

**DISEÑO POR EL MÉTODO MARSHALL DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN LA PLANTA DE
TECNOPAVIMENTOS S.A, SUPERVISOR DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD Y
AUXILIAR DE RESIDENTE EN OBRA.**

MIGUEL ANGEL REMOLINA BONILLA

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERIAS Y ADMINISTRACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
AGOSTO 2011**

**DISEÑO POR EL MÉTODO MARSHALL DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN LA PLANTA DE
TECNOPAVIMENTOS S.A, SUPERVISOR DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD Y
AUXILIAR DE RESIDENTE EN OBRA.**

MIGUEL ANGEL REMOLINA BONILLA

**Trabajo de grado, práctica empresarial como requisito para optar al título de Ingeniero
Civil**

**Director:
NORMA CRISTINA SOLARTE VANEGAS
Ingeniera Civil**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERIAS Y ADMINISTRACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
AGOSTO 2011**

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bucaramanga, Agosto de 2011

Bucaramanga, 03 de agosto de 2011

A Dios, por darme la fortaleza, el empeño y la dedicación para culminar con esta tesis, a mi familia que siempre me ha apoyado para salir adelante.

A mis padres Miriam y Miguel, por brindarme y darme la oportunidad de conseguir un estudio y formación universitario.

A mi hermana Yuly Andrea, por darme el apoyo en tiempos y épocas difíciles que estuve en mi preparación personal.

A mi hija Sara Sofía, por ser siempre ese motor que me impulsa para seguir adelante y convertirse en la razón de mis progresos.

A mis profesores, por prepararme como profesional y darme la oportunidad de formarme como persona adulta en un ambiente laboral.

Al Ing. Luis Alejandro Dulcey, por prestarme sus conocimientos en el desarrollo de esta tesis, sus consejos y su experiencia laboral lograron darme una nueva visión en el campo práctico de la ingeniería.

Miguel Angel Remolina B.

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TÍTULO: DISEÑO POR EL MÉTODO MARSHALL DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN LA PLANTA DE TECNOPAVIMENTOS S.A, SUPERVISOR DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD Y AUXILIAR DE RESIDENTE EN OBRA.

AUTOR: Miguel Angel Remolina Bonilla

FACULTAD: Facultad de ingeniería Civil

DIRECTOR (A):Ing. Norma Cristina Solarte Vanegas

RESUMEN

El presente proyecto de grado está descrito a una práctica empresarial que se desarrolló en dos obras de la Empresa TECNOPAVIMENTOS S.A como: Balcones del Kennedy y Estoraques así como en la planta de producción realizando: Control de calidad de los materiales, desarrollando ensayos de laboratorio y el ensayo de diseño de mezclas asfálticas por el método Marshall; para la realización de esta práctica se debían cumplir y tener en cuenta las órdenes ó tareas pedidas por el Ing. Alejandro Dulcey, el personal de la Interventoría asignado para las obras ya mencionadas, el Laboratorista y el jefe de la planta de producción.

La práctica se realizó principalmente en dos fases de trabajo, desempeñándose para la primera fase como Auxiliar de Residente de obra como contratistas y en la segunda fase desempeñando el cargo como Auxiliar de laboratorio para el control de calidad de los materiales y mezclas asfálticas, la duración de la práctica se propuso de seis (6) meses.

Las funciones y aportes que se hicieron durante el transcurso de la práctica se describen a través de este informe donde se detalla e ilustra los trabajos realizados en la pasantía siempre buscando cumplir los objetivos propuestos.

GENERAL SUMMARY OF DEGREE WORK

TITLE: DISEÑO POR EL MÉTODO MARSHALL DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN LA PLANTA DE TECNOPAVIMENTOS S.A, SUPERVISOR DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD Y AUXILIAR DE RESIDENTE EN OBRA.

AUTHOR: Miguel Angel Remolina Bonilla

FACULTY: Faculty of Civil Engineering

DIRECTOR: Eng. Norma Cristina Solarte Vanegas

ABSTRACT

The present degree project is based on a Internship wich was developed in two Works of the company TECNOPAVIMENTOS S.A named: Balcones del Kennedy and Estoraques also at the plant making: Quality management of the materials, doing laboratory essays and The asphalt mix design by the Marshall method; for the realization of this internship must be completed and abide all the subjects request by the Engineer Alejandro Dulcey, the Interventoria personal assigned for the works already mentioned, the Lab technician and the chief of the plant.

The Internship was done in two phases of work, doing the role in the first phase as resident assistant work in the part of contractors and in the second phase developing the role of laboratory assistant for the quality management of the materials and asphalt mixes, the duration of this internship was proposed of six months.

The functions and supports done during this develop of the internship are described through this report where it details and illustrated all the works made in the internship always looking for satisfy the objectives proposed.

INTRODUCCIÓN GENERAL

En el presente trabajo de práctica empresarial se ha tenido la fortuna de vincular al estudiante para practicante en una importante y grande compañía ubicada en Bucaramanga llamada Tecnopavimentos S.A siendo una de, las mejores empresas de producción de mezclas asfálticas contando con un gran personal de mucha experiencia siempre aportando sin algún inconveniente ayudas y mejoras en para enseñar y aprender a nivel laboral, se tiene la alternativa de estar en dos campos diferentes tanto en Obra como en control de calidad ya cada uno de estos campos el practicante adquirirá tanto aprendizaje como experiencia.

Esta pasantía fue dividida en dos grandes fases que facilitaron el desarrollo de las actividades dividiendo de mejor manera los objetivos planteados para el mejor cumplimiento de estos.

CONTENIDO

	Pág.
1. OBJETIVOS	12
1.1 OBRA BALCONES DEL KENNEDY Y ESTORAQUES	12
1.1.1 OBJETIVO GENERAL	12
1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
1.2 SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD	13
1.2.1 OBJETIVO GENERAL	13
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
1.3 DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS POR EL MÉTODO MARSHALL	14
1.3.1 OBJETIVO GENERAL	14
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
2. MARCO TEORICO	15
2.1 OBRA BALCONES DEL KENNEDY Y ESTORAQUES	15
2.2 PLANTA TECNOPAVIMENTOS S.A	15
3. PROCEDIMIENTO	17
3.1 OBRA BALCONES DEL KENNEDY Y ESTORAQUES	17
3.2 PLANTA TECNOPAVIMENTOS S.A	17
3.3 DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS POR EL MÉTODO MARSHALL	18
4. TECNOPAVIMENTOS	19
4.1 PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA	19
4.2 MISIÓN	20
4.3 VISIÓN	20
4.4 ORGANIGRAMA GENERAL	21
5. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES EJECUTADAS	22

5.1 OBRA BALCONES DEL KENNEDY	22
5.1.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS Y ESCOMBROS	26
5.1.2 REPLANTEO DE SUBRASANTE	29
5.1.3 ELABORACIÓN DE SARDINEL	33
5.1.4 ELABORACIÓN DE FILTRO	38
5.1.5 ELABORACIÓN DE CUNETAS	41
5.1.6 ELABORACIÓN DE ANDÉN	44
5.1.7 APLICACIÓN, NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN DE BASE	46
5.1.8 ELABORACIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO	49
5.1.9 NIVELACIÓN DE POZOS	53
5.1.10 OTRAS ACTIVIDADES	54
5.2 OBRA ESTORAQUES	57
5.2.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS Y ESCOMBROS	59
5.2.1 ELABORACIÓN DE ANDÉN	59
5.2.2 APLICACIÓN DE BASE Y NIVELACIÓN DE POZOS	61
5.2.3 OTRAS ACTIVIDADES	62
5.3 SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD	63
5.3.1 CONTROL DEL PRODUCTO	63
5.3.2 ELABORACIÓN, MODIFICACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE FORMATOS DE TRABAJO	67
5.3.3 REALIZACIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO PARA EL CONTROL DIARIO DE CALIDAD	67
5.4 DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS POR EL MÉTODO MARSHALL	68
5.4.1 SELECCIÓN DEL MATERIAL	68
5.4.2 GRANULOMETRÍAS DE MUESTRAS	69
5.4.3 ELABORACIÓN DE MEZCLAS ASFÁLTICAS POR EL MÉTODO MARSHALL	71
 6. CONTRIBUCION REALIZADA EN LA PRÁCTICA PARA LA EMPRESA	 80
 6.1 OBRA BALCONES DEL KENNEDY Y ESTORAQUES	 80
6.2 PLANTA DE PRODUCCIÓN	81
 7. CONCLUSIONES	 82
 8. ANEXOS	 84
 9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	 99

