificaciones generales de construcción INV-2013.

Posteriormente con base en la información recopilada, resultados de laboratorio, caracterización geotécnica, sectorización de diseño y tránsito de diseño, expresado en el número de ejes equivalentes a 8.2 Ton (80KN), se procedió a establecer la estructura de pavimento requerida haciendo uso del método de la AASHTO para la alternativa de pavimento flexible. Las estructuras de pavimento propuesta garantizan la protección de la sub-rasante mediante la interposición

Marcela Gómez Galván Cód.: 172360	CONTRATO No. 270170007 – 8000000209: MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL	INF-TEC-01-20
	INFORME TÉCNICO	Versión 01

de capas, que pueden soportar el tránsito con un alto nivel de confianza para el periodo de diseño, en las condiciones ambientales dadas, así como un aceptable nivel de servicio sin fallas estructurales.

Finalmente se recomienda implementar en el corredor, la Alternativa propuesta en este informe para la estructura de pavimento flexible, teniendo en cuenta los siguientes criterios técnicos: condiciones ambientales, fuentes de materiales, distancias de acarreo, factores económicos, etc. El presente informe contiene la descripción detallada de todas las actividades mencionadas anteriormente, análisis y memorias de diseño, planos y las respectivas recomendaciones básicas que se deberán tener en cuenta, durante la etapa de construcción de la estructura de pavimento, todo enmarcado en los procedimientos y metodologías establecidas por los términos de referencia del contrato No. 270170007 – 8000000209.

Marcela Gómez Galván Cód.: 172360	CONTRATO No. 270170007 – 8000000209: MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL	INF-TEC-01-20
	INFORME TÉCNICO	Versión 01

1. GENERALIDADES

1.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Con este proyecto se busca llevar a cabo el mejoramiento del corredor vial, para garantizar una óptima transitabilidad y seguridad vial entre el municipio de San Martín y Campo Acordionero en el departamento del Cesar. Limita al oeste con el departamento de Santander, al este con el de Norte de Santander, al norte con los municipios de Río de Oro y Aguachica y al sur con San Alberto, se encuentra a 119 m.s.n.m.

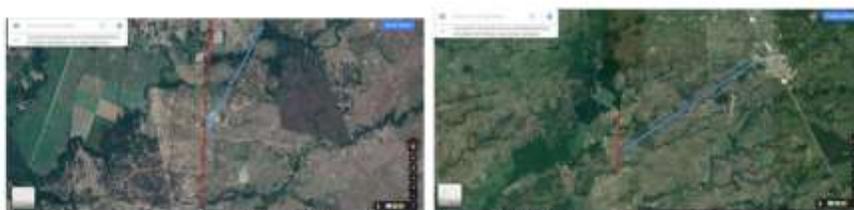


Figura 1 Localización general del Proyecto
Fuente: Google Maps

1.2 DESCRIPCIÓN GENERAL

El corredor proyectado tiene una longitud total de 2 km, que va desde San Martín a Campo Acordionero.

1.3 NORMAS Y MANUALES

Los análisis y diseños se realizaron siguiendo estrictamente lo reglamentado por las siguientes normas y manuales en su última versión vigente:

- ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS, MINISTERIO DE TRANSPORTE, AÑO 2013.
- NORMAS DE ENSAYO DE MATERIALES PARA CARRETERAS, MINISTERIO DE TRANSPORTE, AÑO 2013.
- MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS METODOLOGÍA AASHTO

2. PARÁMETROS DE DISEÑO SISMO-RESISTENTE.

Marcela Gómez Galván Cód.: 172360	CONTRATO No. 270170007 – 8000000209: MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL	INF-TEC-01-20
	INFORME TÉCNICO	Versión 01

De acuerdo con la Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-10, los parámetros de diseño sismo-resistente específicos para el proyecto son los siguientes:

- Zona de amenaza sísmica: Intermedia
- Aceleración Pico efectiva para diseño (A_a) = 0,15
- Velocidad horizontal pico efectiva, para diseño (A_v) = 0,15
- Aceleración pico efectiva para el umbral de daño (A_d) = 0,05
- Coeficiente F_a para la zona de periodos cortos del espectro = 2,5
- Coeficiente de sitio F_v para la zona de periodos intermedios del espectro = 3,4

3. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA

Con base en el alcance definido en los objetivos se realizarán los análisis y diseño de pavimento, los cuales cubrirán la totalidad de los aspectos solicitados, sin apartarse de las condiciones particulares que se presenten dentro del mismo.

Se analizará una alternativa con estructura de pavimento flexible por medio del Método AASHTO.

3.1 METODOLOGÍA GENERAL

Los estudios y diseños tienen como fin obtener las obras requeridas para adecuar la vía a un nivel de servicio que satisfaga el tránsito futuro, para lo cual a continuación se presenta la metodología general empleada en el desarrollo del presente documento técnico:

- Inspección de campo a nivel preliminar, para determinar las características generales del corredor proyectado.
- Revisión de la información existente o secundaria para la zona del proyecto, considerando los aspectos más relevantes, información climatológica, aspectos culturales y económicos, entre otros, que sirven como apoyo para determinar las condiciones generales a las cuales estará sometido el corredor en estudio. Adicionalmente se revisará la información de estudios previos suministrada: tránsito, diseño geométrico y geología.
- Investigación del subsuelo mediante apiques distribuidos a lo largo del corredor de la calzada, realizando ensayos de laboratorio a las muestras recuperadas según exigencia de las especificaciones técnicas de construcción INV-2013.
- Evaluar posibles fuentes de materiales para el proyecto, atendiendo la necesidad de contar con éstas cercas al corredor a construir.

Marcela Gómez Galván Cód.: 172360	CONTRATO No. 270170007 – 8000000209: MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL	INF-TEC-01-20
	INFORME TÉCNICO	Versión 01

- Procesamiento y análisis de toda la información obtenida para definir los sectores homogéneos de diseño, estableciendo para cada uno las características geo mecánicas de la plataforma sobre la cual se cimentará la estructura del pavimento, es decir el valor de CBR.
- Análisis de tránsito y determinación del número de ejes equivalentes a 8.2 toneladas, previsto para el periodo de diseño a analizar.
- Diseñar técnicamente la alternativa de intervención, para la estructura de pavimento requerida en la construcción de la Calzada, empleando para la estructura de pavimento flexible el método AASHTO, método de análisis comúnmente aceptado en nuestro medio, los cuales garantizan el cumplimiento de los criterios y metodologías adoptadas por el INVIAS.
- Emitir conclusiones del estudio y recomendaciones generales a seguir para la etapa de construcción de la estructura de pavimento seleccionada.

3.2 METODOLOGÍA DETALLADA

3.2.1 Cálculo de tránsito

Para el desarrollo de la estimación del tránsito, se adoptó la siguiente metodología:

- Selección de la estación de aforo, que para el caso del corredor corresponde a la zona de Cargue Acordionero, donde se obtienen los datos del tránsito promedio diario por tipo de vehículo.
- Considerar un período de diseño estructural para el cual se van a proyectar el número de ejes equivalentes (2019 - 2028 flexible)
- Determinar el número de ejes sencillos equivalentes a 8.2 Toneladas (80KN) en el carril de diseño y durante un período de diseño de 10 años, para la estructura de pavimento flexible.

3.2.2 Exploración geotécnica

La caracterización del perfil del suelo de fundación se llevó a cabo mediante cuatro apiques a una profundidad de un metro y medio, experimentación mediante ensayos en el laboratorio y análisis de los resultados obtenidos. En los distintos sondeos se realizaron muestreos representativos de los diferentes estratos o capas de suelo, tomando muestras alteradas para realizar ensayos de Humedad (contenido de agua), Límites de

Marcela Gómez Galván Cód.: 172360	CONTRATO No. 270170007 – 8000000209: MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL	INF-TEC-01-20
	INFORME TÉCNICO	Versión 01

Atterberg (plasticidad), Granulometría (tamaño de grano) con el fin de determinar las propiedades físicas de los suelos explorados.

Las muestras obtenidas se describieron e identificaron en campo y laboratorio para posteriormente realizar el programa de ensayos que se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Ensayos de Laboratorio

Ensayo	Norma
Granulometría (tamaño de granos)	ASTM D 421-58 y D 422-63
Contenido de humedad	NTC 1495 ASTM D 2216
Límite plástico e Índice de Plasticidad	NTC 1493 ASTM D 4318
Límite Líquido	NTC 1494 ASTM D 4318
Clasificación	NTC 1504 ASTM D 2487
CBR	ASTM-D 4429-93, ASTM-D 1883

3.2.3 Nivel piezométrico o de agua freáticas

En la zona de estudio y hasta la profundidad explorada no se encontró nivel freático.

3.2.4 Perfil estratigráfico

El subsuelo en el área del proyecto, hasta la profundidad máxima explorada está caracterizado de la siguiente manera:

El subsuelo hasta la máxima profundidad estudiada está caracterizado por un suelo cohesivo, de tipo limo arcilloso de baja o alta compresibilidad color pardo oscuro, plasticidad que varía de baja a alta y consistencia medianamente firme a muy firme.

Arena

Arena Limosa (algunas muestras son mal gradadas o limo arcillosas); color gris con vetas blancas, compacidad que varía de suelta a compacta, la fracción fina es de baja compresibilidad y plasticidad nula a media.

CLASIFICACIÓN USC:	SM ; SM - SC ISP - SM
HUMEDAD:	6.5-23.2
LÍMITE LÍQUIDO:	25.2 — 57.7
LÍMITE PLÁSTICO:	21.2-40.5
% PASA T•200:	8.0 — 45.0
PESO UNITARIO (Ton/m3):	1.63-2.10

Marcela Gómez Galván Cód.: 172360	CONTRATO No. 270170007 – 8000000209: MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL	INF-TEC-01-20
	INFORME TÉCNICO	Versión 01

Limo o Arcilla

Limo de alta o baja compresibilidad o arcilla de baja compresibilidad (algunas muestras son mal gradadas o limo arcillosas); color pardo oscura, de plasticidad que varía de baja a alta y consistencia muy blanda a dura.

CLASIFICACIÓN USC:	MH / ML / CL
HUMEDAD:	14.2— 26.1
LIMITE LÍQUIDO:	28.9 — 59.9
LIMITE PLÁSTICO:	23.0 — 45.5
% PASA T-200:	52.0 — 94.0
PESO UNITARIO (Ton/m3):	1.60 — 1.81

Marcela Gómez Galván Cód.: 172360	CONTRATO No. 270170007 – 8000000209: MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL	INF-TEC-01-20
	INFORME TÉCNICO	Versión 01

Tabla 2. Resumen resultados ensayos de laboratorio

ESTRATIGRAFÍA DEL SUBSUELO Y NÚMERO DE GOLPES									
SONDEO No 1 PRO+180									
PROPIETARIO:					INGENIERO				
MUNICIPIO DE SAN MARTÍN - CESAR					Ing. BENJAMÍN BUELVAS LIDUEÑAS				
LOCALIZACIÓN: VÍA DE ACCESO A CAMPO ACORDIONERO					CONTRATO No. 270170007 – 8000000209: MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL.				
Departamento del Cesar Colombia									
GRÁFICO	Descripción	MUESTRAS			ENSAYOS				
		PROFUNDIDAD (M)	CLASIFICACIÓN (USC)	NÚMERO DE RECIPIENTE	TIPO	RECUPERACIÓN (%)	NÚMERO DE GOLPES POR PIE	HUMEDAD NATURAL (%)	DENSIDAD NAT (TON/M3)
	Capa de material de afirmado	0.00		1.0			Paladraga		
		0.05							
	Arcilla parda oscura baja plasticidad	0.05	CL	2.0			Paladraga		
	Arcilla plástica parda amarillenta baja plasticidad de consistencia media a dura con óxido	1.00	CL	3.0			9.00	7.84	1.87

Marcela Gómez Galván Cód.: 172360	CONTRATO No. 270170007 – 8000000209: MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL	INF-TEC-01-20
	INFORME TÉCNICO	Versión 01

ESTRATIGRAFÍA DEL SUBSUELO Y NÚMERO DE GOLPES										
SONDEO No 11 PR1+980										
PROPIETARIO:					INGENIERO					
MUNICIPIO DE SAN MARTÍN - CESAR					Ing. BENJAMÍN BUELVAS LIDUEÑAS					
LOCALIZACIÓN: VÍA DE ACCESO A CAMPO ACORDIONERO					CONTRATO No. 270170007 – 8000000209: MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL.					
Departamento del Cesar Colombia										
		MUESTRAS				ENSAYOS				
GRÁFICO	Descripción	PROFUNDIDAD (M)	CLASIFICACIÓN (USC)	NÚMERO DE RECIPIENTE	TIPO	RECUPERACIÓN (%)	NÚMERO DE GOLPES POR PIE	HUMEDAD NATURAL (%)	DENSIDAD NAT (TON/M ³)	COMPRESIÓN SIMPLE (TON/M ²)
	Capa de material de afirmado	0,00		25			Paladruga			
		0,05								
	Arcilla parda oscura baja plasticidad	0,50	CL	26			Paladruga			
	Arcilla plástica parda amarillenta baja plasticidad de consistencia media a dura con óxido	1,00	CL	27			9,00	7,49	1,82	11
	FIN DE LA PERFORACIÓN									

3.2.5 Granulometría y límites de Atterberg

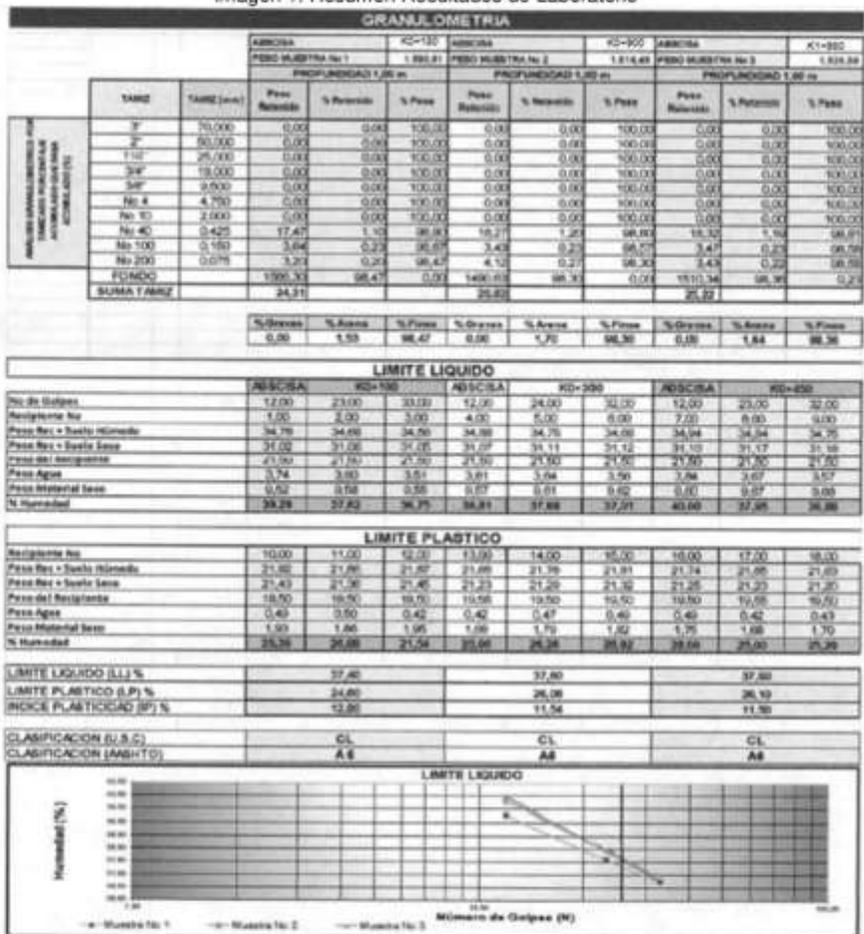
Todas las muestras obtenidas dentro del presente estudio se identificaron visualmente y se realizó una descripción detallada del tipo de material al que correspondía cada una de éstas; sobre una cantidad representativa de los diferentes materiales encontrados, se ordenaron los ensayos de laboratorio requeridos para clasificar y determinar su comportamiento geo mecánico.

De acuerdo a la clasificación obtenida mediante los resultados de laboratorio y en especial mediante un análisis detallado de las características plásticas, humedad natural y porcentaje de finos (pasa tamiz No. 200), así como en la geología local, se logró establecer que la mayoría de los suelos de subrasante a nivel superficial, están

Marcela Gómez Galván Cód.: 172360	CONTRATO No. 270170007 – 8000000209: MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL	INF-TEC-01-20
	INFORME TÉCNICO	Versión 01

conformados predominantemente con suelos constituidos de Arcilla parda oscura baja plasticidad y Arcilla plástica parda amarillenta baja plasticidad de consistencia media a dura con óxido según el sitio de exploración realizado. Los suelos encontrados se clasifican dentro del sistema unificado de suelos (USCS) como: CL dentro del sistema AASHTO encontrándose en el grupo A-6.