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama general.....	21
Figura 2. Plano Balcones del Kennedy (Auto CAD)	23
Figura 3. Inicios de Obra.....	26
Figura 4. Inicios de Obra.....	26
Figura 5. Acopio de material	27
Figura 6. Vista de Talud desde K0+030 DER	28
Figura 7. Inicio corte de Talud.....	29
Figura 8. Corte de talud	29
Figura 9. Sección tipo de vía.....	29
Figura 10. Tubería rota aguas negras	30
Figura 11. Tubería intacta acueducto.....	30
Figura 12. Arreglo de tubería	31
Figura 13. Tubería arreglada	31
Figura 14. Adecuación tubería gas.	32
Figura 15. Excavación hueco tubería gas	32
Figura 16. Tubería de gas ubicada y profundizada	32
Figura 17. Elaboración caja de inspección.....	33
Figura 18. Caja de inspección finalizada.....	33
Figura 19. Armado de formaleta.	34
Figura 20. Armado de formaleta.	34
Figura 21. Material para fundición de sardinel	35
Figura 22. Elaboración mezcla.....	35
Figura 23. Sardinel finalizado	35
Figura 24. Sardinel finalizado en el día.....	36
Figura 25. Desarmado de formaleta.....	36
Figura 26. Sardinel con grietas	37
Figura 27. Formaleta finalizada con tabla	37
Figura 28. Sardinel construido en predio	38
Figura 29. Sardinel construido en predio	38
Figura 30. Terreno en mal estado por filtración.....	38
Figura 31. Elaboración de Filtro	39
Figura 32. Geotextil extendido.....	40
Figura 33. Tapando el filtro	40
Figura 34. Filtro finalizado.....	40
Figura 35. Sardinel sobre filtro	40
Figura 36. Compactación área de cuneta.....	41

Figura 37. Llave de paso	42
Figura 38. Modificación canaleta	42
Figura 39. Construcción cuneta.....	43
Figura 40. Regla para conformar superficie	43
Figura 41. Plano vía	43
Figura 42. Inicios mezcla andén.	44
Figura 43.Andén finalizado en cuneta.....	45
Figura 44. Segundo replanteo	46
Figura 45. Aplicación Base.....	47
Figura 46. Aplicación Base.....	47
Figura 47. Nivelación de Base	48
Figura 48. Nivelación y compactación.....	48
Figura 49. Compactación.....	48
Figura 50. Moldes para pavimento	50
Figura 51.Moldes para pavimento	50
Figura 52.Malla electrosoldada	51
Figura 53. Cuadros de mortero	51
Figura 54.Cuadros de concreto	52
Figura 55. Regla para rasar.....	52
Figura 56 . Pozo listo para arreglar.....	52
Figura 57. Pozo nivelado y modificado.....	52
Figura 58. Pozo sin nivelar.....	53
Figura 59. Remoción de material pozo.....	53
Figura 60.Nivelación de pozo	53
Figura 61. Elaboración adicional	54
Figura 62. Elaboración adicional	54
Figura 63. Andén adicional finalizado	54
Figura 64.Vista rápida plano Estoraques.....	58
Figura 65. Movimiento de tierras con mano de obra.....	59
Figura 66.Andén costado izquierdo	60
Figura 67.Elaboración andén.....	60
Figura 68.Andén empalmado con colegio.....	60
Figura 69.Sección andén izquierdo y parte del derecho	61
Figura 70.Base compactada y pozos nivelados.	62
Figura 71.Base compactada	62
Figura 72. Materiales separados por platón.....	68
Figura 73.Curva granulométrica combinada	70
Figura 74.Gradación y asfalto listos para mezclar	73
Figura 75.Combinación de materiales.....	73
Figura 76.Termómetro digital	74

Figura 77Verificación de temperatura	74
Figura 78. Martillo de compactación.....	74
Figura 79.Moldes compactados	75
Figura 80.Baño maría	76

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Presupuesto inicial Balcones del Kennedy	24
Tabla 2. Corte talud.....	28
Tabla 3.Especificaciones excavación tubería Gas	32
Tabla 4.Especificaciones Sardinel.....	34
Tabla 5.Cantidad total de sardinel	37
Tabla 6.Especificaciones filtro	39
Tabla 7.Especificaciones cuneta.....	41
Tabla 8.Especificaciones andén.....	44
Tabla 9.Especificaciones malla electrosoldada.....	49
Tabla 10. Localización, nivelación y replanteo	55
Tabla 11.Cantidad malla electrosoldada	56
Tabla 12.Pavimento rígido	56
Tabla 13.Ensayos en el Laboratorio de planta.....	63
Tabla 14.Franjas granulométricas del material de subbase	64
Tabla 15.Franjas granulométricas del material de base	64
Tabla 16.Verificaciones periódicas de calidad de los materiales.....	65
Tabla 17.Verificaciones periódicas de los materiales	65
Tabla 18. Ensayos agregados mezclas asfálticas en laboratorio.....	66
Tabla 19.Franjas granulométricas para mezclas asfálticas.	66
Tabla 20.Ensayos control diario de calidad	67
Tabla 21.Combinación.....	69
Tabla 22.Resultado granulometría	69
Tabla 23.Resultados Gravedad específica.	70
Tabla 24.Distribución de pesos por % de asfalto.....	72
Tabla 25.Resultados obtenidos en máquina de ensayo	77
Tabla 26.Ensayo estabilidad y flujo	78
Tabla 27. Conclusiones de diseño	79
Tabla 28.Fórmula de trabajo Diseño Marshall	79

LISTA DE ANEXOS

Anexo A.....84

Anexo B.....85

Anexo C.....86

Anexo D.....87

Anexo E88

Anexo F89

Anexo G.....90

Anexo H.....91

Anexo I.....92

Anexo J.....93

Anexo K.....94

Anexo L95

Anexo M.....96

Anexo N.....97

1. OBJETIVOS

1.1 Obra Balcones del Kennedy y Estoraques

1.1.1 Objetivo general

Cumplir la función de ingeniero auxiliar residente en la obra Balcones del Kennedy y Estoraques con el fin de ejecutar las funciones y tareas previstas para dicho proyecto, atendiendo las órdenes del director de Obra y llevando una bitácora diaria para el control de personal, maquinaria, material de obra y registro diario de actividades.

1.1.2 Objetivos específicos

Realizar programaciones de obra para garantizar un tiempo prudente en la ejecución del proyecto basándose en los rendimientos del personal y maquinaria existente así como factores fuera del alcance como Tiempo y enfermedades no previstas por parte del personal.

Desarrollar cantidades de obra, tanto ejecutadas como totales y así llevar a cabo un control del material necesario para la ejecución completa de la obra y poder entregar un registro de cobro a la Interventoría de las actividades ejecutadas.

Acatar las órdenes de los ingenieros tanto como el director de obra y el de la Interventoría asignada para así tener al tanto sobre cualquier movimiento o avance presentado en el proyecto.

Estar al tanto en las actividades que se están realizando con el maestro de obra para: proponer, aportar, cambiar o dar un soporte técnico para la mejoría de las tareas a realizar.

Durante las actividades que se están realizando en la obra, se debe garantizar que los materiales que se solicitan, sean utilizados completos y correctamente para cada una de éstas.

Realizar un manejo de las aguas lluvias y superficiales mediante la elaboración de cunetas y filtros para conducir las aguas rápida y controladamente hasta su disposición final. (Balcones del Kennedy).

1.2 Sistema de gestión de calidad

1.2.1 Objetivo general

Realizar controles de calidad a: La obra y Planta de producción en donde garantice la correcta ejecución y mantenimiento de los materiales, todo esto llevándose a cabo con la Ing. Asignada de control de calidad en la empresa.

1.2.2 Objetivos específicos

Realizar los controles de calidad de las obras, elaborando un formato llamado “PLAN DE CALIDAD”, en donde viene incluida toda la información necesaria para ejecutar y finalizar el proyecto.

Realizar un control diario de calidad de la mezcla asfáltica producida en la planta de producción, mediante ensayos de laboratorio específicos y así llevar un registro archivado tanto para la empresa como para los clientes que lo soliciten.

Realizar ensayos de laboratorio en la planta de producción de los materiales que llegan y que son utilizados para las mezclas asfálticas, base granular, sub base granular, triturado y gravilla con el fin de conocer el estado del material para dar un criterio técnico y apropiado sobre el uso de la muestra.

1.3 Diseño de mezclas asfálticas por el método Marshall

1.3.1 Objetivo general

Diseñar una mezcla asfáltica en caliente por medio del aparato Marshall para determinar la cantidad óptima del asfalto para que garantice un mejor rendimiento del pavimento y una manejabilidad adecuada para su colocación y que cumpla con las características especificadas en la norma INVIAS-07.

1.3.2 Objetivos específicos

Realizar los ensayos de Gravedad específica y absorción de los agregados gruesos y finos

Realizar los ensayos de granulometría de los agregados a utilizar

Realizar los ensayos de gravedad específica máxima teórica de los agregados.

2. MARCO TEORICO

2.1 Obra Balcones del Kennedy y Estoraques

El primer proyecto está localizado al norte del municipio de Bucaramanga (departamento de Santander) en el barrio Balcones del Kennedy y servirá de acceso a la futura población que tendrá la zona de influencia del mismo. El trazado se proyecta en sentido Oriente-Occidente, desde la carrera 10 con calle 27 bis N, transcurre sobre un corredor existente, el cual se encuentra destapado. [1]

El segundo proyecto está localizado al Occidente del municipio de Bucaramanga (departamento de Santander) en el barrio Estoraques, se realizó una adecuación vehicular para permitir acceso a la población al colegio Luis Carlos Galán Sarmiento el cual se encuentra en el trazado. El trabajo en obra se proyecta en sentido Occidente – Oriente, en la ubicación Carrera. 36w con Calle 60, transcurre sobre un corredor existente, el cual se encuentra destapado.

2.2 Planta Tecnopavimentos S.A

La empresa TECNOPAVIMENTOS S.A en la planta de producción tiene una variedad de productos distribuidos así:

MEZCLAS DENSAS EN CALIENTE

Están compuestas por dos materias primas: material pétreo aluvial y cemento asfáltico. El material pétreo es procesado en la planta de trituración, de la cual se obtienen los subproductos triturado pasa $\frac{3}{4}$ retenido número 4 y gravilla pasa $\frac{1}{2}$.

Estos subproductos se mezclan inicialmente entre si y después con el cemento asfáltico en estado líquido como material ligante para dar como resultado el producto final llamado Mezcla Asfáltica Densa en Caliente.

Cada material que conforma la mezcla debe cumplir con los criterios de diseño y los requisitos de calidad, especificados en las normas técnicas del Instituto Nacional de Vías INVIAS.

Se fabrican tres tipos de mezclas asfálticas densas en caliente, MDC-1, MDC-2 y MDC-3, que se diferencian entre sí por la granulometría y el porcentaje de asfalto. Así mismo se está estudiando la demanda del mercado para implementar la producción de mezclas asfálticas modificadas con polímeros.

BASES GRANULARES

La base granular es una parte de la estructura del pavimento y está compuesta por material granular. Tecnopavimentos S.A, produce base granular BG-1, BG-2 y sub-base granular SBG-1.

La materia prima se puede obtener de dos tipos de fuente, aluvial y de cantera, estos materiales son procesados en la planta de trituración y deben cumplir las especificaciones establecidas en las especificaciones de construcción y ensayos del Instituto Nacional de Vías INVIAS.

TRITURADO

También se ofrece triturado que se puede utilizar en concreto hidráulico o como capas de afirmado para rodamiento en algunos parqueaderos y vías de acceso a diferentes establecimientos. [2]

3. PROCEDIMIENTO

3.1 Obra Balcones del Kennedy y Estoraques

Para llegar a alcanzar los objetivos trazados en esta parte de la práctica, se debía empezar a conocer ciertos detalles y datos de la obra en cuestión, como por ejemplo: Los planos existentes en este sector, la topografía realizada sobre el área a trabajar, charlas y conversaciones con los Ingenieros a cargo y la Interventoría asignada, el personal de Obra; toda esta información es muy importante como preámbulo para que cuando se llegue a la obra, se tenga la información y las labores ya asignadas para un buen comienzo y culminación de la obra.

El cargo para desempeñar durante la estancia en las obras es de Auxiliar de Residente de Obra, cargo en el cual se debe estar atento desde el inicio hasta el final de la obra, atento en las entradas y salidas de material, controlando los materiales que se piden y se utilizan para evitar un malgasto, así mismo para controlar que se use el material completo, sin reducir o ahorrar cuando no es necesario, llevando una bitácora de obra se realiza un trabajo más completo y controlado, también estar pendiente y controlando el rendimiento de las actividades del personal y la maquinaria de la obra; con todas estas indicaciones se empezaban a realizar cada una de las actividades programadas para dichos proyectos.

3.2 Planta Tecnopavimentos S.A

En esta segunda parte de la práctica, se llega a la planta de Tecnopavimentos S.A conociendo al Jefe encargado de la Planta, se hace un reconocimiento completo de toda la planta y por supuesto un reconocimiento más amplio al Laboratorio donde se ocupa más tiempo, en el desarrollo de todos los ensayos de laboratorio requeridos por la empresa;

en la parte asignada de control de calidad las actividades que se realizan son hacia los materiales procesados en la planta, donde está el triturado, la gravilla, la base granular, la mezcla asfáltica mediante ensayos de laboratorio, todo esto se realiza en compañía de Laboratorista de la planta de Tecnopavimentos S.A

3.3 Diseño de mezclas asfálticas por el método Marshall

En esta segunda parte de la práctica donde se realiza el diseño de mezclas asfálticas el propósito es determinar el contenido óptimo de asfalto para una combinación de agregados de composición y granulometrías determinadas, utilizando un número determinado de probetas diferentes dosificaciones de agregado-asfalto.

El método Marshall comienza con la preparación de las briquetas, para lo cual se requiere cumplir con las siguientes condiciones previas a la realización:

Que los materiales cuyo uso se propone cumplan las condiciones fijadas por las especificaciones.

Que las mezclas de agregados satisfagan las normas fijadas por las especificaciones en cuanto a la granulometría

Que se determine el peso específico aparente de todos los agregados empleados en la mezcla y el peso específico del asfalto, con el objeto de utilizarlos en el análisis de vacíos y la determinación de la densidad de la mezcla.

4. TECNOPAVIMENTOS

4.1 Presentación de la Empresa

Ante la necesidad de suplir la demanda en el Área Metropolitana de Bucaramanga en cuanto a la comercialización de las mezclas asfálticas densas en caliente, bases y sub-bases granulares, para llevar a cabo el mantenimiento y conservación de las vías en la zona, se creó la Sociedad Anónima con capital santandereano denominada : “**TECNO PAVIMENTOS S.A.**”.

Teniendo en cuenta el estudio de mercado, los planes de desarrollo de los diferentes municipios que conforman el Área Metropolitana en su mayoría orientados hacia el mejoramiento y mantenimiento de la infraestructura vial de los respectivos municipios, se procedió a escoger una área localizada en la vereda Llano grande a 4km. del casco urbano del municipio de Girón sobre la vía a Zapatoca para instalar la planta de producción de mezcla asfáltica en caliente y agregados pétreos.

Para constituir la Empresa, se realizó un estudio de mercado con el objeto de conocer la demanda y tipos de productos a ofrecer, las Empresas existentes en el Área Metropolitana ó aledañas a ella, las fuentes de materiales, los clientes potenciales y los costos de producción y venta.

La calidad de los materiales a utilizar que garanticen un producto terminado de óptimas condiciones hace necesario mantener un control de calidad permanente para asegurar el cumplimiento de las normas y especificaciones técnicas requeridas y sobre costos del producto.

La infraestructura de la planta consta de una planta asfáltica Facco Allis, una Trituradora Marajoara III, una trituradora auxiliar, un Cargador JOHN DERRE 544J, una camioneta chevrolet silverado, una camioneta Toyota Hillux, una Planta Eléctrica, laboratorio de suelos y pavimentos, Equipos de computo y herramienta menor.

De esta forma, se contribuye con la creación de Empresas que generan empleo y permitiendo a los clientes diferentes alternativas de proveedores. [2]

4.2 Misión

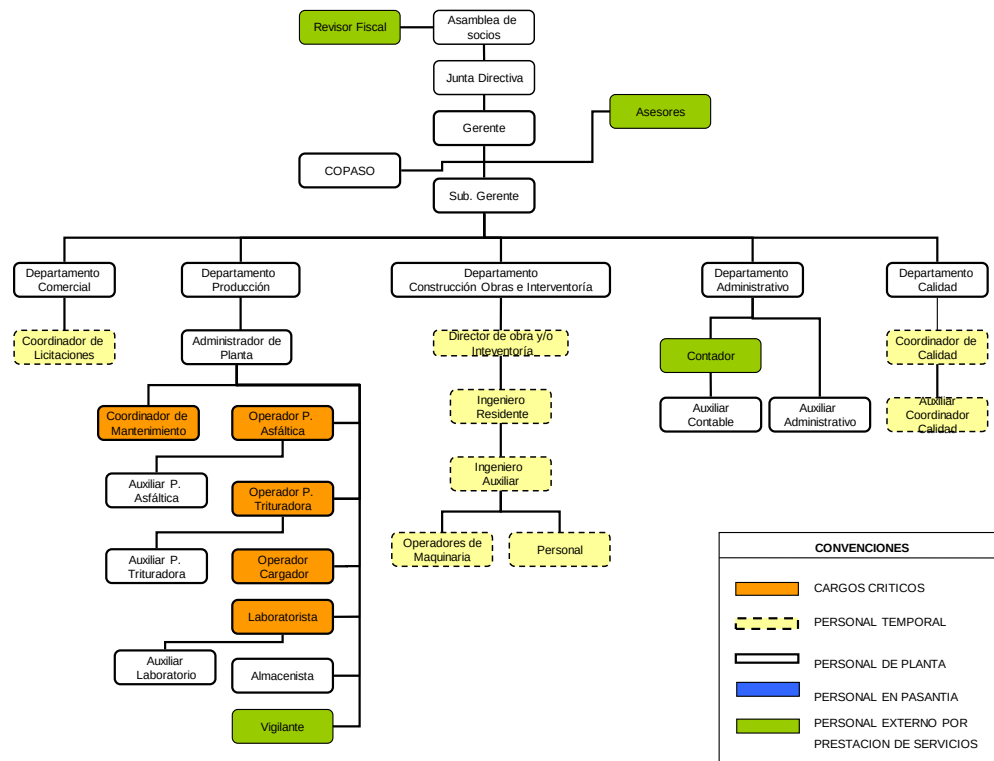
Producir mezcla asfáltica densa en caliente, bases granulares y material triturado, ejecutar proyectos de construcción, rehabilitación, operación y mantenimiento en obras de infraestructura vial, redes de acueducto, alcantarillado, construcción de edificaciones y obras de urbanismo buscando el mantenimiento y mejoramiento de la infraestructura a nivel nacional, así como la Interventoría técnica en construcción de obras civiles.