Imagen 1. Resumen Resultados de Laboratorio



Resumiendo, el estudio de granulometría tenemos:

Marcela Gómez Galván Cód.: 172360	CONTRATO No. 270170007 – 8000000209: MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL	INF-TEC-01-20
	INFORME TÉCNICO	Versión 01

Tabla 3. Resumen Resultados de laboratorio

ABSCISA	APIQUE No K0+180	APIQUE No K0+900	APIQUE No K1+980
PROFUNDIDAD (m)	0,50 – 1,0	0,50 – 1,0	0,50 – 1,0
LÍMITE LÍQUIDO (LL) %	37,40	37,60	37,60
LÍMITE PLÁSTICO (LP) %	24,60	26,06	26,10
ÍNDICE PLASTICIDAD (IP) %	12,80	11,54	11,50
CLASIFICACIÓN (USC)	CL	CL	CL
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	A6	A6	A6

3.2.6 Ensayos de CBR

En la mayoría de las calicatas realizadas se recuperaron muestras inalteradas con moldes de CBR a nivel de subrasante, los cuales se llevan al laboratorio para realizar el ensayo en condición natural y sumergida, midiendo la penetración para 0.1 y 0.2 pulgadas; en el ensayo en condición sumergida se registra adicionalmente la expansión de la muestra. El promedio de valores de CBR determinado en el corredor es del orden de 2,37% a 3%.

Todos los ensayos de laboratorio fueron realizados conforme a lo dispuesto en las normas de ensayo de laboratorio del Instituto Nacional de Vías Versión 2013.

Como se puede observar en los resultados el suelo de soporte es muy malo; por lo que se recomienda mejorar con piedra rajón o material seleccionado con CBR del 10% para alcanzar un CBR de diseño del 5% en todo el corredor a intervenir, lo anterior con el fin de que toda la plataforma de apoyo de la estructura diseñada sea uniforme, también se puede realizar estabilización de la subrasante con geosintéticos; este último debe ser consultado con el proveedor.

Es de mencionar que en todo el corredor no hubo presencia de nivel freático.

Marcela Gómez Galván Cód.: 172360	CONTRATO No. 270170007 – 800000209: MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL	INF-TEC-01-20
	INFORME TÉCNICO	Versión 01

Imagen 2. Resumen Resultados de Laboratorio

RELACION DE SOPORTES DEL SUELO (CBR) DE LABORATORIO METODO L
(N.Y. E - 146)

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN A SFÁLTICA, A SFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL

LOCALIZACIÓN: VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO PROYECTO DE MATERIAL: A 9-105

PROFUNDIDAD: 1.00m APALQUE No.: 1 FECHA: ENERO, 2018

Módulo No. No. Datos Días de Preparación	I		II		III	
	L.D.A. Cm. S.M.	ESFUERZO SMP/Wt	L.D.A. Cm. S.M.	ESFUERZO SMP/Wt	L.D.A. Cm. S.M.	ESFUERZO SMP/Wt
0.000	0	0	0	0	0	0
0.005	2	7.35	2	7.35	2	7.35
0.010	4	14.70	4	14.70	4	14.70
0.015	6	22.05	6	22.05	6	22.05
0.020	8	29.40	8	29.40	8	29.40
0.025	10	36.75	10	36.75	10	36.75
0.030	12	44.10	12	44.10	12	44.10
0.035	14	51.45	14	51.45	14	51.45
0.040	16	58.80	16	58.80	16	58.80
0.045	18	66.15	18	66.15	18	66.15
0.050	20	73.50	20	73.50	20	73.50
Estándar L1*		31.1		31.1		31.1
Estándar L2*		35.2		35.2		35.2
C.B.R. Corregido 8.1*				4.06		
C.B.R. Corregido 8.2*				4.78		
C.B.R.				4.78		

SIMPLE ESPECIFICACION O REQUERIMIENTO SI NO NA

NOMBRE CARGO	<i>Julio A. Morales</i> LABORANTE	NOMBRE CARGO	<i>Marcela Gómez Galván</i> EN. COORDINADORA
-----------------	--------------------------------------	-----------------	---

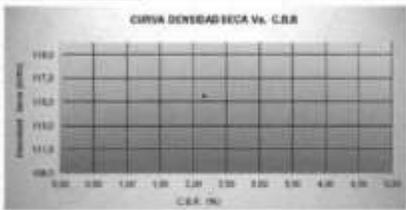
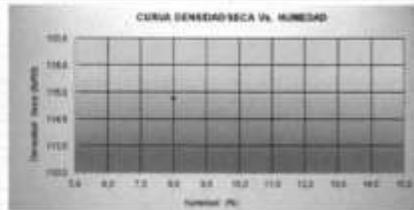
Marcela Gómez Galván Cód.: 172360	CONTRATO No. 270170007 – 8000000209: MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL	INF-TEC-01-20
	INFORME TÉCNICO	Versión 01

**RELACION DE SOPORTE DEL SUELO (CBR) DE LABORATORIO METODO I
(N.V. E - 148)**

PROYECTO:	MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL	LOCALIZACIÓN:	VIA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO	FECHA:	ENERO - 2019
PROCEDECIA MATERIAL:	R 6-000	PREFABRICADO:	1.0m	APQUÉ No.:	1

MOLDE No.		2
No. de golpes por capa		
Humedad deseada %		
Humedad natural de la muestra %		
Humedad adicional %		
Peso de la muestra húmeda, grs.		
Peso de la muestra seca, grs.		
Agua adicional, c.c.		
Peso de la muestra y molde, grs.	3070	
Peso del molde, grs.	2880	
Peso de la muestra húmeda, grs.	4740	
% humedad (norm.)	6.0	
Peso de la muestra seca, lbs.	3.98	
Volumen del molde, pies ³	0.0878	
Densidad de la muestra seca lbs / pies ³	113.3	
Expansión (%)	0.78	

Clasificación:
 A.A.S.H.T.O. A - 8
 U.S.C. CL
 Densidad Máx: 113.3 kg/m^3
 Humedad Óptima: 6.0 %



OBSERVACIONES: HUMEDAD NATURAL = 6.00 %
 HUMEDAD DESPUES DE CURADO = 6.22 %
 C.B.R. = 0.78 %

CUMPLE ESPECIFICACION O REQUERIMIENTO: SI NO

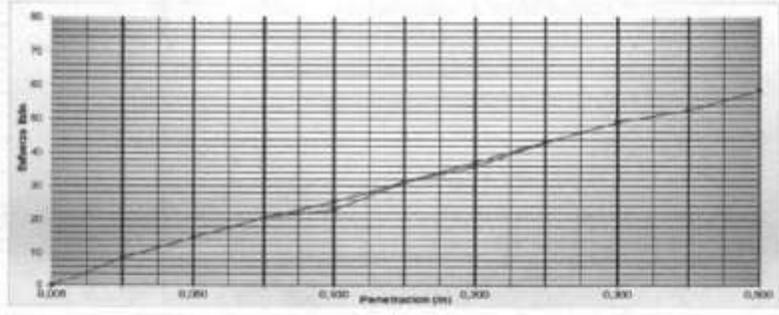
NOMBRE: *Jaisir Moron*
 LABORATORISTA

NOMBRE: *[Signature]*
 INGENIERO

Marcela Gómez Galván Cód.: 172360	CONTRATO No. 270170007 – 8000000209: MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL	INF-TEC-01-20
	INFORME TÉCNICO	Versión 01

RELACION DE SOPORTE DEL SUELO (CBR) DE LABORATORIO METODO L
 I.N.V. S - 148

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL
 LOCALIZACIÓN: VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO
 PROCEDENCIA MATERIAL: K 0-900
 PROFUNDIDAD: 1.00 m FOLIO No. 2 FECHA: ENERO 2018



Penetración (mm)	1		1		1	
	L.O.A. Cent. (kg)	Behavio (kg/cm²)	L.O.A. Cent. (kg)	Behavio (kg/cm²)	L.O.A. Cent. (kg)	Behavio (kg/cm²)
0.005	9	9	9	9	9	9
0.010	5.5	14.55	5.5	14.55	5.5	14.55
0.020	3.3	23.33	3.3	23.33	3.3	23.33
0.050	2.0	25.00	2.0	25.00	2.0	25.00
0.100	1.5	37.33	1.5	37.33	1.5	37.33
0.200	1.0	45.00	1.0	45.00	1.0	45.00
0.300	0.7	42.86	0.7	42.86	0.7	42.86
0.400	0.6	33.33	0.6	33.33	0.6	33.33
0.500	0.5	25.00	0.5	25.00	0.5	25.00
Est. 0.1"	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Est. 0.2"	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0

CUMPLE ESPECIFICACION O REQUERIMIENTO SI NO N/A

NOMBRE: *Taisir Morón*
 CARGO: LABORANTE
 ELABORÓ

NOMBRE: *Benjamín Vásquez*
 CARGO: REVISÓ

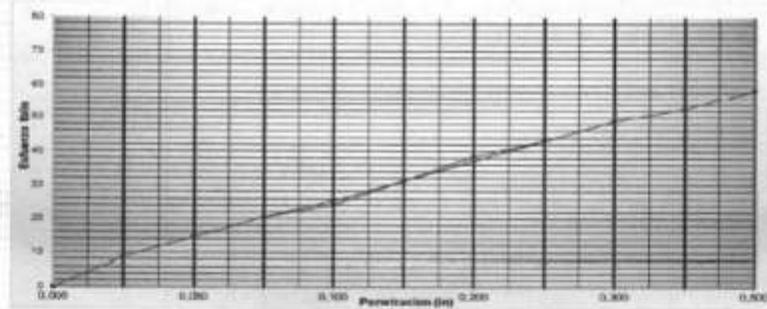
Marcela Gómez Galván Cód.: 172360	CONTRATO No. 270170007 – 8000000209: MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL	INF-TEC-01-20
	INFORME TÉCNICO	Versión 01

RELACION DE SOPORTE DEL SUELO (CBR) DE LABORATORIO METODO 1
 I.N.V. # - 148

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL

LOCALIZACION: VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO PROCEDENCIA MATERIAL: X 1-950

PROFUNDIDAD: 1.00 m APLICAR No.: 3 FECHA: ENERO - 2019



Módulo No. No. Ordenes/Espe Olas Interacción	DATOS CORREGIDOS Según la gráfica					
	Penetración mm	L.O.A. Corr. (kg)	Soportante (kg/cm²)	L.O.A. Corr. (kg)	Soportante (kg/cm²)	L.O.A. Corr. (kg)
0.000	0	0	0	0	0	
0.025	2.5	4.99	3.2	5.99		
0.050	5	15.92	5	14.92		
0.075	7.5	35.85	7.5	32.85		
0.100	10	35.81	10	32.81		
0.125	12	31.26	12	31.26		
0.150	14.5	37.19	15	36.19		
0.200	17	43.14	17	43.14		
0.300	19.5	49.09	19.5	49.09		
0.400	21	52.99	21	52.99		
0.500	23.5	58.91	23.5	58.91		
Soportante 0.1"		23.3		26.1		
Soportante 0.2"		37.2		36.4		
C.B.R. Corregido 0.1"				2.00		
C.B.R. Corregido 0.2"				3.50		
C.B.R.				3.50		

CUMPLE ESPECIFICACION O REQUERIMIENTO SI NO N/A

NOMBRE: *Marcela Gómez Galván*
 CARGO: LABORATORISTA
 ELABORO

NOMBRE: *[Signature]*
 CARGO: INGENIERO EN VÍAS
 REVISÓ

Marcela Gómez Galván Cód.: 172360	CONTRATO No. 270170007 – 8000000209: MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL	INF-TEC-01-20
	INFORME TÉCNICO	Versión 01

RELACION DE SOPORTE DEL SUELO (CBR) DE LABORATORIO METODO L I.N.V. E - 148			
PROYECTO:	MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL	LOCALIZACIÓN:	K 1488
		FECHA:	ENERO - 2018
PROYECTO NACIONAL:	VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO	PROFUNDIDAD:	1.5m
		APQUE No:	3

VALOR No.	S
No. de golpes por cm de esp.	
Humedad deseada %	
Humedad natural de la muestra %	
Humedad adicional %	
Peso de la muestra húmeda, grs.	
Peso de la muestra seca, grs.	
Agua adicionada, c.c.	
Peso de la muestra y molde, grs.	674
Peso del molde, grs.	390
Peso de la muestra húmeda, grs.	674
% humedad (teórico)	8.0
Peso de la muestra seca, lbs.	5.70
Volumen del molde, pies ³	0.0008
Densidad de la muestra seca (lbs / pies ³)	11.8
Expansión (%)	0.74

Clasificación:

A.A.S.H.T.O. A-2

U.S.C. Q₄

Densidad Máx. 11.8 lbs/pe³

Humedad Óptima: 8.0 %

CURVA DENSIDAD SECA VS. HUMEDAD

CURVA DENSIDAD SECA VS. CBR

DETERMINACIONES: HUMEDAD NATURAL = 8.0 %
 HUMEDAD DESPUES DE SUMERGIDO = 8.00 %
 C.B.R. = 5.00 %

CUMPLE ESPECIFICACION O REGLEMENTO: SI NO MP

NOMBRE: <u>TERISIR MORALES</u> CARGO: <u>LABORANTE</u> CLASIFIC:	NOMBRE: <u>TERISIR MORALES</u> CARGO: <u>IN. CONTROL</u> REVISO:
--	--

4. MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE

Como se ha mencionado el proyecto cuenta con valores muy bajos de capacidad de soporte, indicando la necesidad que existe de proyectar un mejoramiento o refuerzo de la subrasante, ya sea mediante la inclusión de materiales de mejoramiento, para este caso sería ideal usar rajón, siempre y cuando exista en la zona; de lo contrario se recomienda utilizar material de suelo seleccionado norma INV-220-13 con CBR mínimo de 10%, para alcanzar un valor de CBR mejorado de mínimo 5%, esto con el propósito de manejar a través de todo el corredor una sola plataforma de soporte para la estructura de pavimento. También se puede emplear productos geosintéticos bajo las recomendaciones y criterios del proveedor.

En general para resumir el diseño a una estructura de pavimento, se empleará como resultado de los anteriores análisis un valor de CBR de diseño igual a 5%.

Marcela Gómez Galván Cód.: 172360	CONTRATO No. 270170007 – 8000000209: MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL	INF-TEC-01-20
	INFORME TÉCNICO	Versión 01

5. ESTUDIO DE FUENTE DE MATERIAL

Se seleccionó en conjunto interventoría y constructor la fuente de material quebrada la Torcoroma para efectuar su aprovechamiento en el proyecto, atendiendo la necesidad de contar con esta cerca al corredor a intervenir como aporte de materiales para diferentes actividades, entre las que se tiene: el mejoramiento de la subrasante, subbase granular, base granular y concreto asfáltico. Igualmente se realizó por ambas partes la solicitud de licencias y títulos mineros vigentes en la zona, así como la existencia de áreas idóneas para su aprovechamiento, mediante la modalidad de autorización temporal. Se realizó una serie de ensayos de laboratorio para caracterización de la fuente.

5.1.1 RESUMEN DE ENSAYOS DE LA FUENTE DE MATERIALES

En la tabla 6 que se muestra a continuación se indica el resumen de los resultados de los ensayos hechos a la fuente de materiales.