4.3 Visión

TECNOPAVIMENTOS S.A. a finales de la década se proyecta como una empresa líder en producción, comercialización y aplicación de mezcla asfáltica densa en caliente, participando oportunamente en proyectos de construcción, rehabilitación, operación y mantenimiento en obras de infraestructura vial, redes de acueducto, alcantarillado, construcción de edificaciones y obras de urbanismo, además realizando los procesos de Interventoría Técnica en la construcción de obras civiles logrando posicionarse en el mercado como una empresa sólida que brinde servicios de alta calidad y confiabilidad a sus clientes, en todo el territorio nacional.

4.4 Organigrama general

Figura 1. Organigrama general.



Manual de calidad Versión 10, TECNOPAVIMENTOS 2010

5. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES EJECUTADAS

Durante los tres primeros meses de esta Práctica se desarrolló la parte de auxiliar de Residente de Obra en los proyectos de la empresa TECNOPAVIMENTOS S.A en Balcones del Kennedy y Estoraques en donde se hacía un control permanente de las cantidades de obra, el personal, la maquinaria y una estadía de tiempo completo (7am a 5pm) en la obra.

5.1 Obra Balcones del Kennedy

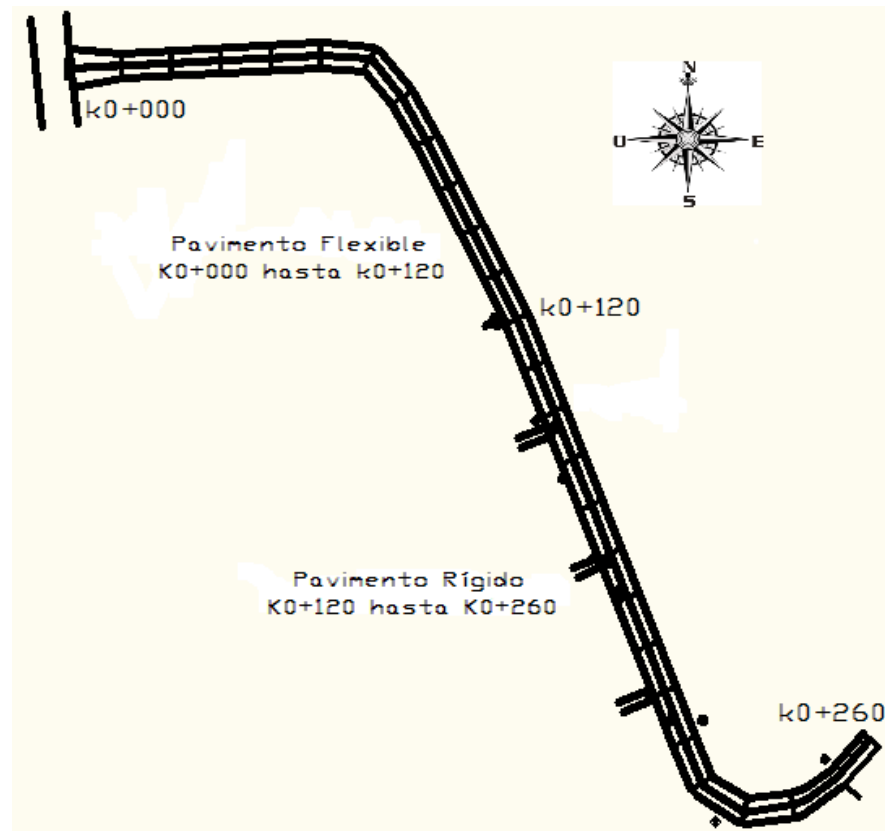
Se llegó a la obra, encontrándola en un estado de vía destapada o sin alguna señal de pavimentación anterior, ni sardineles, ni manejo de aguas lluvias y superficiales.

El proyecto de balcones del Kennedy consta de construir una vía de 5 metros de ancho, una longitud de 260 metros distribuidos de la siguiente manera:

- 120 metros lineales de pavimento flexible, espesor 0,3m BASE, 0 1m PAVIMENTO ASFALTO
- 140 metros lineales de pavimento rígido, espesor 0,3m BASE, 0,15m CONCRETO HIDRÁULICO

Una vista rápida del plano básico entregado por la Interventoría (ver figura 2).

Figura 2. Plano Balcones del Kennedy (Auto CAD)



En las abscisas K0+240 hasta K0+243 se hace una transición de carril de 5 a 4 metros de ancho debido a la topografía del terreno, para continuar desde éste punto hasta K0+260 con un ancho de 4 metros de pavimento rígido.

En el punto K0+000 hasta el punto K0+010 se hace una transición de carril de 7.80 a 5 metros de ancho y continuar hasta la abscisa K0+120 con ancho de 5 metros de pavimento flexible.

En la primera semana de obra, durante las charlas y reuniones con los ingenieros encargados tanto los contratistas como los de Interventoría se concluyó que además de construir la vía con las especificaciones ya mencionadas se debía realizar un manejo de las aguas lluvias y superficiales mediante la elaboración de cunetas y filtros(si es necesario)

para conducir las aguas rápida y controladamente hasta su disposición final como también proporcionar un área para elaborar un andén peatonal en la mejor ubicación posible.

El presupuesto que se planteó para realizar en el proyecto de Balcones del Kennedy es el siguiente:

Tabla 1. Presupuesto inicial Balcones del Kennedy

	ITEM	UN	CANT	VR UNIT	VR TOTAL
1	LOCALIZACION NIVELACIÓN Y REPLANTEO	M2	1472	\$1200	\$1.766.400
2	CORTES Y EXCAVACIONES A MAQUINA EN ESTADO COMPACTO, INCLUYE CARGUE Y RETIRO	M3	200	\$23.400	\$4.688.000
3	SARDINEL VEHICULAR EN CONCRETO DE 3000 PSI, FUNDIDO EN SITIO	ML	540	\$39.400	\$21.276.000
4	CUNETAS EN CONCRETO DE 3000 PSI e=0,1m b=0,2m h=0,3m incluye excavación manual'	ML	540	\$39.400	\$21.276.000
5	CAJAS DE INSPECCION 0,5M x 0,5M	UND	2	\$60.000	\$120.000
6	BASE GRANULAR COMPACTADA, NORMA INVIAS e=0,3m	M3	441,6	\$74.000	\$32.678.400
7	IMPRIMACIÓN CON EMULSIÓN ASFÁLTICA SOBRE BASE GRANULAR	M2	696	\$1.700	\$1.183.200
8	SUM. Y APLICACIÓN DE MEZCLAS ASFÁLTICA TIPO MDC-2, COMPACTADA, APLICADA CON FINISHER, NORMA INVIAS e=0,1m	M3	69,6	\$436.900	\$30.408.240
9	LINEA DE DEMARCAACION SOBRE PAVIMENTO, e=0,12m, CON PINTURA	ML	360	\$2.800	\$1.008.000

	PARA TRAFICO PESADO				
10	SUM. Y APLICACIÓN DE PAVIMENTO EN CONCRETO HIDRAULICO PRE-MEZCLADO, TIPO MR 41, ESPESOR 0,15m, INCLUYE BARRAS DE TRANSFERENCIA 5/8", L=0,30m , C/0,30m	M2	776	\$84.800	\$65.804.800
				UTILIDAD	\$180.209.040
				A.I.U 32%	\$57.666.893
				TOTAL	\$237.875.933

Tabla 1. (Continuación)

Debido a las modificaciones necesarias que se tenían que hacer, las cantidades de obra cambiaron y algunos ítems se tuvieron que agregar para que al final de la obra se tuviera un acta modificada con sus cantidades correspondientes.