Marcela Gómez Galván Cód.: 172360	CONTRATO No. 270170007 – 8000000209: MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL	INF-TEC-01-20
	INFORME TÉCNICO	Versión 01

Imagen 3. Resumen de Ensayos de Laboratorio de la Fuente de Materiales

TAMANO DEL AGREGADO PASA		A (gr)	B (gr)	C (B/A) x 100	D (%)	E (C x D)
3/4"	3/4"	261,7	261,7	100,0	31,7	3.172,1
3/4"	1/2"	269,9	269,9	100,0	32,7	3.271,9
1/2"	3/8"	191,2	191,2	100,0	23,2	2.317,8
3/8"	1/4"	102,2	102,2	100,0	12,4	1.238,8
TOTAL		825,0	825,0	400,0	100,0	10.000,0
PORCENTAJE DE UNA CARA FRACTURADA		= $\frac{\text{TOTAL E}}{\text{TOTAL D}}$		=		100,0

TAMANO DEL AGREGADO PASA		A (gr)	B (gr)	C (B/A) x 100	D (%)	E (C x D)
3/4"	3/4"	261,7	261,9	100,1	266,1	26.826,2
3/4"	1/2"	269,9	194,0	71,9	47,9	3.444,9
1/2"	3/8"	191,2	155,3	81,2	39,9	2.757,0
3/8"	1/4"	102,2	94,9	92,9	18,1	1.684,7
TOTAL		585,3	444,2	246,0	100,0	7.886,7
PORCENTAJE DE DOS CARAS FRACTURADAS		= $\frac{\text{TOTAL E}}{\text{TOTAL D}}$		=		78,9

A : PESO MUESTRA (gr)
B : PESO MATERIAL CON CARAS FRACTURADAS (gr)
C : PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS
D : PORCENTAJE RETENIDO GRADACION ORIGINAL
E : PROMEDIO DE CARAS FRACTURADAS

OBSERVACIONES :

 ELABORO	INGENIEROS DEL SUR S.A.S NIT. 900.586.484-6	 REVISO
--	---	--

Marcela Gómez Galván Cód.: 172360	CONTRATO No. 270170007 – 8000000209: MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL	INF-TEC-01-20
	INFORME TÉCNICO	Versión 01

 INGEO SUELOS DEL SUR S.A.S INGENIERIA Estudios - diseños - interventoría - consultoría laboratorio de suelos y pavimentos 							
PROYECTO : VALORACION TRITURADO PLANTA CONCRETO WAMCOL SAS							
ORDENADOR : WAMCOL SAS							
PROCEDENCIA: QUEBRADA TORCOROMA							
DESCRIPCIÓN: GRAVA PROF (m)							
DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE TIRONES DE ARCILLA							
AGREGADO GRUESO							
TAMAÑO DEL AGREGADO		Peso antes del ensayo (g)	Peso despues del ensayo (g)	A (W-R)	E / W	(A) Escalonado original (%)	Contenido parcial (%)
TAMICES	3/4"	3000	2992,0	8,0	0,003	50,0	0,1333
	3/4"	2000	1996,0	4,0	0,002	33,3	0,0667
	3/8"	1000	996,0	4,0	0,004	16,7	0,0667
	TOTAL	6000				100,0	
PORCENTAJE DE TIRONES DE ARCILLA							0,27
 ELABORO  NIT. 900.586.484-6  REVISO							

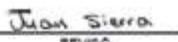
Marcela Gómez Galván Cód.: 172360	CONTRATO No. 270170007 – 800000209: MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL	INF-TEC-01-20
	INFORME TÉCNICO	Versión 01

		INGEO SUELOS DEL SUR S.A.S INGENIERIA Estudios - diseños - interventoría - consultoría laboratorio de suelos y pavimentos																																																																																																																																																									
RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO																																																																																																																																																											
ENSAYO:		DESGASTE A LA ABRASION MAQUINA DE LOS ANGELES																																																																																																																																																									
PROYECTO: VALORACION TRITURADO PLANTA CONCRETO WAMCOL SAS																																																																																																																																																											
ORDENADOR: WAMCOL SAS																																																																																																																																																											
PROCEDENCIA: GRAVA																																																																																																																																																											
FECHA: Jueves, 28 de febrero de 2019		MARGEN:		MATERIAL: GRAVA																																																																																																																																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>PRUEBAS</th> <th>1</th> <th>1</th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Gradación Usada</td> <td>B</td> <td>B</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>No. de esferas</td> <td>11</td> <td>11</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>No. de revoluciones</td> <td>130</td> <td>500</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pa= Peso muestra antes del ensayo (g)</td> <td>5000</td> <td>5000</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pb= Peso muestra seca después del ensayo y después de ser lavada sobre el tamiz No 12 (g)</td> <td>4887</td> <td>3000</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pa-Pb= Pérdidas (g)</td> <td>113</td> <td>1400</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>% desgaste= Pa-Pb/Pa</td> <td>6,8</td> <td>28,0</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Especificación máxima de</td> <td>8%</td> <td>40%</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						PRUEBAS	1	1				Gradación Usada	B	B				No. de esferas	11	11				No. de revoluciones	130	500				Pa= Peso muestra antes del ensayo (g)	5000	5000				Pb= Peso muestra seca después del ensayo y después de ser lavada sobre el tamiz No 12 (g)	4887	3000				Pa-Pb= Pérdidas (g)	113	1400				% desgaste= Pa-Pb/Pa	6,8	28,0				Especificación máxima de	8%	40%																																																																																																			
PRUEBAS	1	1																																																																																																																																																									
Gradación Usada	B	B																																																																																																																																																									
No. de esferas	11	11																																																																																																																																																									
No. de revoluciones	130	500																																																																																																																																																									
Pa= Peso muestra antes del ensayo (g)	5000	5000																																																																																																																																																									
Pb= Peso muestra seca después del ensayo y después de ser lavada sobre el tamiz No 12 (g)	4887	3000																																																																																																																																																									
Pa-Pb= Pérdidas (g)	113	1400																																																																																																																																																									
% desgaste= Pa-Pb/Pa	6,8	28,0																																																																																																																																																									
Especificación máxima de	8%	40%																																																																																																																																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="2">TAMAÑOS</th> <th colspan="8">PESO Y GRADACION DE LA MUESTRA (g)</th> </tr> <tr> <th>Pasa</th> <th>Retenido</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> <th>E</th> <th>F</th> <th>G</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2"</td> <td>2 1/2"</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>2500</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2 1/2"</td> <td>3"</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>2500</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3"</td> <td>3 1/2"</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>5000</td> <td>5000</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3 1/2"</td> <td>4"</td> <td>1250</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>5000</td> <td>5000</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4"</td> <td>5"</td> <td>1250</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>5000</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5"</td> <td>5 1/2"</td> <td>1250</td> <td>2500</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5 1/2"</td> <td>6"</td> <td>1250</td> <td>2500</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>6"</td> <td>6 1/2"</td> <td></td> <td></td> <td>2500</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>6 1/2"</td> <td>7"</td> <td></td> <td></td> <td>2500</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>7"</td> <td>7 1/2"</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>5000</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>7 1/2"</td> <td>8"</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>5000</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>No. de esferas:</td> <td></td> <td>12</td> <td>11</td> <td>8</td> <td>6</td> <td>12</td> <td>12</td> <td>12</td> <td></td> </tr> <tr> <td>No. de revoluciones:</td> <td></td> <td>500</td> <td>500</td> <td>500</td> <td>500</td> <td>1000</td> <td>1000</td> <td>1000</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						TAMAÑOS		PESO Y GRADACION DE LA MUESTRA (g)								Pasa	Retenido	A	B	C	D	E	F	G		2"	2 1/2"					2500				2 1/2"	3"					2500				3"	3 1/2"					5000	5000			3 1/2"	4"	1250					5000	5000		4"	5"	1250						5000		5"	5 1/2"	1250	2500							5 1/2"	6"	1250	2500							6"	6 1/2"			2500						6 1/2"	7"			2500						7"	7 1/2"				5000					7 1/2"	8"				5000					No. de esferas:		12	11	8	6	12	12	12		No. de revoluciones:		500	500	500	500	1000	1000	1000	
TAMAÑOS		PESO Y GRADACION DE LA MUESTRA (g)																																																																																																																																																									
Pasa	Retenido	A	B	C	D	E	F	G																																																																																																																																																			
2"	2 1/2"					2500																																																																																																																																																					
2 1/2"	3"					2500																																																																																																																																																					
3"	3 1/2"					5000	5000																																																																																																																																																				
3 1/2"	4"	1250					5000	5000																																																																																																																																																			
4"	5"	1250						5000																																																																																																																																																			
5"	5 1/2"	1250	2500																																																																																																																																																								
5 1/2"	6"	1250	2500																																																																																																																																																								
6"	6 1/2"			2500																																																																																																																																																							
6 1/2"	7"			2500																																																																																																																																																							
7"	7 1/2"				5000																																																																																																																																																						
7 1/2"	8"				5000																																																																																																																																																						
No. de esferas:		12	11	8	6	12	12	12																																																																																																																																																			
No. de revoluciones:		500	500	500	500	1000	1000	1000																																																																																																																																																			
OBSERVACIONES: CUMPLE ESPECIFICACIONES INVIA3 2013																																																																																																																																																											
																																																																																																																																																											
 ELABORO			 REVISO																																																																																																																																																								

Marcela Gómez Galván Cód.: 172360	CONTRATO No. 270170007 – 8000000209: MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL	INF-TEC-01-20
	INFORME TÉCNICO	Versión 01

 INGEOSUELOS DEL SUR S.A.S INGENIERIA Estudios - diseños - interventoria - consultoria laboratorio de suelos y pavimentos							
RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO							
ENSAYO: INDICE DE APLANAMIENTO Y ALARGAMIENTO							
PROYECTO: VALORACION TRITURADO PLANTA CONCRETO WAMCOL SAG							
ORDENADOR: WAMCOL SAG							
PROCEDENCIA: QUEBRADA TORCORONIA		MATERIAL: GRAVA					
LOCALIZACIÓN: MARGEN:		VIA					
CRITERIO DE ACEPTACIÓN: 25%MAX ART. 630 TABLA-3		FECHA DE REALIZACIÓN: 28/02/2019					
INDICE DE APLANAMIENTO							
FASA	RETENE	PESO MUESTRA (g) (A)	PESO CALBRADO (g) (B)	INDICE DE APLANAMIENTO DE LA FRACCION DE LA FRACCION (%) (C)	PORCENTAJE RETENIDO MUESTRA ORIGINAL (%) (D)	(E) * (D)	
1"	3/4"	261,7	21,9	8,0	58,4	406,1	
3/4"	1/2"	269,9	35,5	13,2	50,2	731,7	
1/2"	3/8"	191,2	31,4	16,4	42,6	700,3	
3/8"	4"	102,2	16,2	15,9	22,8	361,3	
TOTAL					184,0	2116,4	
INDICE DE APLANAMIENTO PROM. PONDERADO =						12,8%	
INDICE DE ALARGAMIENTO							
FASA	RETENE	PESO MUESTRA (g) (A)	PESO CALBRADO (g) (B)	INDICE DE ALARGAMIENTO DE LA FRACCION DE LA FRACCION (%) (C)	PORCENTAJE RETENIDO MUESTRA ORIGINAL (%) (D)	(E) * (D)	
1"	3/4"	261,7	0,0	0,0	58,4	0,0	
3/4"	1/2"	269,9	60,3	22,3	50,2	3019,8	
1/2"	3/8"	191,2	77,8	40,7	42,6	1785,1	
3/8"	4"	102,2	36,9	36,0	22,8	820,2	
TOTAL					184,0	4625,0	
INDICE DE ALARGAMIENTO PROM. PONDERADO =						24,8%	
OBSERVACIONES:							
 ELABORÓ		INGEOSUELOS DEL SUR S.A.S NIT. 900.685.464-6		Juan Sierra REVIÓ			

Marcela Gómez Galván Cód.: 172360	CONTRATO No. 270170007 – 8000000209: MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL	INF-TEC-01-20
	INFORME TÉCNICO	Versión 01

 INGEOSUELOS DEL SUR S.A.S INGENIERIA Estudios - diseños - interventoría - consultoría laboratorio de suelos y pavimentos																																																															
RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO																																																															
ENSAYO:	DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AZUFRE EN LOS AGREGADOS PETREOS																																																														
PROYECTO: VALORACION TRITURADO PLANTA CONCRETO WAMCOL SAS																																																															
ORDENADOR: WAMCOL SAS																																																															
PROCEDENCIA: QUEBRADA TORCOROMA																																																															
FECHA:	viernes, 1 de marzo de 2019	MARGEN:	MATERIAL: PETREO																																																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>MATERIAL</th> <th>GRAVA</th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tamaño Máximo Nominal</td> <td>3/4"</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gradación Usada</td> <td>#75"</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pa= Peso muestra antes del ensayo (g)</td> <td>5000</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pb= Peso submuestra (g)</td> <td>20</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>m1= peso muestra de ensayo (g)</td> <td>1.0108</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>m2= Peso masa del precipitado (g)</td> <td>0.0048</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pb= Peso del crisol (g)</td> <td>117.6</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>% S_{0.4} = (m2/m1)x100</td> <td>0.48</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Especificación máximo de</td> <td>1.0%</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				MATERIAL	GRAVA					Tamaño Máximo Nominal	3/4"					Gradación Usada	#75"					Pa= Peso muestra antes del ensayo (g)	5000					Pb= Peso submuestra (g)	20					m1= peso muestra de ensayo (g)	1.0108					m2= Peso masa del precipitado (g)	0.0048					Pb= Peso del crisol (g)	117.6					% S _{0.4} = (m2/m1)x100	0.48					Especificación máximo de	1.0%				
MATERIAL	GRAVA																																																														
Tamaño Máximo Nominal	3/4"																																																														
Gradación Usada	#75"																																																														
Pa= Peso muestra antes del ensayo (g)	5000																																																														
Pb= Peso submuestra (g)	20																																																														
m1= peso muestra de ensayo (g)	1.0108																																																														
m2= Peso masa del precipitado (g)	0.0048																																																														
Pb= Peso del crisol (g)	117.6																																																														
% S _{0.4} = (m2/m1)x100	0.48																																																														
Especificación máximo de	1.0%																																																														
OBSERVACIONES: CUMPLE ESPECIFICACIONES INVIAS 2013 ARTICULO 630 TABALA 630-3 MAXIMO 1.0%																																																															
 NIT. 900.595.494-6																																																															
 ELABORO		 REVISÓ																																																													

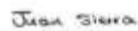
Marcela Gómez Galván Cód.: 172360	CONTRATO No. 270170007 – 8000000209: MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL	INF-TEC-01-20
	INFORME TÉCNICO	Versión 01

 INGENIOS DEL SUR S.A.S INGENIERIA Estudios - diseños - interventoría - consultoría laboratorio de suelos y pavimentos																			
RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO																			
ENSAYO: MASA UNITARIA AGREGADO GRUESO																			
PROYECTO: VALORACION TRITURADO PLANTA CONCRETO WAMCOL SAS																			
PROCEDENCIA: TORCOROMA																			
FECHA TOMA DE MUESTRA:		FECHA DE REALIZACIÓN: 1-mar-19																	
ORDENADOR: WAMCOL SAS																			
CRITERIO DE ACEPTACION: N/A																			
MASA UNITARIA SUELTA																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>PRUEBA</th> <th>PESO DEL MATERIAL (g)</th> <th>VOLUMEN (cm³)</th> <th>MASA UNITARIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>4762,0</td> <td>3384,9</td> <td>1,540</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>4880,0</td> <td>3384,9</td> <td>1,521</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>4930,0</td> <td>3384,9</td> <td>1,509</td> </tr> </tbody> </table>				PRUEBA	PESO DEL MATERIAL (g)	VOLUMEN (cm ³)	MASA UNITARIA	1	4762,0	3384,9	1,540	2	4880,0	3384,9	1,521	3	4930,0	3384,9	1,509
PRUEBA	PESO DEL MATERIAL (g)	VOLUMEN (cm ³)	MASA UNITARIA																
1	4762,0	3384,9	1,540																
2	4880,0	3384,9	1,521																
3	4930,0	3384,9	1,509																
MASA UNITARIA SUELTA PROMEDIO: 1,509 g/cm ³																			
MASA UNITARIA COMPACTADA																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>PRUEBA</th> <th>PESO DEL MATERIAL (g)</th> <th>VOLUMEN (cm³)</th> <th>MASA UNITARIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>5216,0</td> <td>3384,9</td> <td>1,891</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>5300,0</td> <td>3384,9</td> <td>1,716</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>5246,0</td> <td>3384,9</td> <td>1,701</td> </tr> </tbody> </table>				PRUEBA	PESO DEL MATERIAL (g)	VOLUMEN (cm ³)	MASA UNITARIA	1	5216,0	3384,9	1,891	2	5300,0	3384,9	1,716	3	5246,0	3384,9	1,701
PRUEBA	PESO DEL MATERIAL (g)	VOLUMEN (cm ³)	MASA UNITARIA																
1	5216,0	3384,9	1,891																
2	5300,0	3384,9	1,716																
3	5246,0	3384,9	1,701																
MASA UNITARIA COMPACTADA PROMEDIO: 1,703 g/cm ³																			
OBSERVACIONES																			
 ELABORO																			
 NIT. 900.985.464-6																			
 REVISO																			

Marcela Gómez Galván Cód.: 172360	CONTRATO No. 270170007 – 8000000209: MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL	INF-TEC-01-20
	INFORME TÉCNICO	Versión 01