Al encontrarse ubicada la abscisa K0+000 en la cota 760,5 m y la abscisa final K0+260 en 800,2 m, teniendo una diferencia de nivel de 39,7 m, se optó por iniciar los trabajos desde la abscisa final ya que la pendiente que tenía el sector es bastante pronunciada y así se facilitaba la entrada y salida de material (ver figuras 3 y 4).

Figura 3. Inicios de Obra



Figura 4. Inicios de Obra



Durante el desarrollo de la obra, cabe destacar que se presento un problema con un predio que hace parte del proyecto ubicado en la abscisa K0+080 hasta la K0+120, donde un propietario de dicho predio hace presencia en la obra y argumenta, que el lote o predio es propiedad de su familia. Debido a este inconveniente el proyecto se modifica y se entra a trabajar en los tramos de las abscisas K0+120 hasta K0+260.

5.1.1 Movimiento de tierras y escombros

Desde el inicio de la obra y la llegada de la maquinaria (Retrocargadora) se inicia el movimiento superficial de tierra, para hacerle una limpieza al terreno y empezar a tomar niveles de la subrasante; todo el material que se recogía se estaba dejando en un área adecuada (ver figura 5) y segura para cuando llegara la volqueta se hicieran varios viajes y así tener un buen rendimiento de la volqueta.

Figura 5. Acopio de material



Debido a que el movimiento de tierras y escombros fue considerablemente alto, se buscó una alternativa para evitar hacer tantos viajes de tierra y ser llevados a un botadero, por consiguiente se buscó un área adecuada y cercana donde se podía fácilmente descargar toda la tierra movida por la Maquinaria, esto nos facilitó muchísimo el tiempo de viajes y economía con las volquetas.

Durante el trabajo de movimiento de tierras se debía hacer un corte a un talud ubicado en las abscisas K0+030 hasta K0+090 DER (ver figura 6), se correspondía buscar el ancho adecuado de la vía, junto con el ancho del andén ya planteado por la Interventoría, ya que en el costado IZQUIERDO se encontraba una cuneta construida.

Figura 6. Vista de Talud desde K0+030 DER



Todo el corte del talud se hizo con la Retrocargadora (ver figuras 7 y 8) y se hacía el movimiento de material según los anchos que se necesitaran por cada abscisa, distribuidos los cortes de talud de la siguiente forma:

Tabla 2. Corte talud

TALUD						
	K0+090 - K0+030					
L (m)	16	4	4	12	24	TOTAL
H (m)	1	1,2	1,6	2,1	3	
ancho (m)	0,8	0,4	1,5	2	2	
V (m³)	12,8	1,92	9,6	50,4	144	218,72

Todas estas medidas son tomadas en estado compacto.

Figura 7. Inicio corte de Talud



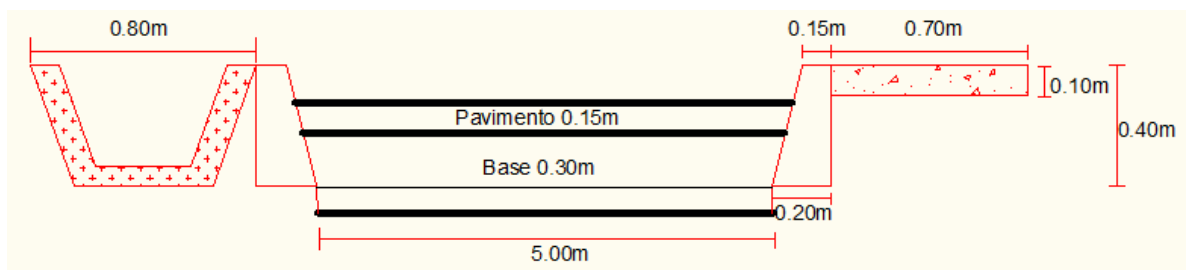
Figura 8. Corte de talud



5.1.2 Replanteo de subrasante

Todo el replanteo se realizó con: la retrocargadora, niveles hechos con el maestro de obra y con las diferencias en las cotas entregadas por la topografía de la Interventoría, se hizo un primer replanteo de la vía para realizar los sardineles debido a las especificaciones del diseño de la vía entregado por la Interventoría, ya que en un dibujo de perfil del diseño de la vía, quedaría de la siguiente forma:

Figura 9. Sección tipo de vía



Cada 10 metros la topografía había dejado cavadas con estacas los niveles que nos indicaba el centro de la vía, pero con estos datos se consideró que no era suficiente ya que en los inicios de la obra hubo cambios en el proyecto, la topografía ya no estaba y no pudo hacer los cambios respectivos para los nuevos ítems que se habían añadido, por tal razón, con el maestro y un obrero empezamos a cambiar los niveles de la vía de acuerdo a las modificaciones que tenía el proyecto.

Durante el replanteo de la vía se presentaron varios problemas removiendo el material, como por ejemplo: tuberías tanto de alcantarillado como de acueducto (ver figuras 10 y 11) donde éstas se encontraban con muy poca profundidad y debido a esto con la retrocargadora se rompió una tubería de aguas negras, afortunadamente fue un golpe leve que no afectó completa la tubería y así mismo se pudo cambiar rápida y oportunamente (ver figuras 12 y 13).

Figura 10. Tubería rota aguas negras



Figura 11. Tubería intacta acueducto



Figura 12. Arreglo de tubería



Figura 13. Tubería arreglada



Otro problema que se encontró durante el replanteo de la subrasante fue que en la abscisa K0+145 IZQ se encontraban dos tipos de tuberías superficiales, una de Gas y la otra de aguas negras que nos impedían continuar con el replanteo de la subrasante utilizando la Retrocargadora.

Con respecto a la tubería de gas(ver figuras 14 y 15), ya que además de encontrarse superficial el tubo en el costado izquierdo, no se observaba ninguna cinta de señalización que nos indicara la profundidad de la tubería y por consiguiente no se sabía la continuidad del tubo hacia el otro costado de la vía, debido a esto, durante el trabajo de replanteo de la Retrocargadora, se llegó a tocar el tubo e inmediatamente parar la maquinaria; se llamó a la compañía de gas “Gasorienté” para solucionar el problema, pero lo único que hizo la compañía fue alargar el tubo, y como contratistas se solucionó conjuntamente la excavación y ubicación de la tubería de gas con su respectiva cinta con señal de aviso.

Figura 14. Adecuación tubería gas.



Figura 15. Excavación hueco tubería gas



Las dimensiones excavadas para el ajuste de la tubería de gas fueron las siguientes:

Tabla 3. Especificaciones excavación tubería Gas

L (m)	ancho (m)	H (m)	V (m ³)
4	0,6	0,6	1,44

Figura 16. Tubería de gas ubicada y profundizada



Para el caso con la tubería de aguas negras, se encontraron dos problemas principalmente, uno que la tubería también estaba superficialmente como ya se había dicho y el otro problema que dicha tubería iba conectada a la alcantarilla directamente siendo una tubería de un diámetro menor a 4", debido a esto contactamos a la CDMB y se contrata una cuadrilla, para la realización de una caja de inspección de acuerdo a las normas técnicas establecidas por el la CDMB.

Figura 17.Elaboración caja de inspección



Figura 18.Caja de inspección finalizada



El segundo replanteo de la subrasante, que es cuando se llega al nivel de la vía, fue realizado después de haber completado tanto los sardineles, la cuneta y el andén, para facilitar la entrada y salida de las volquetas junto con la operación de la maquinaria.

5.1.3 Elaboración de sardinel

Para la elaboración de los sardineles, que se realizaban "in situ" con las dimensiones ya pactadas en el presupuesto que era básicamente así:

Tabla 4. Especificaciones Sardinel

Ancho (m)	H (m)	Concreto
0,2	0,4	3000 psi

Con estas dimensiones de sardinel se buscó al mejor proveedor posible en el alquiler de las formaletas, para empezar a realizar el armado de las formaletas (ver figura 19 y 20), se hacían unas estacas para amarrarle unos hilos y ser usados como niveles cada 10 metros aproximadamente, con el fin de tener siempre alineadas y centradas las formaletas, se tenían también listones de madera y alambre para garantizar una mayor seguridad en el armado de la formaleta.

Figura 19. Armado de formaleta.



Figura 20. Armado de formaleta.



Después de armada la formaleta, se continúa a preparar la mezcla de concreto de 3000 psi, para realizar una mezcla con estas especificaciones, se utilizara una dosificación 1:2:3; esta dosificación fue trabajada para el concreto de toda la obra.

Generalmente para un mayor rendimiento en el trabajo durante la mañana se armaba toda la formaleta posible y a primera hora de la tarde se empezaba a fundir el concreto para los sardineles de toda la formaleta armada.

Figura 21. Material para fundición de sardinel



Figura 22. Elaboración mezcla



Figura 234. Sardinel finalizado



Figura 243. Sardinel finalizado en el día



Figura 25. Desarmado de formaleta



Se dejó secar el concreto del sardinel entre 14 y 16 horas para luego quitar las formaletas y volver hacer el mismo trabajo de armado y fundición de sardinel hasta completar los metros lineales requeridos para la obra (ver figuras 23 y 24).

En algunas ocasiones cuando se quitaba la formaleta después de dejar secar la mezcla, se encontraron algunas grietas en los sardineles, estas grietas se hacían porque al finalizar la jornada de trabajo se colocaba una tabla de madera en lo último de las formaletas(ver figuras 26 y 27) para mantener la mezcla estable y cuando se continuaba al día siguiente, simplemente se seguía agregando la mezcla de concreto sin colocar algún aditivo o refuerzo, por fortuna las grietas encontradas fueron pocas, con la Interventoría se habló y se concluyó que no era necesario algún cambio o remodelación para estas fracciones de sardineles.

Figura 26. Sardinell con grietas



Figura 27. Formalela finalizada con tabla



Se terminaron de fundir sardineles desde las abscisas K0+260 hasta K0+120 por ambos costados con un total de:

Tabla 5.Cantidad total de sardinell

Longitud costado DERECHO =	144,36	mL	
			TOTAL = 346,12 mL
Longitud costado IZQUIERDO =	201,76	mL	

Los casi 60 metros lineales hechos de mas en el costado IZQUIERDO se hicieron después de haber terminado el pavimento rígido, los andenes, las cunetas y por supuesto los sardineles que estaban comprendidos en las abscisas K0+260 hasta K0+120.

Debido al inconveniente con el predio, los trabajos de fundición de sardinell se suspendieron

Figura 28. Sardinel construido en predio



Figura 29. Sardinel construido en predio



5.1.4 Elaboración de filtro

Durante el replanteo de la subrasante, en la abscisa K0+260 DER, se encontró una gran cantidad de material húmedo (ver figura 30) que afectaría la vía si se construía encima sin hacer alguna modificación, se siguió excavando en ese sector para poder encontrar un terreno estable pero no se tuvo éxito, por más que se siguiera removiendo material, igualmente seguía saliendo agua y material húmedo, se encontró un nacimiento, el agua que salía de esta filtración era limpia.

Figura 30. Terreno en mal estado por filtración



Para no parar los trabajos se ubicó una manguera donde pudiera captar toda el agua posible y la almacenamos en unas canecas metálicas para ser utilizada en la fundición del concreto, y así continuar con la construcción del sardinel.

Debido a esta situación y hablando con la Interventoría se llegó a la conclusión de hacer un filtro donde pudiéramos drenar el agua y llevarla a la cuneta aleada a la vía. Las especificaciones para el filtro son:

Tabla 6. Especificaciones filtro

L (m)	ancho (m)	H (m)	V (m ³)
10	0,5	0,7	3,5

Se compran 10 metros lineales de geotextil y se traen a la obra 4 metros cúbicos de “bolo” o material granular para filtro. Las dimensiones del filtro pedido eran de 10 metros de largo por 3.5 metros de ancho (ver figuras 32 y 33).

Figura 31. Elaboración de Filtro



Figura 32. Geotextil extendido



Figura 33. Tapando el filtro



Junto a la filtración encontrada, hay una cuneta ya hecha años atrás y en condiciones regulares que al principio cuando se encontró este problema, pensamos que era por alguna grieta o daño de la cuneta.

Después de terminado el filtro se continua y realiza el mantenimiento de la cuneta construida para hacerla empalmar con el filtro.

Figura 34. Filtro finalizado



Figura 35. Sardinel sobre filtro



5.1.5 Elaboración de cuneta

Luego de haber terminado los sardineles por ambos costados hasta la abscisa K0+120, se prosiguió con la elaboración de las cunetas; iniciando con un replanteo del área, para luego la elaboración de los moldes de madera para una cuneta trapezoidal acorde a las especificaciones dadas según el presupuesto de la obra:

Tabla 7. Especificaciones cuneta

Ancho (m)	H (m)	Concreto
0,8	0,4	3000 psi

El replanteo del área de trabajo de las cunetas se hizo básicamente con una compactadora manual tipo “rana” (ver figura 36) y con los obreros removiendo escombros pequeños con pala y pica.

Según las conversaciones y reuniones que hubo con los Ingenieros de Interventoría y contratistas se dijo que la cuneta se hacía por el costado IZQUIERDO desde la abscisa K0+230, ya que desde ésta abscisa hasta la K0+260 la topografía del terreno no daba un área adecuada para construir una cuneta.

Figura 36. Compactación área de cuneta



Durante el replanteo de la cuneta se encontró una llave de paso (ver figura 37) que nos impedía continuar con la elaboración de cunetas, por tal razón se levantó todo el cuerpo que cubría la llave hasta el mismo nivel de los sardineles quedando medio cuerpo que cubre la llave interfiriendo a la cuneta (ver figura 38), la Interventoría aprobó este trabajo y así mismo se continuó con el desarrollo de la actividad.

Figura 37. Llave de paso



Figura 38. Modificación canaleta



El proceso para la construcción de las cunetas era colocar los moldes de madera, separándolos cada 2 metros y colocando formaletas (ver figura 39) en el costado contrario a los sardineles para garantizar la forma de trapecoide en las cunetas, la mezcla de concreto era la misma que para los sardineles y para garantizar la uniformidad de las cunetas se utilizaba un regla para rasar y mantener la forma de trapecoide (ver figura 40). El proceso de armado y fundición para las cunetas era el mismo que utilizábamos en los sardineles, utilizando la mañana en el armado y toda la tarde la fundición de la mezcla de concreto de 3000 psi.

Figura 39. Construcción cuneta



Figura 40. Regla para conformar superficie

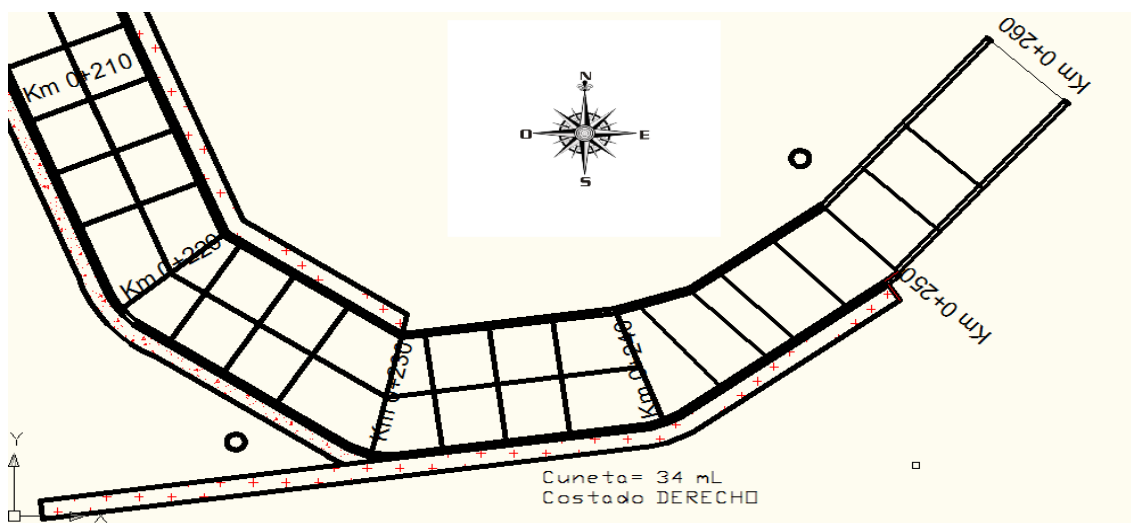


Para entregar las cunetas con mejor aspecto a la vista, el oficial utilizaba mortero y una espátula para lisar dejándolas lisas y uniformes.

Con las modificaciones hechas durante el inicio de la obra estaban la inclusión de una nueva cuneta en el costado DERECHO (ver figura 41) donde empalmara la cuneta ya construida y finalizara con la cuneta construida metros más adelante.

La cuneta está ubicada desde la abscisa K0+250 hasta K0+230 y a partir de ahí 14 metros más desviándose del trayecto de vía.

Figura 41. Plano vía



5.1.6 Elaboración de andén

Esta actividad fue otra modificación realizada durante la obra y planteada por nosotros los contratistas con fin de adecuar un espacio para el tránsito peatonal; se buscó la mayor área posible pero se pudo llegar a acordar junto con la Interventoría que se podía realizar un andén de las siguientes especificaciones:

Tabla 8. Especificaciones andén

Ancho (m)	H (m)	Concreto
0,7	0,1	3000 psi

El andén que se construye va a estar ubicado desde el K0+000 hasta el K0+250 en el costado DERECHO de la vía, para que al final sea empalmado con un acceso peatonal ya existente.