 INGEOSUELOS DEL SUR S.A.S INGENIERIA Estudios - diseños - interventoria - consultoria laboratorio de suelos y pavimentos																																									
RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO																																									
ENSAYO:	CANTIDAD DE PARTICULAS LIVIANAS EN UN AGREGADO PETREO INVE 221 - 13																																								
PROYECTO: VALORACION TRITURADO PLANTA CONCRETO WAMCOL SAS																																									
ORDENADOR: WAMCOL SAS																																									
PROCEDENCIA: QUEBRADA TORCOROMA																																									
FECHA REALIZACION ENSAYO: jueves, 26 de febrero de 2019																																									
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>AGREGADO</td> <td>GRUEBO</td> </tr> <tr> <td>TAMÑO MAX NOMINAL AGREGADO</td> <td>3/4"</td> </tr> <tr> <td>FUENTE</td> <td></td> </tr> <tr> <td>MASA UTILIZADA</td> <td>5000</td> </tr> <tr> <td>LÍQUIDO UTILIZADO</td> <td>CLORURO DE SNaC</td> </tr> <tr> <td>DENSIDAD ESPECÍFICA LÍQUIDO</td> <td>2.0</td> </tr> <tr> <td>Masa seca partículas referidas (M)</td> <td>12.2</td> </tr> <tr> <td>Masa seca de la porción de la muestra retenida tamiz N° 4 (M2)</td> <td>268</td> </tr> <tr> <td>% MASA PART. LIVIANAS (L)</td> <td>0.41</td> </tr> <tr> <td>Especificación MAX</td> <td>1.0%</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>AGREGADO</td> <td>FINO</td> </tr> <tr> <td>TAMÑO MAX NOMINAL AGREGADO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>FUENTE</td> <td></td> </tr> <tr> <td>MASA UTILIZADA</td> <td></td> </tr> <tr> <td>LÍQUIDO UTILIZADO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>DENSIDAD ESPECÍFICA LÍQUIDO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Masa seca partículas referidas (M)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Masa seca de la porción de la muestra retenida tamiz N° 50(M2)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>% MASA PART. LIVIANAS (L)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Especificación MAX</td> <td></td> </tr> </table>		AGREGADO	GRUEBO	TAMÑO MAX NOMINAL AGREGADO	3/4"	FUENTE		MASA UTILIZADA	5000	LÍQUIDO UTILIZADO	CLORURO DE SNaC	DENSIDAD ESPECÍFICA LÍQUIDO	2.0	Masa seca partículas referidas (M)	12.2	Masa seca de la porción de la muestra retenida tamiz N° 4 (M2)	268	% MASA PART. LIVIANAS (L)	0.41	Especificación MAX	1.0%	AGREGADO	FINO	TAMÑO MAX NOMINAL AGREGADO		FUENTE		MASA UTILIZADA		LÍQUIDO UTILIZADO		DENSIDAD ESPECÍFICA LÍQUIDO		Masa seca partículas referidas (M)		Masa seca de la porción de la muestra retenida tamiz N° 50(M2)		% MASA PART. LIVIANAS (L)		Especificación MAX	
AGREGADO	GRUEBO																																								
TAMÑO MAX NOMINAL AGREGADO	3/4"																																								
FUENTE																																									
MASA UTILIZADA	5000																																								
LÍQUIDO UTILIZADO	CLORURO DE SNaC																																								
DENSIDAD ESPECÍFICA LÍQUIDO	2.0																																								
Masa seca partículas referidas (M)	12.2																																								
Masa seca de la porción de la muestra retenida tamiz N° 4 (M2)	268																																								
% MASA PART. LIVIANAS (L)	0.41																																								
Especificación MAX	1.0%																																								
AGREGADO	FINO																																								
TAMÑO MAX NOMINAL AGREGADO																																									
FUENTE																																									
MASA UTILIZADA																																									
LÍQUIDO UTILIZADO																																									
DENSIDAD ESPECÍFICA LÍQUIDO																																									
Masa seca partículas referidas (M)																																									
Masa seca de la porción de la muestra retenida tamiz N° 50(M2)																																									
% MASA PART. LIVIANAS (L)																																									
Especificación MAX																																									
OBSERVACIONES:																																									
  																																									
ELABORO REVISÓ																																									

Marcela Gómez Galván Cód.: 172360	CONTRATO No. 270170007 – 8000000209: MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL	INF-TEC-01-20
	INFORME TÉCNICO	Versión 01

 INGEOSUELOS DEL SUR S.A.S INGENIERIA Estudios - diseños - interventoría - consultoría laboratorio de suelos y pavimentos																																															
RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO																																															
ENSAYO PESO ESPECÍFICO AGREGADO GRUESO																																															
PROYECTO: VALORACION TRITURADO PLANTA CONCRETO WAMCOL SAS																																															
PROCEDENCIA: QUEBRADA TORCORDERA																																															
FECHA TOMA DE MUESTRA	26-feb-19	FECHA DE REALIZACIÓN	28-feb-19																																												
ORDENADOR:	WAMCOL SAS																																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>PRUEBAS</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>PROMEDIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso en el aire muestra seca, A (g).</td> <td>1367,8</td> <td>1368,7</td> <td>1368,26</td> </tr> <tr> <td>Peso en el aire de la muestra saturada superficialmente seca, B (g).</td> <td>1387,3</td> <td>1378,3</td> <td>1382,80</td> </tr> <tr> <td>Peso sumergido de la muestra saturada superficialmente seca, C (g).</td> <td>372,3</td> <td>394,3</td> <td>387,30</td> </tr> <tr> <td>B-C</td> <td>217</td> <td>215</td> <td>216,00</td> </tr> <tr> <td>A-C</td> <td>995,5</td> <td>974,0</td> <td>984,75</td> </tr> <tr> <td>B-A</td> <td>19,5</td> <td>22,6</td> <td>21,05</td> </tr> <tr> <td>Peso específico BULK (g/cm³)</td> <td>2,648</td> <td>2,839</td> <td>2,84</td> </tr> <tr> <td>Peso específico BULK 15% (g/cm³)</td> <td>2,883</td> <td>2,879</td> <td>2,88</td> </tr> <tr> <td>Peso específico APARENTE (g/cm³)</td> <td>2,748</td> <td>2,748</td> <td>2,78</td> </tr> <tr> <td>ABSORCIÓN (%)</td> <td>1,82</td> <td>1,82</td> <td>1,87</td> </tr> </tbody> </table>				PRUEBAS	1	2	PROMEDIO	Peso en el aire muestra seca, A (g).	1367,8	1368,7	1368,26	Peso en el aire de la muestra saturada superficialmente seca, B (g).	1387,3	1378,3	1382,80	Peso sumergido de la muestra saturada superficialmente seca, C (g).	372,3	394,3	387,30	B-C	217	215	216,00	A-C	995,5	974,0	984,75	B-A	19,5	22,6	21,05	Peso específico BULK (g/cm ³)	2,648	2,839	2,84	Peso específico BULK 15% (g/cm ³)	2,883	2,879	2,88	Peso específico APARENTE (g/cm ³)	2,748	2,748	2,78	ABSORCIÓN (%)	1,82	1,82	1,87
PRUEBAS	1	2	PROMEDIO																																												
Peso en el aire muestra seca, A (g).	1367,8	1368,7	1368,26																																												
Peso en el aire de la muestra saturada superficialmente seca, B (g).	1387,3	1378,3	1382,80																																												
Peso sumergido de la muestra saturada superficialmente seca, C (g).	372,3	394,3	387,30																																												
B-C	217	215	216,00																																												
A-C	995,5	974,0	984,75																																												
B-A	19,5	22,6	21,05																																												
Peso específico BULK (g/cm ³)	2,648	2,839	2,84																																												
Peso específico BULK 15% (g/cm ³)	2,883	2,879	2,88																																												
Peso específico APARENTE (g/cm ³)	2,748	2,748	2,78																																												
ABSORCIÓN (%)	1,82	1,82	1,87																																												
OBSERVACIONES:																																															
 ELABORÓ		 REVISÓ																																													
		 NIT. 900.888.4542																																													

Marcela Gómez Galván Cód.: 172360	CONTRATO No. 270170007 – 800000209: MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL	INF-TEC-01-20
	INFORME TÉCNICO	Versión 01

	INGEOSUELOS DEL SUR S.A.S INGENIERIA Estudios - diseños - interventoría - consultoría laboratorio de suelos y pavimentos	CODIGO: INF-TEC-01-2019																																																																							
		FECHA: 19 de abril de 2019																																																																							
		CORRECTIVO: 0000																																																																							
RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO																																																																									
ENSAYO: SANIDAD DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS (NVE 220 - 13)																																																																									
PROYECTO: VALORACION TRITURADO PLANTA CONCRETO WAMCOL SAS																																																																									
ORDENADOR: WAMCOL SAS																																																																									
MATERIAL: GRAVA 3/4" FECHA REALIZACIÓN: 4/03/2019																																																																									
CRITERIO DE ACEPTACIÓN: 10% SULFATO DE MAGNESIO																																																																									
SANIDAD DEL AGREGADO GRUESO																																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">FRACCION</th> <th rowspan="2">GRADACION ORIGINAL (%)</th> <th rowspan="2">PESO FRACCION ENSAYADA (g)</th> <th rowspan="2">No. PARTIC.</th> <th rowspan="2">PESO RETENIDO (DESPUES DEL ENSAYO) (g)</th> <th rowspan="2">PERDIDA TOTAL (%)</th> <th rowspan="2">PERDIDA CORRIDA (%)</th> <th rowspan="2">No. PARTIC.</th> </tr> <tr> <th>PASA</th> <th>RETENE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1"</td> <td>3/4"</td> <td>11,80%</td> <td>87,1</td> <td></td> <td>82,8</td> <td>4,92</td> <td>0,871</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3/4"</td> <td>1/2"</td> <td>28,75%</td> <td>196,2</td> <td></td> <td>170,0</td> <td>5,40</td> <td>1,000</td> <td></td> </tr> <tr> <td>1/2"</td> <td>3/8"</td> <td>34,30%</td> <td>244,8</td> <td></td> <td>181,7</td> <td>10,78</td> <td>2,891</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3/8"</td> <td>4"</td> <td>22,80%</td> <td>127,7</td> <td></td> <td>110,0</td> <td>17,70</td> <td>3,488</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">TOTALES</td> <td>100%</td> <td>655,8</td> <td></td> <td>364,5</td> <td>38,77</td> <td>8,250</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>									FRACCION		GRADACION ORIGINAL (%)	PESO FRACCION ENSAYADA (g)	No. PARTIC.	PESO RETENIDO (DESPUES DEL ENSAYO) (g)	PERDIDA TOTAL (%)	PERDIDA CORRIDA (%)	No. PARTIC.	PASA	RETENE	1"	3/4"	11,80%	87,1		82,8	4,92	0,871		3/4"	1/2"	28,75%	196,2		170,0	5,40	1,000		1/2"	3/8"	34,30%	244,8		181,7	10,78	2,891		3/8"	4"	22,80%	127,7		110,0	17,70	3,488		TOTALES		100%	655,8		364,5	38,77	8,250										
FRACCION		GRADACION ORIGINAL (%)	PESO FRACCION ENSAYADA (g)	No. PARTIC.	PESO RETENIDO (DESPUES DEL ENSAYO) (g)	PERDIDA TOTAL (%)	PERDIDA CORRIDA (%)	No. PARTIC.																																																																	
PASA	RETENE																																																																								
1"	3/4"	11,80%	87,1		82,8	4,92	0,871																																																																		
3/4"	1/2"	28,75%	196,2		170,0	5,40	1,000																																																																		
1/2"	3/8"	34,30%	244,8		181,7	10,78	2,891																																																																		
3/8"	4"	22,80%	127,7		110,0	17,70	3,488																																																																		
TOTALES		100%	655,8		364,5	38,77	8,250																																																																		
SANIDAD DEL AGREGADO FINO																																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">FRACCION</th> <th rowspan="2">GRADACION ORIGINAL (%)</th> <th rowspan="2">PESO FRACCION ENSAYADA (g)</th> <th rowspan="2">No. PARTIC.</th> <th rowspan="2">PESO RETENIDO (DESPUES DEL ENSAYO) (g)</th> <th rowspan="2">PERDIDA TOTAL (%)</th> <th rowspan="2">PERDIDA CORRIDA (%)</th> <th rowspan="2">No. PARTIC.</th> </tr> <tr> <th>PASA</th> <th>RETENE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>No. 4</td> <td>No. 8</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>No. 8</td> <td>No. 16</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>No. 16</td> <td>No. 30</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>No. 30</td> <td>No. 60</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>No. 60</td> <td>No. 100</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">TOTALES</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>									FRACCION		GRADACION ORIGINAL (%)	PESO FRACCION ENSAYADA (g)	No. PARTIC.	PESO RETENIDO (DESPUES DEL ENSAYO) (g)	PERDIDA TOTAL (%)	PERDIDA CORRIDA (%)	No. PARTIC.	PASA	RETENE	No. 4	No. 8								No. 8	No. 16								No. 16	No. 30								No. 30	No. 60								No. 60	No. 100								TOTALES								
FRACCION		GRADACION ORIGINAL (%)	PESO FRACCION ENSAYADA (g)	No. PARTIC.	PESO RETENIDO (DESPUES DEL ENSAYO) (g)	PERDIDA TOTAL (%)	PERDIDA CORRIDA (%)	No. PARTIC.																																																																	
PASA	RETENE																																																																								
No. 4	No. 8																																																																								
No. 8	No. 16																																																																								
No. 16	No. 30																																																																								
No. 30	No. 60																																																																								
No. 60	No. 100																																																																								
TOTALES																																																																									
RESULTADOS DEL ENSAYO			ACEPTABILIDAD																																																																						
% PERDIDA DEL AGREGADO GRUESO: 38,77 %			0,80 %			SI CUMPLE																																																																			
% PERDIDA DEL AGREGADO FINO:																																																																									
OBSERVACIONES:																																																																									

CUMPLE <input checked="" type="checkbox"/> NO CUMPLE <input type="checkbox"/>																																																																									
 ELABORO			INGEOSUELOS DEL SUR S.A.S. NIT. 900.585.8644			 REVISO																																																																			

Marcela Gómez Galván Cód.: 172360	CONTRATO No. 270170007 – 8000000209: MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL	INF-TEC-01-20
	INFORME TÉCNICO	Versión 01

6. DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA

El tipo de mezcla a utilizar en dicho proyecto será mezcla asfáltica natural la cual es un material compuesto esencialmente por arenas finas y conglomerado impregnadas de asfalto, siendo este parámetro común para la gran mayoría de los depósitos que se encuentran en el territorio colombiano. No obstante, la estructura de pavimento flexible debe garantizar durante el periodo de servicio su estabilidad (resistencia) y flujo (deformación), de tal manera que éste pueda deformarse sin agrietarse o romperse; así mismo, esta capa debe cumplir con una función de tipo estructural, en donde su espesor deberá ser de una dimensión que no permita exceder los parámetros admisibles, tanto de esfuerzo como de deformación.

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos del diseño de una mezcla asfáltica natural, realizada por el laboratorio Ingeosuelos del Sur SAS en febrero de 2019, los agregados son provenientes de la quebrada la Torcoroma cercanas al corredor en estudio.

El diseño detallado de la mezcla asfáltica natural se presenta en el Anexo 7.

6.1 PARÁMETROS DE DISEÑO

El material pétreo presente en la mezcla asfáltica natural deberá estar exento de materia orgánica o cualquier otra sustancia perjudicial. Los agregados de aporte utilizados para cumplir los requerimientos granulométricos deberán satisfacer plenamente los requisitos establecidos en el numeral 400.2.1 del Artículo 400-13.

La distribución granulométrica de los agregados pétreos de la mezcla asfáltica en su estado natural (tal como sale de la mina) deberá tener un tamaño máximo de 19 mm (3/4") y será aceptada siempre y cuando, la mezcla asfáltica cumpla con todos y cada uno de los requerimientos exigidos en la imagen 4. De igual manera, la estructura de los pétreos resultantes de la combinación de las distintas fracciones del material de aporte con la mezcla asfáltica natural seleccionada (granulometría combinada) para la construcción de la capa asfáltica, deberán presentar una gradación que se ajuste a alguna de las franjas señaladas en la imagen 5. El análisis granulométrico se deberá efectuar de acuerdo con la norma de ensayo INV. E-2013.

Marcela Gómez Galván Cód.: 172360	CONTRATO No. 270170007 – 8000000209: MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL	INF-TEC-01-20
	INFORME TÉCNICO	Versión 01

Imagen 4. Criterios Marshall del Instituto Norteamericano del Asfalto

CARACTERÍSTICAS	Mínimo	Promedio	Máximo
Grado de curado			
% solvente evaporado			
Para mantenimiento		25	
Para pavimentación		50	
Numero de golpes por capa		75	
% Vacíos en la mezcla	3	-	5
% Vacíos en los agregados	Ver tabla 442-8		
Estabilidad lb. (25 °c)			
Para mantenimiento	500		
Para pavimentación	750		
Flujo 0.01" (25 °c)	8		16
Estabilidad residual			
Después de inmersión	75		
Durante 4 días a 25°C			

Imagen 5. Franjas granulométricas de los agregados combinados para la construcción de capas asfálticas con una mezcla asfáltica natural

TIPO DE GRADACIÓN	TAMIZ (mm/ U.S. Standard)								
	37.5	25.0	19.0	12.5	9.5	4.75	2.36	0.300	0.075
	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 8	No. 50	No. 200
	% PASA								
MAA-18	100	80-95	-	62-77	-	45-60	35-50	13-23	3-8
MAA-25	-	100	80-95	-	60-75	47-62	35-50	13-23	3-8
MAA-19	-	-	100	80-95	-	50-65	35-50	13-23	3-8
Fabricación en producción sobre la fórmula de trabajo (1)	4%						3%		1%

Ligante Asfáltico: Corresponderá al contenido de ligante asfáltico existente en la mezcla asfáltica natural. En caso de que sea necesario se podrá adicionar una emulsión asfáltica catiónica de rotura lenta, de los tipos CRL-1 o CRL-1h, que cumpla los requisitos de calidad establecidos en el Artículo 411 y que sea compatible con los agregados pétreos por emplear según imagen 6 requisitos de la especificación para la construcción de carreteras INVIAS-13.

Marcela Gómez Galván Cód.: 172360	CONTRATO No. 270170007 – 8000000209: MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL	INF-TEC-01-20
	INFORME TÉCNICO	Versión 01

Imagen 6. Características que deben cumplir las emulsiones asfálticas catiónicas de rotura lenta

ENSAYOS SOBRE LA EMULSIÓN	NORMA DE ENSAYO INV	ROTURA LENTA			
		CRL - 1		CRL - 1h	
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Viscosidad					
Saybolt Furol a 25°C, S	E-763	20	200	20	100
Saybolt Furol a 50°C, S		-	-	-	-
Contenido de agua, %	E-761	-	43	-	43
Estabilidad durante almacenamiento (24 horas), %		-	1	-	1
Sedimentación a los 5 días, %	E-764		5		5
Destilación					
Contenido de asfalto residual, %		57	-	57	-
Contenido de aceite, %	E-762	-	-	-	-
Tamizado					
Retenido tamiz No. 20 (850 cm), %	E-765	-	0.10	-	0.10
Demulsibilidad, %	E-766	-	-	-	-
Rotura en ensayo de mezcla con cemento, %	E-770	-	-	-	2.0
Carga de partícula	E-767	Positiva		Positiva	
pH	E-768	-	6	-	6
Cubrimiento del agregado y resistencia al desplazamiento					
- Con agregado seco		-	-	-	-
- Con agregado seco y acción del agua	E-769	-	-	-	-
- Con agregado húmedo		-	-	-	-
- Con agregado húmedo y acción del agua		-	-	-	-
Ensayos sobre el residuo de destilación					
Penetración (25°C, 100 gr, 5s), 0.1 mm				60	100
- ARD		60	100		
- ARB	E-706	100	250		
Ductilidad (25°C, 5 cm / min), cm	E-702	40	-	40	-
Solubilidad en tricloroetileno, %	E-713	97.5	-	97.5	-

Por otro lado, los requisitos que deben cumplir los agregados pétreos resultantes para la construcción de capas asfálticas con una mezcla asfáltica natural se describen en la imagen 7 INV-442-13.

Marcela Gómez Galván Cód.: 172360	CONTRATO No. 270170007 – 8000000209: MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL	INF-TEC-01-20
	INFORME TÉCNICO	Versión 01

Imagen 7. Requisito de los agregados pétreos resultantes para la construcción de capas asfálticas con una mezcla asfáltica natural

CARACTERÍSTICA	Norma de Ensayo INV	REQUISITO
Dureza, agregado grueso (o)		
Desgaste en la máquina de los Ángeles, máximo (%) - Capa de: rodadura / intermedia	E - 218	25 / 35
Coefficiente de pulimiento acelerado para rodadura, Mínimo	E - 232	0.45
Durabilidad (O)		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfato de magnesio, Máximo (%)	E-220	18
Limpieza, agregado grueso (F)		
Impurezas en agregado grueso, máximo (%)	E-237	0.5
Limpieza, gradación combinada (F)		
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-125 y E-126	7
Equivalente de arena, mínimo (%) (Nota 1)	E-133	50
Valor de azul de metileno, máximo (Nota 1)	E-235	10
Geometría de las partículas, agregado grueso (F)		
Partículas planas y alargadas, relación 5:1, máximo (%)	E-240 10	10
Caras fracturadas, mínimo (%) - Una cara: rodadura / intermedia - Dos caras: rodadura / intermedia	E-227	75 / 60
Geometría de las partículas, agregado fino (F)		
Angularidad de la fracción fina, método A, mínimo (%) - Capa de: rodadura / intermedia	E-239	40 / 35
Capacidad de soporte (F)		
Agregado grueso: Cubrimiento de los agregados con materiales asfálticos en presencia del agua hirviendo (%)	E-757	Reportar
Agregado fino: adhesividad de los ligantes bituminosos a los agregados finos (método Riedel- Weber), índice mínimo	E - 774	4

Nota 1: El equivalente de arena será el del agregado finalmente obtenido mediante la combinación de las distintas fracciones (incluido el llenante mineral), según las proporciones determinadas en la fórmula de trabajo. En caso de que no se cumpla el valor mínimo señalado en la tabla, el agregado se aceptará si su equivalente de arena es superior a 40 % y, simultáneamente, el valor de azul de metileno determinada mediante la norma de ensayo INV E- 235, es inferior a diez (10).

Agua: El agua que se requiera deberá ser limpia y libre de materia orgánica, álcalis y otras sustancias perjudiciales. Puede ser agua potable; si no lo es, deberá cumplir los requisitos que se indican en la tabla 442-5 del INVIAS-13.

Marcela Gómez Galván Cód.: 172360	CONTRATO No. 270170007 – 8000000209: MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL	INF-TEC-01-20
	INFORME TÉCNICO	Versión 01

Imagen 8. Requisitos del agua no potable para la construcción de sub-base y base estabilizada con una mezcla asfáltica natural

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO ASTM	REQUISITO
pH	D 1293	5.5 – 8.0
Contenido de sulfatos, expresado como SO_4^{2-} , g/l máximo	D516	1.0

6.2 MÓDULO DINÁMICO

Si bien es cierto, la caracterización dinámica de los materiales en la construcción de las carreteras es de relevancia, pues de ello depende la certidumbre del dimensionamiento de la estructura de pavimento, por cuanto el módulo dinámico y la relación de Poisson de las mezcla asfáltica se constituye en un parámetro importante del diseño, ayudando a definir los espesores de cada capa, no menos cierto es que el comportamiento dinámico de las mezclas asfálticas está definido por la variación de la temperatura y frecuencia de aplicación de carga, incluso por las propiedades del asfalto y el agregado utilizado en la fabricación de las mismas.

Para este caso, la mezcla asfáltica natural Mapia proveniente de la mina la Milagrosa según estudios de Corasfaltos realizados en el año 2013, presenta un módulo que alcanza los 1619 MPa o 234816 lb/pulg²

Imagen 9. Resultados Módulo Dinámico Corasfaltos

Temperatura, °C	20		
Frecuencia, Hz	10		
Núcleo	1	3	5
BLK	2,212	2,223	2,228
Módulo Dinámico (MPa)	1327	1601	1860
Promedio (MPa)	1400	1622	1892
Promedio (MPa)	1364	1617	1877
Promedio, MPa	1619		

7. ESTUDIO DE TRÁNSITO

En los estudios y diseños de estructuras de pavimento nuevas, como la rehabilitación de pavimentos envejecidos, es primordial conocer cada uno de los factores que inciden en el comportamiento de estos; el tránsito sin duda alguna, es uno de los más importantes y en combinación con otros factores como el suelo de subrasante, el clima y las condiciones de drenaje, son los principales causantes de su deterioro.

Por otra parte, los volúmenes de tránsito siempre deben ser considerados como dinámicos, por lo que solamente son precisos para el período de duración de los aforos. Sin embargo, debido a que sus variaciones son generalmente rítmicas y repetitivas, se

Marcela Gómez Galván Cód.: 172360	CONTRATO No. 270170007 – 8000000209: MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL	INF-TEC-01-20
	INFORME TÉCNICO	Versión 01

hace necesario tener información de los volúmenes de tránsito históricos, para proyectarlos durante el periodo de diseño.

7.1 TRANSITO PROMEDIO DIARIO TPD

Este valor es imprescindible para determinar el uso anual del corredor como justificación de costos en el análisis económico y para diseñar los elementos estructurales de la carretera. Se pueden utilizar otros periodos de tiempo para medir el volumen de tránsito y el TPD puede ser anual, mensual o semanal, denominándose TPDA, TPDM y TPDS, respectivamente.

Para el presente proyecto se determinó un TPD para la vía de acceso a Campo Acordionero, empleando la información histórica de la Estación Cargue Acordionero, la cual se proyectó para un periodo de 10 años.

7.2 NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES A 8,2 TON

El estudio de tránsito es fundamental para el diseño de estructuras de pavimento nuevas, como para la reconstrucción y rehabilitación de estructuras existentes. Una correcta estimación del número acumulado de ejes simples equivalentes a 8.2 toneladas (W_{18}), que circularán por el carril de diseño durante el periodo de diseño establecido, define las características estructurales que la carretera deberá tener, para poder soportar las solicitaciones esperadas y garantizar un nivel de servicio durante el periodo de diseño.

Es importante establecer el número de ejes sencillos equivalentes que utilizarán la estructura de pavimento durante su vida de diseño, para lograr determinar los espesores de las diferentes capas de la estructura de pavimento flexible y las demás características requeridas de la estructura proyectada.

En la Figura 2 se presenta la categorización vehicular definida por el INVIAS para los procesos de aforo y pesaje en las diferentes estaciones existentes en el país, información que fue tenida en cuenta al establecer los tránsitos promedios diarios.

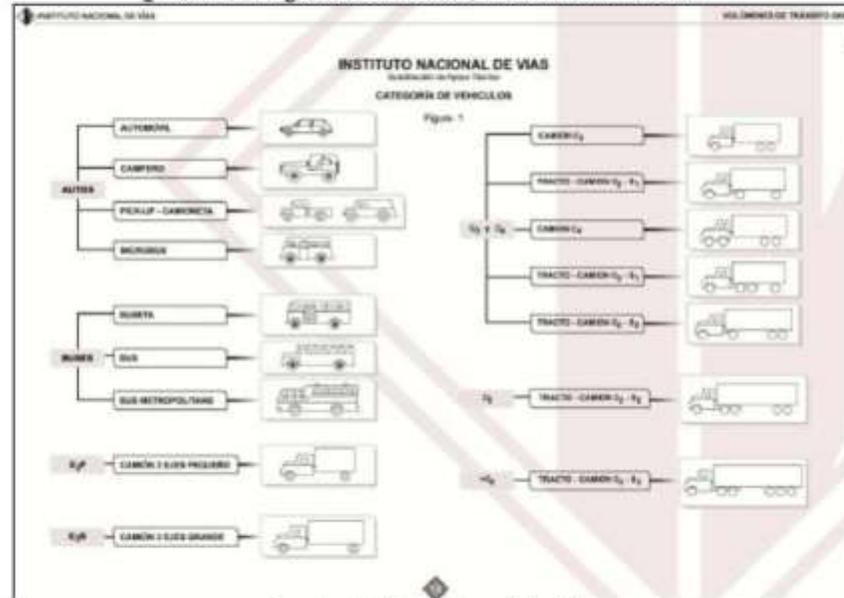
Para esta categorización de vehículos, y puesto que se busca establecer un eje de equivalencia, se hace uso de factores de equivalencia de carga por tipo de vehículo comercial, el cual representa el mayor o menor daño que un tipo de vehículo causa a una estructura de pavimento, este factor representa un determinado número de veces el paso del eje estandarizado de 8.2 toneladas, por cada pasada del vehículo analizado.

Estos factores de equivalencia se utilizan en el cálculo del factor camión (FC), el cual, junto con los datos de TPD proyectados a lo largo de todo el periodo, se requiere para determinar el número de ejes equivalentes de 8.2 toneladas (W_{18}).

Con la información suministrada por la estación Cargue Acordionero se proyectó el número de ejes equivalentes a 8,2 Ton, discriminados según el tipo de vehículo.

Marcela Gómez Galván Cód.: 172360	CONTRATO No. 270170007 – 800000209: MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL	INF-TEC-01-20
	INFORME TÉCNICO	Versión 01

Figura 2. Categoría de Vehículos, Instituto Nacional de Vías



Fuente: Instituto Nacional de Vías

Las proyecciones de tránsito se realizaron considerando los crecimientos previstos en el modelo de crecimiento, dando como resultado las asignaciones de tránsito en el proyecto.

Para determinar el número de ejes equivalentes acumulados por año para el diseño del pavimento, es necesario transformar el tránsito promedio diario según su composición y factores de daño, la cual se utilizará la siguiente expresión.

$$W18 = TPD \times \%CCD \times 365 \times ((1+r)^n - 1) / \ln(1+r) \times FC$$

Donde:

- ✓ W18 = tránsito acumulado durante n años de servicio y tasa de crecimiento r, en ejes equivalentes de 8.2ton.
- ✓ TPD = tránsito promedio diario en el primer año de servicio para el carril de diseño, en ejes equivalentes de 8.2ton.
- ✓ %CCD= Porcentaje del tránsito total de camiones en el carril de diseño

n=10 años

r= 3%

%CCD= 100% (Según información de la estación Cargue Acordionero, no transitan automóviles en la zona)

Marcela Gómez Galván Cód.: 172360	CONTRATO No. 270170007 – 8000000209: MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL	INF-TEC-01-20
	INFORME TÉCNICO	Versión 01

Por lo tanto:

$$W_{18} = TPD \times \%CCD \times 365 \times ((1+r)^n - 1 / \ln(1+r)) \times FC$$

$$W_{18} = 252 \times 100\% \times 365 \times ((1+0,03)^{10} - 1 / \ln(1+0,03)) \times 1,5$$

$$W_{18} = 1.605.280 \text{ EE a } 8,2 \text{ Ton}$$

8. DISEÑO ESTRUCTURA DE PAVIMENTO

8.1 PERIODO DE DISEÑO T

Para el presente proyecto se estableció un periodo de diseño $T = 10$ años

8.2 TRÁNSITO DE DISEÑO

El número total acumulado de ejes equivalentes sencillos de 8,2 toneladas o 18 kips para el carril de diseño del proyecto, es $W_{18} = 1.605.280 \text{ EE}$

8.3 VALOR DE CBR DE DISEÑO

De acuerdo a la caracterización geotécnica se estableció el mejoramiento de la subrasante, con material de suelo seleccionado con espesores que van desde 30 cm a 50 cm de espesor, logrando de esta forma una plataforma homogénea a lo largo de todo el corredor, con un valor de CBR para diseño del 5%.

8.4 MÓDULO RESILIENTE DE LA SUBRASANTE MR

La subrasante es el suelo sobre la cual descansara toda la estructura del pavimento.

Haciendo esta consideración, la subrasante desempeña un papel importante en el proceso matemático de diseño; en la década de los 50 se puso más énfasis en las propiedades fundamentales de la subrasante y se idearon ensayos para caracterizar mejor estos suelos. Ensayos usando cargas estáticas o de baja velocidad de deformaciones como el CBR, compresión simple, son remplazados por ensayos dinámicos y de repetición de cargas como el ensayo del módulo resiliente, que representa mucho mejor lo que sucede bajo un pavimento en lo concerniente a tensiones y deformaciones. El ensayo de módulo resiliente no es muy común en nuestro medio, debido a altos costos de operación del equipo y la disposición del mismo, esto hace que realizar este ensayo directamente sobre la subrasante sea inconveniente y difícil, por esta razón se usan correlaciones entre el ensayo de CBR con el módulo resiliente con la siguiente expresión para $CBR < 10\%$.

$$M_R = 1500 \text{ CBR}$$

En donde: M_R : módulo resiliente de la subrasante (lb/pulg²).
CBR: relación de capacidad de soporte de california.

Marcela Gómez Galván Cód.: 172360	CONTRATO No. 270170007 – 8000000209: MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL	INF-TEC-01-20
	INFORME TÉCNICO	Versión 01

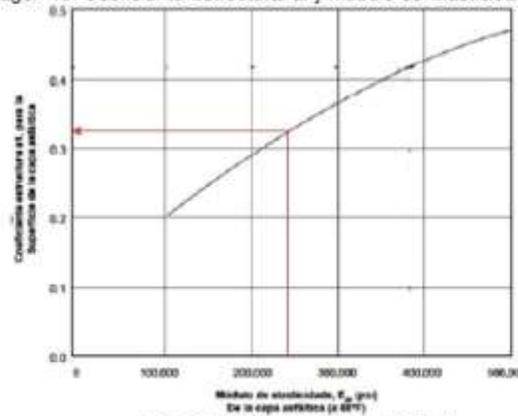
La anterior expresión se considera válida para suelos finos con CBR sumergido inferior al 10%.

Puesto que los suelos de subrasante evidenciados durante la ejecución de los apiques, corresponden principalmente a materiales arcillosos de baja plasticidad, para un valor de CBR de diseño de 5% el módulo resiliente estimado es:

$$M_R = 7500 \text{ Lb/pulg}^2$$

8.5 COEFICIENTE ESTRUCTURAL a_1 PARA CAPAS DE CONCRETO ASFÁLTICO Y MÓDULO DE ELASTICIDAD ECA

Imagen 10. Coeficiente Estructural a_1 y Módulo de Elasticidad Eca



Fuente: Guía para diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO, 1993.