El desarrollo de esta actividad se hace con unos tablones de madera con el espesor requerido para los andenes que se ubicaran junto a los sardineles quedando al mismo nivel.

Figura 42. Inicios mezcla andén.



Luego de rasar el andén al mismo nivel de los sardineles se proseguía a lisar dejando una dilatación cada metro y se texturizaba el cuadro de andén para dejarlo con un mejor terminado; desde la abscisa K0+230 hasta K0+240 se debía construir el andén al lado de la cuneta del costado derecho (ver figura 43), ya que ese ítem de construcción de andén se planteó cuando la cuneta ya estaba en el proceso de elaboración, se empezó a mirar el terreno en el sector ya mencionado y se encontró una gran cantidad de material húmedo que se debía a las filtraciones de la cuneta construida tiempo atrás, a que el terreno se encuentra a desnivel y por simple gravedad el agua cae a este sector; debido a esta situación se habló con la Interventoría para la elaboración de otro filtro con las mismas características pero de un total de 35 metros lineales, el filtro y el andén que faltaba se hacían después de terminar todo el pavimento rígido debido a que ya se había extendido y compactado base granular hasta la abscisa K0+230.

Figura 43. Andén finalizado en cuneta



El andén se termina de construir hasta la abscisa K0+120 que es donde termina el pavimento rígido.

5.1.7 Aplicación, nivelación y compactación de base

Para realizar la aplicación de toda la base sobre la vía se debía completar el replanteo restante (ver figura 44) ya que como se había mencionado antes, se debían remover 20 centímetros y llegar al nivel requerido; con la Retrocargadora se hacía todo el movimiento de tierras hasta llegar al nivel más aproximado, para que con un obrero junto con un hilo que se llevaba de lado a lado y con el flexómetro se tomaban medidas cada 50 centímetros; este proceso se llevó a cabo hasta donde terminaba el pavimento rígido ubicado en la abscisa K0+120.

Figura 44. Segundo replanteo



Para ahorrar tiempo de trabajo tanto de los obreros como con la maquinaria, la base granular se empezó llevar a la obra cuando los trabajos de replanteo con la Retrocargadora llevaban alrededor de 60 metros lineales y así mientras las volquetas descargaban la base, con el maestro, el oficial y los obreros restantes la aplicaban para que la Retrocargadora continuara con el replanteo restante (ver figuras 45 y 46), en algunos casos cuando la base granular que llegaba se acumulaba, la Retrocargadora hacía una aplicación de la base y volvía a los trabajos para terminar el replanteo.

La base granular se adquirió por medio de 2 proveedores cuando en la planta de producción de Tecnopavimentos no había material disponible, uno en la Trituradora la Esmeralda y el otro de Agremesa.

Figura 45. Aplicación Base



Figura 46. Aplicación Base



Una vez terminado el segundo replanteo por la retrocargadora, los trabajos de aplicación y nivelación de base se agilizaron ya que la Retrocargadora estaba trabajando completamente esta actividad, por tal razón se aumentó el pedido de material a la obra y ya contando con todo el personal trabajando para esta actividad se aumentó el rendimiento de la aplicación, nivelación y compactación de la base granular.

La nivelación de la base se hizo de la misma manera que hicimos el segundo replanteo de la obra, con los hilos de lado a lado de los sardineles y utilizando el flexómetro cada 50 centímetros, este proceso se hizo hasta completar los 140 metros lineales de de vía(ver figuras 47 y 48).

Figura 47. Nivelación de Base



Figura 48. Nivelación y compactación



Para la compactación se empezó a trabajar con la “rana” o compactadora manual una vez se terminaba de nivelar la base, para cuando ya se llevaran 50 metros lineales de base nivelada y compactada con la “rana”, buscando un mayor rendimiento se alquiló un Vibrocompactador INGERSOLL RAND DD24 de 3 toneladas (ver figura 49) por un tiempo de 3 días, utilizándolo entre 5 y 6 horas diarias, completando así el trabajo de compactación de los 140 metros lineales necesarios para el pavimento rígido.

Figura 49. Compactación



Una vez compactada la base granular y lista para el construir el pavimento rígido, la Interventoría pide unas densidades de campo para la base granular, se realizan por parte del Laboratorista de Tecnopavimentos.

5.1.8 Elaboración de pavimento rígido

Un día antes de finalizar la compactación de la base granular, los trabajos de pavimentación en concreto rígido inician, ya que sólo se hace por medio del Vibrocompactador y la supervisión de un Auxiliar.

Las especificaciones que tiene este pavimento rígido se hacen según el diseño entregado por la Interventoría, (Ver anexo A)

Estas especificaciones hablan de la mínima cantidad o material para cumplir con los requisitos establecidos del Diseño entregado por la Interventoría; “La mejor alternativa debe escogerse teniendo en cuenta operatividad, facilidad de construcción, u otras condiciones que considere importantes la Interventoría del proyecto” (Ver anexo A)

De acuerdo con todas las especificaciones, el pavimento rígido que se construyó en Balcones del Kennedy tenían las siguientes características:

- Concreto 3000 psi, fundido “in situ”
- Espesor 15cm
- Malla electrosoldada con dimensiones: 6m x 2,35m

Tabla 9. Especificaciones malla electrosoldada

Ref.	Diámetro (mm)		Separación (cm)	Peso (Kg)
H158	5,5	4,0	15 x 25	23,54

- Barras de transferencia 5/8”, separadas cada 0,30m, longitud: 0,50m

- Dilataciones cada 2.5m
- Los primeros 20 metros lineales se hace la loza completa con su dilatación respectiva, los 120 metros lineales restantes se hacen lozas de 2,5 x 2,5 m y su dilatación correspondiente.

Para empezar esta actividad se debían comprar unos tablones de maderas (ver figuras 50 y 51) de buena calidad y con el espesor del pavimento rígido, taladrar los tablones cada 30 centímetros para poder ubicar las barras de transferencia, se buscó aceite quemado para extender sobre los tablones para evitar que el concreto se pegara.

Figura 50. Moldes para pavimento



Figura 51. Moldes para pavimento



Una vez ubicadas las tablas en la vía y situado todo el material como el cemento, la mezcladora, carretilla, agua, arena, triturado y demás herramientas se empieza a realizar la mezcla de concreto de 3000 psi, según los diseños entregados por la Interventoría.

Se ubican las mallas electrosoldadas (ver figura 52) y se cortan con una cizalla para cada cuadro con dimensiones de 2m x 4m de ancho (aprox.) durante los primeros 20 metros lineales, para una mejor colocación de las mallas electrosoldadas, la Interventoría nos pide

hacer unas “panelas” o cuadros en mortero (ver figura 53) y colocarlas debajo de las mallas para que éstas no estén totalmente en el suelo y queden más centradas sobre la losa de concreto.

Figura 52. Malla electrosoldada



Figura 53. Cuadros de mortero



Los primeros 10 cuadros de concreto hechos completaron los 20 metros lineales que tenían un ancho de vía de 4 metros ubicados desde la abscisa K0+260 hasta K0+240, a partir de ahí el ancho del carril se conserva en 5 metros de ancho, salvo la curva donde tiene un sobre ancho.

Después el proceso para la elaboración del pavimento Rígido consistía en realizar los cuadros de concreto de 2,5m x 2,5m hasta completar los 140 metros lineales en la abscisa K0+120(ver figura 54).

Para dejar al nivel requerido y uniformes los cuadros de concreto, se utilizaba la regla para rasar y así evitar desniveles (ver figura 55).

Figura 54. Cuadros de concreto



Figura 55. Regla para rasar

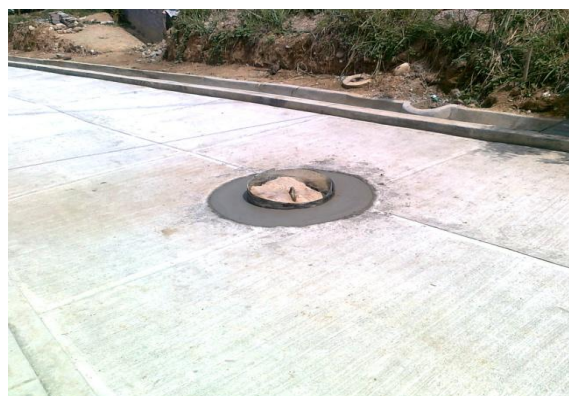


Cuando nos encontrábamos con pozos, se dejaba el molde para empalmar la tapa del pozo ya nivelado al finalizar los 140 metros lineales de pavimento rígido.

Figura 56 . Pozo listo para arreglar



Figura 57. Pozo nivelado y modificado



5.1.9 Nivelación de pozos

El desarrollo de esta actividad se ejecutó cuando se estaba realizando la aplicación, nivelación y compactación de base granular, en total fueron 4 nivelaciones de pozo que se hicieron, donde 3 pozos se nivelaron aumentando la altura inicial y el restante se redujo la altura inicial.