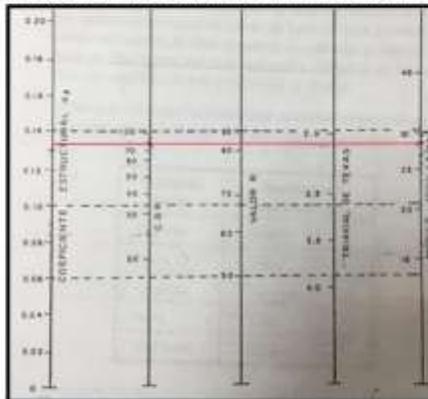
Coeficiente estructural $a_1 = 0,33$ para capa asfáltica
Módulo de elasticidad ECA = 234816 PSI

8.6 MÓDULO RESILIENTE DE LAS CAPAS GRANULARES M_R Y COEFICIENTES ESTRUCTURALES

Para los materiales granulares teniendo en cuenta lo dispuesto en las especificaciones técnicas de construcción del INVIAS 2013, se establecen valores de CBR de 80% para la base granular y del 30% para la subbase granular. Además, el constructor garantizará que se cumplan los siguientes módulos empleados en el diseño:

Marcela Gómez Galván Cód.: 172360	CONTRATO No. 270170007 – 8000000209: MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL	INF-TEC-01-20
	INFORME TÉCNICO	Versión 01

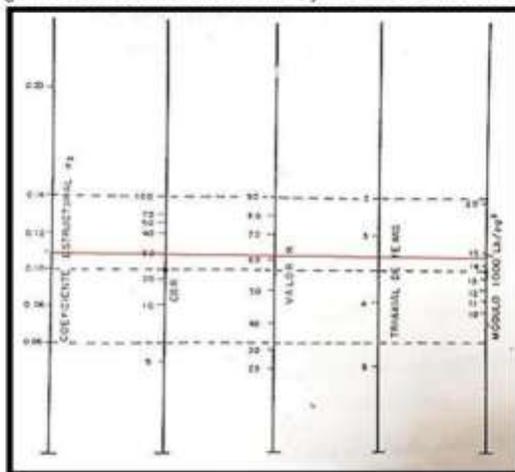
Imagen 11. Coeficiente estructural a_2 y Módulo de Elasticidad E_{BG}



Fuente: Guía para diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO, 1993.

Coeficiente Estructural a_2 Base Granular = 0,134
 Módulo de Elasticidad Base Granular E_{BG} = 28400 PSI

Imagen 12. Coeficiente Estructural a_3 y Módulo de Elasticidad E_{SBG}



Coeficiente Estructural a_3 Sub Base Granular = 0,11
 Módulo de Elasticidad E_{SBG} = 14750 PSI

Marcela Gómez Galván Cód.: 172360	CONTRATO No. 270170007 – 8000000209: MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL	INF-TEC-01-20
	INFORME TÉCNICO	Versión 01

8.7 RELACIÓN DE POISSON

La relación de Poisson caracteriza la capacidad del material de admitir deformaciones transversales, siendo una propiedad adimensional del mismo; su valor varía entre 0.1 y 0.5. En la imagen 13 se presentan valores típicos para la relación de Poisson de algunos materiales usados en la construcción de estructuras de pavimento. Para el diseño se empleó un valor de $\mu = 0,35$ para la capa asfáltica y granulares, para la subrasante mejorada un valor $\mu = 0,45$.

Imagen 13. Valores Típicos Relación de Poisson

MATERIAL	INTERVALO
Concreto asfáltico	0.30 – 0.40
Concreto de cemento Portland	0.15 – 0.20
Materiales granulares	0.30 – 0.40
Materiales granulares estabilizados con cemento	0.10 – 0.20
Suelos finos estabilizados con cemento	0.15 – 0.35
Suelo estabilizado con cal	0.10 – 0.25
Mezclas de ceniza y cal	0.10 – 0.15
Arena suelta o arena limosa	0.20 – 0.40
Arena densa	0.30 – 0.45
Suelos finos	0.30 – 0.50
Arcillas blandas saturadas	0.40 – 0.50

Fuente: Pavement analysis and design, Yang Hsien Huang

En la siguiente tabla se presentan los parámetros típicos que se consideraron en el diseño de la alternativa, para la estructura de pavimento:

Tabla 4. Parámetros de diseño - Estructura de pavimento flexible

CAPA		MÓDULO E	μ
TIPO	MATERIAL	Lb/pulg ²	POISSON
RODADURA	MAN (Mezcla Asfáltica Natural) MDF-19	234816	0,35
BASE GRANULAR	BG-B	29400	0,35
SUB-BASE GRANULAR	SBG-B	14750	0,35
SUBRASANTE MEJORADA CON SUELO SELECCIONADO	SBRM	7500	0,45

Fuente: Elaboración propia.

8.8 PARÁMETRO DE CONFIABILIDAD "R"

El método trata de lograr un cierto grado de confianza en el cálculo entregado, para el espesor total de la estructura, y asegurar que las diversas alternativas de selección estructural que se obtengan, duraran como mínimo el periodo de diseño. En el algoritmo de cálculo este parámetro se liga con la desviación estándar Z_r y el error normal S_o asignado por efectos o errores en el cálculo del tránsito. El factor de confiabilidad del diseño tiene en cuenta las variaciones al azar, tanto en la predicción del tránsito como en la predicción del comportamiento y por lo tanto proporcionan un nivel de confianza (R) para que los tramos de pavimento sobrevivan al periodo por el cual fueron diseñados. Con el nivel de confiabilidad que se le dé al diseño, se obtienen valores de variación en

Marcela Gómez Galván Cód.: 172360	CONTRATO No. 270170007 – 8000000209: MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL	INF-TEC-01-20
	INFORME TÉCNICO	Versión 01

la predicción del comportamiento del pavimento S_o y los valores de desviación estándar Z_r .

Imagen 14. Niveles de confiabilidad según tipo de vía

Clasificación funcional de la vía	Nivel recomendado de confiabilidad (%)	
	Urbana	Rural
Autopistas	85 - 99.9	80 - 99.9
Arterias principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

Fuente: Niveles de confiabilidad recomendados por la AASHTO según la funcionalidad de la vía

Imagen 15. Relación entre confiabilidad y Z_R

Confiabilidad (%)	50	75	80	85	95	99	99.9
Z_R	0	-0.674	-0.842	-1.037	-1.645	-2.327	-3.08

Fuente: Relación entre confiabilidad y Z_R en una distribución normal recomendados por la AASHTO

$R = 90\%$ Confiabilidad

$Z_r = -1.282$ Parámetro estadístico asociado con distribuciones normales de datos, que considera la probabilidad de que el índice de servicio del pavimento sea superior a p_t durante el periodo de diseño.

$S_o = 0.49$ Desviación estándar total de la distribución normal de los errores asociados con las predicciones de tránsito y de comportamiento del pavimento (0.44-0.49).

8.9 SERVICIABILIDAD (PSI).

Definida como la capacidad del pavimento para brindar un uso confortable y seguro a los usuarios. Se expresa en términos de índice de servicialidad presente.

La servicialidad inicial que se estimó para este pavimento inmediatamente después de la construcción del mismo es de $PSI_o: 4.4$ y se espera que al final del periodo de diseño y por las condiciones de uso se tenga una calificación del nivel de servicialidad de $PSI_f: 2.3$

Por lo tanto, se tiene que el cambio en la servicialidad es: $\Delta PSI: 4.4 - 2.3 = 2.1$

Marcela Gómez Galván Cód.: 172360	CONTRATO No. 270170007 – 8000000209: MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL	INF-TEC-01-20
	INFORME TÉCNICO	Versión 01

Tabla 5. Coeficiente de servicialidad para diferentes vías

TIPO DE VÍA	AASHTO
Autopista	2.5 – 3.0
Carretera	2.0 – 2.5
Zonas industriales	2.0 – 3.0
Urbano principal	1.5 – 2.0
Urbano secundario	1.5 – 2.0

Fuente: Salazar R. Aurelio, Guía para diseño y construcción de pavimentos

8.10 CONDICIONES DE DRENAJE.

El parámetro de diseño (m_i) está asociado a las características del material drenante que depende de la calidad de drenaje y el % de tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad cercanas a la saturación.

Tabla 6. Condiciones de calidad del drenaje

Tiempo de Evacuación	Calidad de Drenaje
2 Horas	Excelente
1 Día	Bueno
1 Semana	Aceptable
1 Mes	Pobre
No Drena	Muy pobre

Fuente: Salazar R. Aurelio, Guía para diseño y construcción de pavimentos

Tabla 7. Coeficientes de drenaje para el diseño.

Calidad del Drenaje	% De tiempo en que la estructura está expuesta a niveles de Humedad cercanos a la Saturación			
	<1%	1-5%	5-25%	>25%
Excelente	1.4 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 0.20	1.2
Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.0
Aceptable	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.8
Pobre	1.15 - 1.05	1.08 - 0.80	0.80 - 0.60	0.6
Muy Pobre	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.4

Fuente: Salazar R. Aurelio, Guía para diseño y construcción de pavimentos

% = 30%

m_i = 1.2

8.11 DETERMINACIÓN DE ESPESORES

A continuación, se presenta la tabla de espesores mínimos recomendados por la AASHTO. La estructura definitiva debe tener espesor de capas superiores o iguales a estas, dependiendo del tránsito. En este proyecto se tiene un tránsito equivalente de 1.60528×10^6 .

Marcela Gómez Galván Cód.: 172360	CONTRATO No. 270170007 – 8000000209: MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL	INF-TEC-01-20
	INFORME TÉCNICO	Versión 01

Tabla 8. Espesores mínimos de diseño
ESPESTORES MÍNIMOS (pulg)

N*10 ⁵	Concreto Asfáltico. (pulg)	Base Granular (pulg)
<0.05	1 o TSD	4.0
0.05-0.15	2.0	4.0
0.15-0.5	2.5	4.0
0.5-2.0	3.0	6.0
2.0-7.0	3.5	6.0
>7.0	4.0	6.0

8.12 DIMENSIONAMIENTO DE PAVIMENTOS

El número estructural "SN" de diseño AASHTO, encontrado para las condiciones de soporte de esta subrasante con CBR de diseño de 5% y tránsito de $1.60528 \cdot 10^6$, es de 3,66 (SN=3,66) obtenido de la ecuación de AASHTO. Con este cálculo y las demás consideraciones, se estimó que la estructura de diseño por el método es la siguiente:

Imagen 16. Cálculo del Número Estructural SN

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software interface. The 'Tipo de Pavimento' is set to 'Pavimento flexible'. The traffic volume (W18) is 1805280. The initial serviceability (PSI inicial) is 4.4 and the final serviceability (PSI final) is 2.3. The subgrade strength (Mi) is 7500 psi. The calculated structural number (SN) is 3.66. The interface also includes fields for traffic volume (W18) and the resulting SN value.

Con el número estructural calculado y los coeficientes de capa se procede a dimensionar la estructura de pavimento.

Marcela Gómez Galván Cód.: 172360	CONTRATO No. 270170007 – 8000000209: MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL	INF-TEC-01-20
	INFORME TÉCNICO	Versión 01

Imagen 17. Datos de entrada para diseño de la estructura de pavimento

DATOS DE ENTRADA		
TIPO DE VIA:	<u>RURAL</u>	
CALIFICACIÓN FUNCIONAL:	<u>COLECTORA</u>	
CONFIABILIDAD DESEADA (%):	<u>95</u>	90 OK
ZR EN UNA DISTRIBUCION N:	<u>-1.282</u>	
TRANSITO ESPERADO:	<u>1,605,288</u>	Ejes Equivalentes
INDICE DE SERVICIO INICIAL (Pi):	<u>4.4</u>	Entre 4 y 5
INDICE DE SERVICIO FINAL (Pf):	<u>2.3</u>	Entre 2 y 3
DESVIACIÓN ESTANDAR(So):	<u>0.49</u>	
CALIDAD DEL DRENAJE:	<u>EXCELENTE</u>	
% DE TIEMPO CON PAVIMENTO PROXIMO A LA SATURACIÓN:	<u>30.0</u>	%
COEFICIENTE DE DRENAJE Mi:	<u>1.2</u>	1.2
MODULO DE LA SUBRASANTE:	<u>7,500.0</u>	PSI
MODULOS Y COEFICIENTES ESTRUCTURALES		
MATERIAL	MODULO (PSI)	DEFICIENTE ESTRUCTURAL
ASFALTO	204,896	0.33
BASE G.	28,400	0.124
SUBBASE G.	4,750	0.11

Imagen 18. Resultado método AASHTO

RESULTADOS	
SN DE LA SUBRASANTE:	<u>3.66</u>
$h_1^* \geq \frac{SN_1}{a_1}$	
SN_1	<u>2.12</u>
a_1	<u>0.33</u>
h_1	<u>6.42</u> PULGADAS
h_{DMV}	<u>3.00</u> PULGADAS
h_1^*	<u>17.00</u> cm
SN_1^*	<u>2.21</u> $\geq SN_1$

Marcela Gómez Galván Cód.: 172360	CONTRATO No. 270170007 - 8000000209: MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL	INF-TEC-01-20
	INFORME TÉCNICO	Versión 01

$$h_2^a \geq \frac{SN_2 - SN_1^*}{a_2 m_2}$$

$$SN_2^{(1)} = 2.70$$

$$a_2^{(1)} = 0.13$$

$$m_2^{(1)} = 1.20$$

$$h_2^{(1)} \geq 0.6 \text{ PULGADAS} \quad | \quad h_{2MIN}^{(1)} = 6.00 \text{ PULGADAS}$$

$$h_2^a = 16.00 \text{ cm}$$

$$SN_2^{(2)} = 1.01 \geq SN_1^{(1)}$$

$$SN_1 + SN_2^{(1)} \geq SN_2 \rightarrow 3.22 \geq 2.70 \text{ O.K.}$$

$$h_3^a \geq \frac{SN_3 - (SN_1^* + SN_2^*)}{a_3 m_3}$$

$$SN_3^{(1)} = 3.66$$

$$a_3^{(1)} = 0.11$$

$$m_3^{(1)} = 1.20$$

$$h_3^{(1)} \geq 3.32 \text{ PULGADAS}$$

$$h_3^a = 9.00 \text{ cm}$$

DISEÑO DE PAVIMENTO METODO AASHTO - 93

The diagram illustrates the pavement structure with the following layers and thicknesses:

- MEZCLA ASFÁLTICA NATURAL: 17.00 cm
- BASE GRANULAR CBR = 80%: 16.00 cm
- SUBBASE GRANULAR CBR = 90%: 09.00 cm
- SUBRASANTE: Base layer

Marcela Gómez Galván Cód.: 172360	CONTRATO No. 270170007 – 8000000209: MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL	INF-TEC-01-20
	INFORME TÉCNICO	Versión 01

8.13 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

Los materiales a emplear deben ajustarse a lo dispuesto en las Especificaciones Generales de Construcción INVIAS 2013, las cuales se indican para cada material en la Tabla 9 que se presenta a continuación:

Tabla 9. Especificaciones técnicas de los materiales propuestos, INVIAS 2013

MATERIAL	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA INVIAS 2013
Mezcla Asfáltica Natural	Mezcla Asfáltica Natural (Artículos 442 - 13)
Ligante Asfáltico con posible adición de emulsión catiónica de rotura lenta tipo CRL-1 o CRL-1h.	Suministro de Emulsión Asfáltica (Artículo 411, Artículo 442 – tabla 442 - 4)
Base granular clase B tipo BG-B	Base Granular (Artículo 330 – 13)
Sub-base granular clase B tipo SBG-B	Sub-Base Granular (Artículo 320 – 13)
Mejoramiento de la sub-rasante con adición de materiales	Terraplenes (Artículo 220)

Fuente: Elaboración propia.

8.14 ALTERNATIVA – ESPESORES PAVIMENTO FLEXIBLE

Para la modelación se estableció el diseño de una estructura en pavimento flexible, para las cuales se definió un CBR de diseño de 5,0%. En la tabla 10 se presenta un resumen de los espesores resultantes para la estructura de pavimento analizada, en un periodo de diseño de 10 años.

Tabla 10. Alternativa estructura de pavimento flexible

MATERIAL	ESPESOR
Mezcla asfáltica natural	17 cm
Base granular Clase B tipo BG-B CBR = 80%	16 cm
Subbase granular Clase B tipo SBG-B CBR = 30%	9 cm
Subrasante mejorada	35 – 50 cm
TOTAL	42 cm + Mejoramiento

Fuente: Elaboración propia.

Es importante indicar que, para la alternativa de pavimento flexible propuesta, se debe garantizar como mínimo los parámetros de diseño establecidos en la tabla 11. Especificaciones técnicas de los materiales propuestos para la construcción de carreteras INVIAS – 2013.

Marcela Gómez Galván Cód.: 172360	CONTRATO No. 270170007 – 8000000209: MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL	INF-TEC-01-20
	INFORME TÉCNICO	Versión 01

Tabla 11. Esquema alternativa estructura de pavimento flexible

ESTRUCTURA DE PAVIMENTO						
Material	Módulo E (Lb/pulg ²)	Espesor (cm)	Esquema Estructura	Espesor (Pulg)	μ	Especificación
Mezcla asfáltica natural	234816	17		6,69	0,35	INV. 442-13
BG-B	28400	16		6,4	0,35	INV. 330-13
SBG-B	14750	9		3,55	0,35	INV. 320-13
Subrasante mejorada material seleccionado	7500	35 - 50		13,78 – 19,68	0,45	INV. 220-13

Fuente: Elaboración propia

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con base en las condiciones observadas en campo, la investigación del subsuelo, la interpretación de los resultados de laboratorio, el tránsito establecido y las hipótesis concebidas para el diseño, se emiten las siguientes conclusiones y recomendaciones al respecto:

9.1 ESTRATIGRAFÍA PROMEDIO

De acuerdo a los resultados de la investigación del subsuelo, la subrasante corresponde principalmente a arena limosa mal gradadas o limo arcillosas; color gris con vetas blancas, compactidad que varía de suelta a compacta, la fracción fina es de baja compresibilidad y plasticidad nula a media, limos color pardo oscura, plasticidad que varía de baja a alta y consistencia muy blanda a dura. Los suelos encontrados se clasifican dentro del sistema unificado de clasificación de suelos (USCS) como: SM, SM – SC ISP – SM, MH, ML, CL, dentro del sistema AASHTO se encuentran en los grupos A-4, A5, A-6 y A-7.

No se encontró durante la exploración del subsuelo la presencia del nivel freático.

En cuanto al límite plástico este fluctúa entre 24,60% y el 26,10%, mientras que el límite líquido lo hace entre el 37,40 y el 37,60%, el índice de plasticidad varía entre 11,50 y 12,80%; para la humedad natural se obtuvo valores entre el rango de 8,0 y 8,80%.

Puesto que la subrasante encontrada presenta ciertos valores de límite líquido e índice de plasticidad, se propone el mejoramiento de este material de manera que aumente la capacidad de soporte de CBR al 5%; puesto que arrojaron valores de CBR por debajo de este. Se plantea un mejoramiento mediante remplazo de los materiales finos de subrasante por material de suelo seleccionado en los espesores definidos en la tabla 24 y tabla 25.

9.2 CAPACIDAD DE SOPORTE CBR Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE

Los resultados de CBR obtenidos son de muy baja capacidad portante; indicando la necesidad que existe de proyectar un mejoramiento o refuerzo de la subrasante, como primera medida se propuso estabilizar mediante la inclusión de materiales de

Marcela Gómez Galván Cód.: 172360	CONTRATO No. 270170007 – 8000000209: MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL	INF-TEC-01-20
	INFORME TÉCNICO	Versión 01

mejoramiento, para este caso sería ideal usar rajón, pero en la zona no se cuenta con este tipo de material, por lo que se recomienda utilizar material de suelo seleccionado norma INV-220-13 con CBR mínimo de 10% para alcanzar un valor de CBR mejorado de mínimo 5%, esto con el propósito de manejar a través de todo el corredor una sola plataforma de soporte para la estructura de pavimento. También se pueden emplear productos geosintéticos bajo las recomendaciones y criterios del proveedor.

El espesor del mejoramiento con el suelo seleccionado oscila entre los 35 y 50 cm.

9.3 ESTUDIO DE TRÁNSITO

Para el diseño de la estructura de pavimento flexible, se determinó un número de ejes equivalentes a 8,2 toneladas, para un período de diseño de 10 años igual a 1.60528×10^6 .

Para la proyección del número de ejes equivalentes fue necesario conocer información del tránsito y tipo de vehículo, la cual fue suministrada del historial de la estación Cargue Acordionero, zona donde llega todo vehículo comercial que transita por dicho corredor.

I. AFORO VEHICULAR TIPO								
	Autos	Buses	C-2P	C-2G	C3 - C4	C5	>C5	Total
TPD	0	20	0	66	33	131	0	252
Composiciv	0.0%	8.0%	0.00%	27.0%	13.0%	52.0%	0.0%	
	Autos	Buses	Camiones					
Composiciv	0.0%	8.0%	92.0%					

9.4 ALTERNATIVA DE DISEÑO

Se propone la construcción de una estructura de pavimento flexible, para un tránsito vehicular medio durante un período de diseño de 10 años, obteniendo la alternativa que se presenta a continuación:

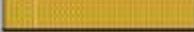
Tabla 10. Alternativa estructura de pavimento flexible

MATERIAL	ESPEJOR
Mezcla asfáltica natural	17 cm
Base granular Clase B tipo BG-B CBR = 80%	16 cm
Subbase granular Clase B tipo SBG-B CBR = 30%	9 cm
Subrasante mejorada	35 – 50 cm
TOTAL	42 cm + Mejoramiento

Fuente: Elaboración propia.

Marcela Gómez Galván Cód.: 172360	CONTRATO No. 270170007 – 8000000209: MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL	INF-TEC-01-20
	INFORME TÉCNICO	Versión 01

Tabla 11. Esquema alternativa estructura de pavimento flexible

ESTRUCTURA DE PAVIMENTO						
Material	Módulo E (Lb/pulg ²)	Espesor (cm)	Esquema Estructura	Espesor (Pulg)	μ	Especificación
Mezcla asfáltica natural	234816	17		6,69	0,35	INV. 442-13
BG-B	28400	16		6,4	0,35	INV. 330-13
SBG-B	14750	9		3,55	0,35	INV. 320-13
Subrasante mejorada material seleccionado	7500	35 - 50		13,78 – 19,68	0,45	INV. 220-13

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presentan una serie de recomendaciones generales con respecto a la conformación de las estructuras de pavimento propuestas:

- Se debe mantener un permanente control en el proceso constructivo de las estructuras de pavimento, deberá verificarse que los equipos empleados cumplan con las Especificaciones Generales de Construcción del INVIAS 2013. Se debe tener un control estricto en la verificación de los espesores de las diferentes capas que conforman las estructuras de pavimento, ya que la conformación de capas con menores espesores a los obtenidos en el diseño por esta consultoría redundará en la reducción de la vida útil proyectada de los pavimentos.
- No se deberá extender materiales granulares sobre la capa de apoyo hasta verificar que la superficie sobre la cual se van a colocar cumpla con el espesor, la densidad, el CBR, las cotas y pendientes indicadas en los planos del proyecto. Los materiales granulares deberán cumplir con los parámetros mínimos establecidos en las Especificaciones Generales de Construcción del INVIAS 2013.
- De manera previa a la construcción de las estructuras de pavimento, se deberán construir sistemas que faciliten el drenaje y subdrenaje de la vía y su área circundante, para lo cual se deberán localizar conjuntamente con la Interventoría los puntos en los que se plantea la construcción de dichas obras de drenaje y subdrenaje, de acuerdo con lo indicado en el diseño hidráulico; con estas obras se busca lograr una adecuada captación y encauzamiento de las aguas superficiales y subsuperficiales, disminuyendo los tiempos de saturación y por ende de debilitamiento de las estructuras, de manera tal que se garantice como mínimo el tiempo de vida útil proyectado para estas estructuras.
- Se debe llevar a cabo la nivelación de las diferentes capas conformadas de acuerdo a las cotas del diseño establecidas, de manera que se garantice el bombeo hacia los sitios de drenaje planteados en el diseño hidráulico; este bombeo debe garantizarse desde el fondo de la excavación, de manera tal que los espesores diseñados correspondan en la totalidad de la sección transversal a lo requerido en el diseño.
- Se debe dejar un bombeo transversal mínimo del 2% y con la pendiente longitudinal se deberá garantizar que la escorrentía superficial pueda ser encausada efectivamente hacia los puntos de drenaje definidos en el diseño hidráulico.

Marcela Gómez Galván Cód.: 172360	CONTRATO No. 270170007 – 8000000209: MEJORAMIENTO DE VÍA DE ACCESO CAMPO ACORDIONERO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ASFALTO NATURAL, ESTABILIZACIÓN Y MATERIAL	INF-TEC-01-20
	INFORME TÉCNICO	Versión 01

- Las estructuras de pavimento final deberán tener una calidad tal que se garantice una superficie homogénea tanto en forma como en composición de materiales, y no deberán presentar fallos de ningún tipo; en caso de presentarse estos deberán corregirse previamente a la puesta en funcionamiento de la vía.
- Luego de excavar en las profundidades establecidas según la alternativa de intervención implementada, se recomienda mediante el paso de una volqueta sencilla cargada sobre el material de subrasante mejorada, identificar las zonas de baja consistencia, las cuales en caso de ser puntuales o localizadas, deberán ser intervenidas según lo acordado en obra conjuntamente entre el Contratista y la Interventoría; en caso de presentar zonas de consistencia baja generalizadas en el corredor vial, se deberá dar oportuno aviso al especialista para realizar las
- Se debe evitar al máximo en la medida de lo posible que el material de subrasante quede expuesto a la acción de la lluvia, para lo cual se deberán realizar las excavaciones, mejoramiento con material seleccionado y conformación del material granular en el menor tiempo posible.
- Se recomienda llevar un adecuado control de calidad de obra, mediante la realización de ensayos periódicos a los distintos materiales utilizados y las diferentes capas conformadas, de acuerdo con los ensayos mínimos exigidos en las Especificaciones Generales de Construcción del INVIAS 2013.
- Se deberá efectuar un mantenimiento rutinario permanente durante la operación de la vía, entre las principales actividades se encuentran: rocería, limpieza de alcantarillas y cunetas, reparaciones o reemplazo de mangueras rotas, sellado de fisuras, reconstrucción de bordillos y andenes, entre otras.
- Se debe mantener permanente control en lo que refiere a las condiciones ambientales de colocación de la mezcla asfáltica, preferiblemente se debe realizar en días secos donde no esté infundado el temor de lluvia, en caso de lluvia se deberá suspender la actividad inmediatamente y podrá ser retomada cuando se garantice una superficie de colocación libre de excesos de humedad; adicionalmente deberá verificarse la temperatura de instalación de la mezcla asfáltica.
- Para el suministro y aplicación del concreto asfáltico, se debe tener en cuenta el uso de riego de imprimación para la correcta adherencia entre la capa de base granular y la rodadura asfáltica.
- Se recomienda que la planta de asfalto a utilizar sea discontinua, con el fin de tener un mayor control del porcentaje de asfalto de la mezcla.
- Los materiales de base y subbase granular se deberán compactarse hasta lograr como mínimo la densidad especificada del Proctor modificado, la cual deberá verificarse en el sitio previa conformación de la siguiente capa del pavimento.
- La estructura de pavimento final debe tener una calidad tal que se garantice una superficie homogénea tanto en forma como en composición de materiales, y no deberá presentar fallos de ningún tipo.

Apéndice E. Artículo

PAVIMENTACIÓN CON ASFALTO NATURAL “MAPIA”. Estudio De Caso: Proyecto Mejoramiento de la vía el diviso – Torcoroma del Municipio del San Martin, Cesar.

Est. Ingeniería Civil. Marcela Gómez Galván

Universidad Francisco de Paula Santander. Facultad de Ingenierías.

Ingeniería Civil. Vía Universidad Francisco de Paula Santander, Ocaña, Norte de Santander. E-mail: mgomezg@ufpso.edu.co

RESUMEN

El “MAPIA” es una mezcla asfáltica compuesta principalmente de arenas finas y asfalto natural que puede usarse en vías con diferentes niveles de tránsito en cualquiera de las capas de la estructura del pavimento, es un material ecológico puesto que su técnica de construcción es en frío. El propósito de esta investigación se enfocó en la caracterización del material asfáltico “Mapia” y en el proceso de instalación para el mejoramiento de un tramo de vía del municipio de San Martin, Cesar. Inicialmente se realizó la identificación de las propiedades del MAPIA utilizado tales como: composición porcentual de los materiales, índice de penetración, ductilidad del asfalto, punto de ablandamiento y viscosidad absoluta. Posteriormente, una vez adecuado el MAPIA con la incorporación de triturado $\frac{3}{4}$ ”, se procedió a la instalación de la mezcla con equipo tradicional, encontrándose que incluso se puede aplicar con maquinaria no especializada como es el caso de una motoniveladora. Como resultado de este estudio, se encontró que el material MAPIA, comparando con lo establecido en las especificaciones de INVIAS, posee características que lo asemejan a un asfalto 80/100, con una composición de material granular fino entre el 87% y 90% y asfalto natural entre 9% y 12%. Sin embargo, los resultados sugieren que este tipo de material presenta alta susceptibilidad a cambiar su penetración ante cambios de temperatura. Una vez instalado se demostró que el material permite una rápida apertura al tráfico presentando un buen comportamiento, además de ser de fácil instalación incluso con maquinaria no especializada, siendo esto una ventaja que genera un bajo consumo energético en la técnica de aplicación.

Palabras claves: MAPIA, mezcla asfáltica, estructura del pavimento, pavimento en frío.

ABSTRACT

MAPIA is an asphalt mixture composed mainly of fine sands and natural asphalt that can be used on roads with different levels of traffic in any of the layers of the pavement structure, is an ecological material since its construction technique is cold. The purpose of this research was focused on the characterization of the asphalt material “Mapia”, and the installation process for the improvement of a stretch of track in the municipality of San Martin, Cesar. Initially the identification of the properties of the MAPIA used was carried out such as: percentage composition of the materials, penetration index, ductility of the asphalt, softening point and absolute viscosity. Later, once the MAPIA was suitable with the incorporation of grinding $\frac{3}{4}$, it was proceeded to the installation of the mixture with traditional equipment, finding that it can even be applied with non-specialized machinery as in the case of a motor grader. As a result of this study, it was found that the MAPIA material, compared with the specifications of INVIAS, has characteristics that resemble an 80/100 asphalt, with a fine granular material composition between 87% and 90% and natural asphalt between 9% and 12%. However, the results suggest that this type of material has a high susceptibility to change its penetration to changes in temperature. Once installed it was demonstrated that the material allows a quick opening to traffic presenting a good behavior, in addition to being easy installation even with non-specialized machinery, this being an advantage that generates a low energy consumption in the application technique.

Keywords: MAPIA, asphalt mix, pavement structure, cold pavement.

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los principales factores de desarrollo económico de un país, está dado en gran medida del nivel macroscópico de la infraestructura vial que posee, la cual incluye la construcción de vías terciarias que permitan asegurar la interconectividad de las comunidades ubicadas en zonas rurales con las grandes urbes, dando paso el fortalecimiento de los procesos de desarrollo (Correa, 2017). Es así, que la aplicación e innovación de sistemas de construcción de la red vial, además de materiales que garanticen la durabilidad y seguridad de las estructuras, posibilitan el progreso de la competitividad vial, generando mayor cobertura y movilización (Caro & Caicedo, 2017; Sánchez, 2018)

En Colombia, el estado de la infraestructura vial es muy deficiente, puesto que la mayoría de los departamentos no cuenta con la pavimentación total de sus vías y las carreteras existentes no se encuentran en buen estado, dificultando los procesos de desarrollo económico, debido a la falta de inversión en este tema. Así mismo, el no poseer una infraestructura vial de calidad, los procesos de transporte de personas y carga, se vuelve realmente complejo y tediosos, lo que conlleva a la ineficiencia de los procesos de movilización y por ende al no cumplimiento de indicadores satisfactorios con relación del desarrollo económico y social del país. (Yepes, Ramirez & Villar, 2013; Urdaneta, 2017).

La eficiencia de una red vial depende de los parámetros de diseño, condiciones físicas del lugar y las técnicas constructivas utilizadas, lo que conlleva a un funcionamiento eficaz de la vía bajo condiciones de seguridad y durabilidad. Es por ello, que existe una búsqueda constante de investigaciones para este tipo de infraestructura logrando que se adapten a las realidades locales tanto en costos, como en el acceso a los materiales (Senior, Vega-Posada, & Lammardo, 2015).

Actualmente en el país se están implementando nuevas técnicas de construcción de pavimentos flexibles, un claro ejemplo es La “MAPIA” o Mortero Asfáltico Natural (MOAN) que es una mezcla asfáltica, compuesta de un 90% de arena fina, crudo de petróleo expresado en un asfalto con solventes livianos y pesados, agua y algunos materiales entre los que se

destaca el azufre (Luna & Santos, 2012). La MAPIA, es un tipo mezcla asfáltica natural, utilizada principalmente para la pavimentación de vías terciarias de bajo tránsito vehicular, debido a que se compone de arenas finas con una impregnación de crudo.

Un pavimento flexible posee características que lo hacen una alternativa útil para el mejoramiento de las vías de nuestro país, ya que el asfalto es un material aglutinante que cambia de viscosidad en función de la temperatura; están compuestos fundamentalmente por asfaltenos que proporcionan las características estructurales y dureza del asfalto, por resinas que asumen las propiedades cementantes o aglutinantes, y por aceites que aportan la consistencia para mejor trabajabilidad (Figuroa, Reyes, Hernández, Jiménez, & Bohórquez, 2007)

El proceso de instalación del pavimento se puede hacer con mezcla asfáltica en frío o en caliente. Para este caso, el uso de MAPIA, es una mezcla asfáltica en frío, debido a que está compuesta de agregado mineral y su proceso se lleva a cabo a temperatura ambiente, permitiendo la conservación del medio ambiente, puesto que su producción implica ahorro en el consumo de energía y minimización de la generación de vapores tóxicos y polvo (Hernandez, 2007; Acuña & Obando, 2009). Esto indica que su utilización es óptima, puesto que es un material muy rentable por tener una explotación natural y amigable con el medio ambiente. Además, de tener una rápida aplicación lo que lo convierte en una de las principales alternativas de mantenimiento y mejoramiento de vías. (Ortiz & Rojas, 2018)

La MAPIA, es abundante en muchas partes de Colombia, encontrándose en los departamentos de Tolima, Caldas, Cesar, Santander, entre otros, convirtiéndose en una alternativa sostenible para el mantenimiento de la malla vial urbana y rural (Chavarro & Molina, 2015). Su uso en Colombia se dio por primera vez hacia 1995 en la vía la Dorada - Norcasia y vías de acceso para la construcción de la hidroeléctrica Hidro Miel, debido a sus ventajas económicas y ecológicas (Rojas & Ortiz, 2018)

En Colombia, se ha definido un marco legal para el diseño y uso de pavimento asfáltico en vías, además de

los ensayos de laboratorio para su caracterización, ver Tabla 1 y Tabla 2.

Tabla 1. Marco legal

Normatividad	Entidad
Resolución 3482 de agosto de 2007	Ministerio de Transporte
Resolución 803 del 6 de marzo de 2009	Ministerio de Transporte
Resolución 1375 del 26 de mayo de 2014	Ministerio de transporte

Fuente: Autor

Tabla 2. Ensayos de laboratorio

Tipo de ensayo	Norma	Entidad
Penetración	INV – E 706	INVIAS
Ductilidad	INV – E 702	INVIAS
Viscosidad	INV – E 716	INVIAS
Punto de ablandamiento	INV – E 712	INVIAS

Fuente: Autor

Para el objeto de este estudio, se realiza la caracterización de los componentes que se requieren para la preparación de mezcla asfáltica natural a base de Mapia, para el proyecto de mejoramiento del tramo de la vía terciaria del municipio de San Martín, Cesar; que comprende la pavimentación del tramo comprendido entre la bifurcación del corregimiento de San Roque y Torcoroma.

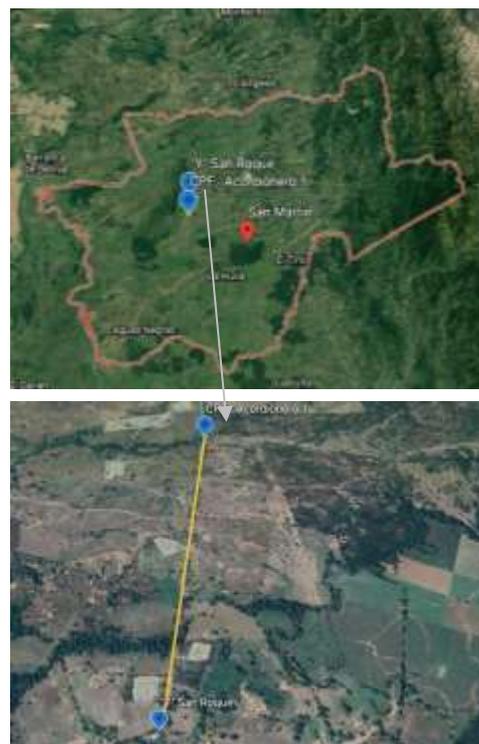
2. MÉTODO Y MATERIALES.

La presente investigación tiene el objetivo de caracterizar el material MAPIA el cual será utilizado para el mejoramiento de una vía en el municipio de San Martín en el departamento del Cesar.

La vía es de orden municipal, inicia en la bifurcación de San Roque ubicada en la vereda el diviso y finaliza en el corregimiento de Torcoroma. Como se muestra en la figura 1 y 2.



Figura 1. Localización de San Martín, Cesar. Estructura de ordenamiento territorial 2013



Localización del proyecto. Google Earth

Para el mejoramiento de la vía es necesario realizar una caracterización del material asfáltico a utilizar, para posteriormente especificar el procedimiento de

instalación en campo de la mezcla asfáltica. En la presente investigación, se utilizó material pétreo impregnado con asfalto – MAPIA, el cual es un material compuesto por arenas y asfalto natural, por lo tanto, como primera medida de caracterización es necesario realizar una extracción cuantitativa del asfalto, con el fin de obtener la composición de este material.

Una vez obtenido el porcentaje de asfalto, se procedió a realizar una caracterización del material, para lo cual se realizaron pruebas de caracterización convencionales como lo son penetración asfáltica (norma INV- E 706), índice de penetración de cementos asfálticos (norma INV- E 724), punto de ablandamiento (norma INV- E 712), ductilidad de materiales asfálticos (norma INV- E 702), viscosidad del asfalto (norma INV-E 716). Con los resultados de dichos ensayos se comparó con las especificaciones del INVIAS, es importante mencionar que dependiendo del resultado obtenido en la prueba de penetración se elige dichas especificaciones a utilizar.

Por otra parte, en cuanto a la metodología utilizada para la instalación de asfalto natural en vías de tránsito continuo o áreas de trabajo grandes, esta se puede realizar de acuerdo a las etapas que se indican en la figura 3.

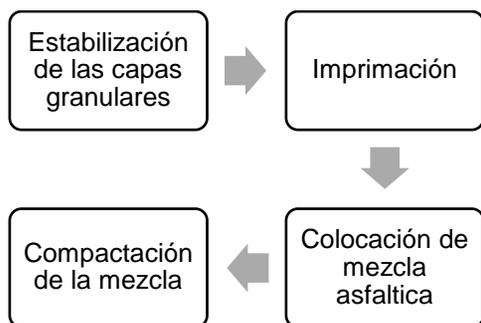


Fig. 3. Proceso de pavimentación. Autor

La primera etapa se refiere a la estabilización de las capas granulares, de modo que puedan cumplir la función para la cual se diseñaron de soportar, transmitir y distribuir las cargas que actuarán sobre la estructura de pavimento. En la segunda etapa del proceso se realiza la imprimación de la superficie de las capas granulares estabilizadas, esto con el fin de ayudar a proteger y servir de transición para la capa de mezcla asfáltica (Sapei & González, 2014),

permitiendo además evitar que se puedan producir, a futuro, deslizamientos entre la capa de base y la capa superficial, generalmente se utiliza emulsión asfáltica catiónica de rompimiento lento para este riego. Una vez se haya realizado el riego de la imprimación, se procede con extensión de la mezcla asfáltica la cual se hace con máquinas autopropulsadas que puedan cubrir la sección transversal de la vía. Este procedimiento se realizó de manera similar al de la instalación de una mezcla asfáltica en frío. En esta etapa es importante que la mezcla quede bien extendida para obtener un comportamiento adecuado de la carpeta asfáltica asegurando una durabilidad del pavimento. Para finalizar, se efectúa la compactación del material asfáltico, con lo que se permite el desarrollo de la resistencia requerida por la mezcla asfáltica, en términos de características de estabilidad, cohesión e impermeabilidad, esta última dada por la disminución de los vacíos de la mezcla instalada. Todo lo anterior se traduce en una capa de rodadura resistente y durable (Bonett, 2014).

3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1. Ensayos de caracterización convencional.

La tabla No. 3, se muestra la composición del MAPIA, este procedimiento se realizó en tres muestras para obtener un promedio de la composición de la mezcla, a través de la extracción cuantitativa de la mezcla según la normativa INVIAS. La mezcla asfáltica natural está compuesta por material granular fino (87% - 90%) y asfalto natural entre 9% y 12%. Su clasificación es asfáltica tipo arena bituminosa de bajo contenido de bitumen.

Tabla 3: Composición MAPIA

Muestra	Peso de la MAPIA (g)	Peso del agua en la mezcla (g)	Peso del agregado extraído (g)	Contenido de asfalto (%)
1	1200,2	3,4	1078,8	9,5
2	1200,1	3,4	1076,3	9,61
3	1200,0	3,4	1079,9	9,37
Promedio del contenido de asfalto				9,49

Fuente: Informe técnico colombiana de asfaltos año 2012

Una vez obtenido el porcentaje de asfalto, se realizaron las pruebas de caracterización convencional. En la tabla 4, se observan los resultados obtenidos a partir de dichas. Los resultados encontrados reportan que la MAPIA, es un material que se puede asemejar a un asfalto 80/100, por lo tanto, con el fin de obtener una referencia parámetro del material se eligen especificaciones INVIAS para un asfalto de este tipo. Los resultados encontrados reportan que, para la prueba de penetración de asfalto, ductilidad del material asfáltico y viscosidad del asfalto, la MAPIA cumple con las especificaciones INVIAS para un asfalto 80/100. Sin embargo, el índice de penetración de un asfalto 80/100 debe encontrarse entre -1 y +1; valores alejados de este rango indican que el asfalto presenta alta susceptibilidad a cambiar su penetración ante cambios de temperatura. En cuanto al resultado obtenido para el MAPIA se obtiene que no cumple con dichos valores.

Tabla 4: Resultado de Ensayos de Caracterización.

Ensayo	Unidad	Valor	Especificaciones INVIAS
Penetración de los materiales asfálticos a 25 °C	Mm	83,3	Mín. 80 – Máx. 100
Índice de penetración	-	-1,4	-1 a +1
Ductilidad de los materiales asfálticos	Cm	+ 100	Mín. 100
Punto de ablandamiento de materiales bituminosos	°C	57,8	54
Viscosidad del asfalto (60° C)	P	1265,573	1000

Fuente: Informe colombiana de asfaltos año 2012

3.2. Procedimiento de instalación de MAPIA.

A continuación, se describe el procedimiento para la instalación de la MAPIA, en el proyecto de pavimentación del tramo de vía del corregimiento de San Martín, cesar:

1. Para el mejoramiento de la vía fue necesario realizar una estabilización del terreno a través de la incorporación de un aditivo sólido que contiene cemento portland, cal viva, cenizas, esto con el fin de que el suelo alcance su máxima densidad. En la figura 4, se muestra como fue el proceso de extensión para la estabilización del material de subrasante.



Fig. 4. Extensión de material para estabilización.:

Autor

2. En la figura 5, se muestra la etapa de riego de imprimación, la cual, consistió en la aplicación de emulsión asfáltica de manera uniforme sobre la superficie para ayudar a adherir el material de base granular con la capa aplicada para estabilizar el terreno. La emulsión asfáltica utilizada fue de tipo catiónica de rompimiento lento.



Fig. 5. Imprimación. Autor

3. Posteriormente, se extendió el asfalto con maquinaria especializada (Finisher), logrando que la MAPIA quedará de manera regular sobre toda la superficie de la vía, como se aprecia en la imagen 4. Este procedimiento se hizo como una técnica de construcción en frío por lo cual no hubo necesidad de calentar el MAPIA, además, con esto se logró una reducción de los vapores tóxicos en el campo, lo que hace que este tipo de material sea amigable con el medio ambiente.



Fig. 6. Extensión de asfalto natural.: Autor

4. Luego de extendido el material, se realiza el procedimiento de compactación a través de un compactador vibratorio doble rodillo, esto con el fin de brindar una mejor textura superficial y minimizar la posibilidad de permeabilidad lo que ocasiona una mejora en la densidad de la MAPIA. Por último, se emplea el compactador neumático para sellar el material, como se muestra en la imagen 6.



Fig. 7. Compactación con compactador doble rodillo. Autor

CONCLUSIONES

Con el presente estudio se puede decir que el material MAPIA posee características que lo asemejan al asfalto 80/100 producido por procesos de refinación del crudo y puede usarse en vías con diferentes niveles de tránsito en las diferentes capas del pavimento.

La MAPIA es un tipo de material ecológico puesto que su técnica de construcción es en frío, por lo tanto, los consumos energéticos son mínimos.

El MAPIA es una solución práctica para su implementación en vías terciarias de los diferentes

municipios del país, esto debido que para su instalación se puede utilizar maquinaria común.

El comportamiento del MAPIA es susceptible a los cambios de temperatura, razón por la cual se debe estudiar el contenido de asfalto antes de implementar el uso del material para evitar deformaciones en la vía.

A partir de este trabajo, se pudo encontrar que el proceso de compactación de esta mezcla asfáltica, es recomendable realizarlo una vez extendida la franja, desde el centro de esta a los extremos, lo anterior para evitar que se presenten deformaciones en la capa.

REFERENCIAS

- Acuña, M., & Obando, D. (2009). Mezclas asfálticas en frío en Costa Rica, conceptos, ensayos y especificaciones. *Infraestructura Vial*(21), 18-29. Obtenido de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/vial/articloe/view/2015/1981>
- Bonett, G. (2014). *Guía de proceso constructivo en pavimento flexible*. (Tesis de postgrado). Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá D.C. Obtenido de <https://pdfs.semanticscholar.org/418d/be9e61087bd429166d4aa1dbe35789d2410f.pdf>
- Caro, S., & Caicedo, B. (2017). Tecnologías para Vías Terciarias: Perspectivas y Experiencias desde la Academia. *Revista de Ingeniería*(45), 12-21. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=121052004005>
- Chavarro, W., & Molina, C. (2015). *Evaluación de alternativas de pavimentación para vías de bajos volúmenes de tránsito*. (Tesis de postgrado). Universidad Católica de Colombia. Bogotá D.C. Obtenido de <https://docplayer.es/23676044-Evaluacion-de-alternativas-de-pavimentacion-para-vias-de-bajos-volumenes-de-transito-walter-chavarro-acuna-carolina-molina-pinzon.html>
- Correa, E. (2017). El rol de las vías terciarias en la construcción de un nuevo país. *Revista de Ingeniería*, (45), 64 - 71. Obtenido de <https://ojsrevistaing.uniandes.edu.co/ojs/index.php/revista/article/view/943>

- Figuroa, A., Reyes, F., Hernández, D., Jiménez, C., & Bohórquez, N. (2007). Análisis de un asfalto modificado con icopor y su incidencia en la mezcla asfáltica densa en caliente. *Ingeniería e Investigación*, 27(3), 5-15. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/643/64327302.pdf>
- INVIAS. (2013). Especificaciones Generales de Construcción de Carretera y Normas de Ensayos para Carreteras. Bogotá D.C.
- Luna, R., & Santos, D. (2012). *Asfaltos naturales: La "Mapia" y "Asfaltita" alternativas de construcción en obras de infraestructura vial en el contrato ruta del sol tramo 1*. (Tesis de posgrado). Universidad Pontificia Bolivariana Bucaramanga. Obtenido de https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/2067/digital_24322.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ortiz, J., & Rojas, L. C. (2018). *Caracterización del Mapia y Mapia con una adición de Cal al 5%*. (Tesis de pregrado). Universidad Católica de Colombia, Bogotá. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/16518/1/CARACTERIZACION%20DEL%20MAPIA%20Y%20MAPIA%20CON%20ADICION%20DE%20CAL%20AL%205%25.pdf>
- Rojas Baron, L. C., & Ortiz Hurtado, J. S. (2018). *Caracterización del MAPIA y MAPIA con una adición de cal al 5%*. (Tesis de pregrado) Universidad Católica de Colombia, Bogotá D.C. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/16518/1/CARACTERIZACION%20DEL%20MAPIA%20Y%20MAPIA%20CON%20ADICION%20DE%20CAL%20AL%205%25.pdf>
- Sanchez, Y. (2018). *Utilización de asfalto natural en la construcción de pavimentos en Colombia: una recopilación bibliográfica*. (Tesis de posgrado). Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/17358>
- Sapei, J. & González, R. (2014). Emulsiones de imprimación, su aporte en la adherencia. *Revista Infraestructura Vial*, 16 (28), 33-43. Obtenido de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/vial/article/download/14196/15639>
- Senior, V., Vega-Posada, C.A., & Lammardo, A. (2015). Análisis y caracterización de una mezcla asfáltica, obtenida con mecanismos diferentes de compactación, a través de la técnica de tomografía computarizada CT. *Asfaltos y Pavimentos*, (31), 15-24. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Carlos_Graciano/publication/298431209_Analysis_and_characterization_of_an_asphalt_mixture_obtained_by_different_mechanisms_through_the_technique_of_computed_tomography_CT/links/56e970c908ae47bc651c73a6/Analysis-and-characterization-of-an-asphalt-mixture-obtained-by-different-mechanisms-through-the-technique-of-computed-tomography-CT.pdf
- Urdaneta, N. (2 de Junio de 2017). La infraestructura vial de Colombia: un reporte de la Cuarta Generación de Concesiones y la Ruta del Sol. *Revista Económica Supuestos*. Obtenido de <http://revistasupuestos.com/ciudad-y-vida-urbana/2017/6/2/la-infraestructura-vial-de-colombia-un-reporte-de-la-cuarta-generacion-de-concesiones-y-la-ruta-del-sol>
- Yepes, T., Ramírez, J. M., & Villar, L. (2013). *Infraestructura de transporte en Colombia*. Fedesarrollo. Bogotá. Obtenido de: https://issuu.com/camaracci/docs/infraestructura_de_transporte_en_co/80

Apéndice F. Registro fotográfico



Instalación de geotextil



Suministro de material



Extensión de material



Compactación de vía



Instalación de tubería de concreto de 36"



Atraque de tubería



Excavación manual



Instalación de vitolas en cunetas de aguas lluvias



Vaciado de concreto



Corte de concreto



Encofrado de cabezal



Vaciado de concreto en cabezal



Cargue de material



Re-conformación de talud



Instalación de geo membrana