Figura 58. Pozo sin nivelar



Figura 59. Remoción de material pozo



Para la nivelación, se ubicaba un hilo de lado a lado de los sardineles y se tomaban las alturas correspondientes con el flexómetro, teniendo en cuenta como referencia el nivel del pavimento rígido.

Figura 60. Nivelación de pozo



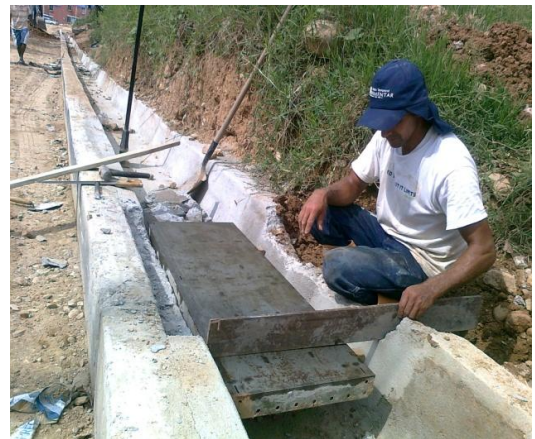
5.1.10 Otras actividades

El interventor pidió realizar unas entradas peatonales por el costado derecho de la vía (ver figuras 61-63), con el fin que en una próxima construcción se realizara el camino hacia las casas, la entrada se hacía encima de la cuneta construida sin impedir el flujo del agua.

Figura 61. Elaboración adicional



Figura 62. Elaboración adicional



En total se realizaron dos entradas peatonales ubicadas en las abscisas K0+200 y en K0+183, las dos por el costado derecho, las dimensiones fueron de 1,4m x 1,2m de ancho.

Figura 63. Andén adicional finalizado



Durante el tiempo de obra se hacían unas memorias de cálculo, donde indicaban todo el trabajo realizado dividido en los ítems que el contrato de la empresa tenía comprendido.

En estas memorias de cálculo se debía indicar muy claro los trabajos de movimiento de tierra de la Retrocargadora, ya que el tiempo de la maquinaria es muy valioso y costoso como para desperdiciar; el control de movimientos de tierra se dividió en: VÍA, TALUD y COSTADO IZQUIERDO, en donde la Vía hacía parte también el área de andén y cuneta; cada 10 metros lineales se tomaba un ancho y espesor del material removido, para el talud tomábamos las medidas de alto, largo y ancho para sacar volúmenes de corte y así mismo se hacía para el costado izquierdo; todas estas medidas de volumen fueron tomadas en estado compacto.

Para el ítem de *Localización, nivelación y replanteo* las medidas se realizaron de la siguiente manera:

Tabla 10. Localización, nivelación y replanteo

VÍA		ANDEN		SARDINEL		CUNETAS		TOTAL
Long. (m)	Ancho (m)	Long. (m)	Ancho (m)	Long. (m)	Ancho (m)	Long. (m)	Ancho (m)	Área (m ²)
144,36	5	253	0,9	346,12	0,4	144	1	2037
120	5,6			182,6	0,4	60	1	
1393,8	m²	227,7	m²	211	m²	204	m²	

El ítem de *relleno compacto con material de excavaciones*, se tuvo que realizar rellenos en ciertos puntos aledaños a la cuneta, la vía y el andén, todos estos rellenos fueron compactados con la compactadora manual o “rana”.

Otro ítem llamado *Obras de urbanismo* donde vienen incluidos: Sardinell vehicular, andén en concreto y cuneta trapezoidal.

En el ítem llamado *Concretos y refuerzo* es en donde está incluida la cantidad de malla electrosoldada utilizada para el pavimento rígido, donde en total fueron:

Tabla 11.Cantidad malla electrosoldada

Malla Electrosoldada H-158			
AREA VIA =	723,5237 m ²	TOTAL	52
AREA MALLA	14 m ²	MALLAS	

Para la parte de los pozos nivelados y la caja de inspección se maneja el ítem llamado *Manejo de aguas y nivelaciones de cámaras y pozos*.

En *Obras de pavimentación* están incluidos la base granular compactada y la aplicación del pavimento rígido, para realizar de la mejor manera las mediciones se trabajó por medio de la fórmula de trapecios, ya que el ancho de no era el mismo en toda la vía y así obtener el área total de pavimento rígido.

Esta es una parte de cómo se hallaron las áreas por medio de trapecios

Tabla 12.Pavimento rígido

Base 1 (m)	Base 2 (m)	H (m)		
3,8	4,1	5	19,75	Área 1 (m ²)
4,1	4,04	5	20,35	Área 2 (m ²)
4,04	4,05	5,2	21,034	Área 3 (m ²)
4,05	5,42	8	37,88	Área 4 (m ²)
5,42	5,4	7	37,87	Área 5 (m ²)
5,4	5,8	7,6	42,56	Área 6 (m ²)

5,8	5,28	7,8	43,212	Área 7 (m ²)
5,28	5	7,4	38,036	Área 8 (m ²)
5	4,6	7,5	36	Área 9 (m ²)
4,6	4,85	7,6	35,91	Área 10 (m ²)

Tabla 12 (Continuación)

Hasta llegar a 19 áreas y una longitud total de 144,36 metros lineales de vía, obteniendo un ancho promedio de 5 metros.

Por último para el ítem del filtro se llamaba *Obras complementarias* donde simplemente se indicaban los metros lineales de filtro usado en el proyecto

En total fueron 12 ítems que se trabajaron en la obra (Ver anexo B) y con estos realizar un acta de obra para ser revisada por los Ingenieros contratistas y luego ser entregada a la Interventoría junto con las memorias de cálculo para su respectiva aprobación y cobro del trabajo realizado.

5.2 Obra Estoraques

Durante el trabajo en Balcones del Kennedy también me asignan participar en esta obra, para realizar un control del material que llega y de las actividades que se estén ejecutando con el fin de realizar las cantidades de obra correspondientes. La permanencia en la obra estaba regulada por el avance de las actividades y el objetivo de este proyecto básicamente consistía en hacer una adecuación vehicular para un sector del barrio Estoraques y garantizar un acceso peatonal hacia el Colegio Luis Carlos Galán Sarmiento del mismo sector.

Cuando se llega a la obra ya se encuentran completas las actividades de:

Movimiento de tierras (Rellenos y cortes de material)

Localización, nivelación y replanteo (Vía y andenes)

Demolición de pisos en concreto aledaños a las viviendas.

Sardineles en concreto de 3000 psi

Elaboración de sumideros (2)

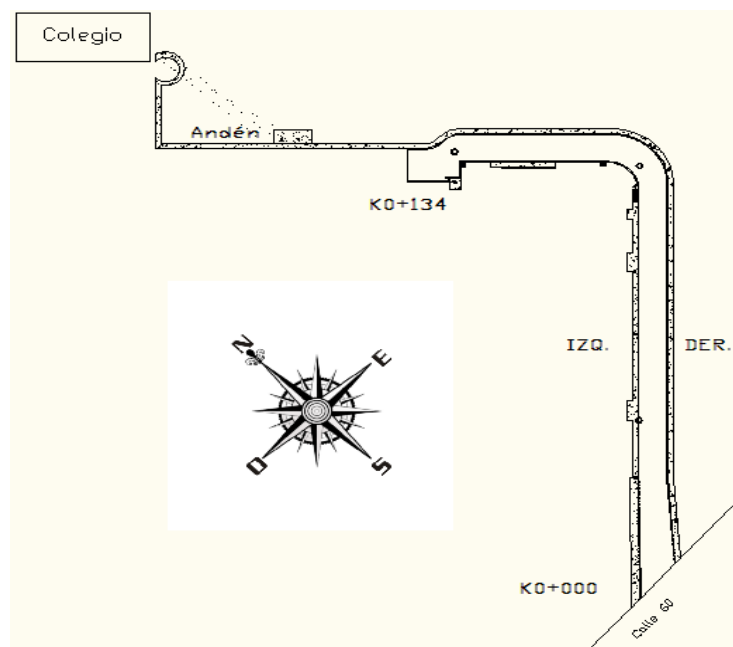
La demolición de pisos de concreto se acordó con la Interventoría ya que era necesario por el deterioro que éstos presentaban y así mismo se planteó un nuevo andén por el costado derecho hasta llegar al colegio aldaño a la zona de trabajo.

Para la dosificación del concreto, se trabajó de la misma manera que se hizo en Balcones del Kennedy, ya que contábamos con el mismo maestro de obra y la misma fuente de materiales.

Para una mejor utilidad de los materiales, se trajeron algunas herramientas de Balcones del Kennedy para ser utilizadas en Estoraques.

Para realizar una mezcla de concreto de 3000 psi, se utilizara una dosificación 1:2:3; esta dosificación fue trabajada para el concreto de toda la obra.

Figura 64.Vista rápida plano Estoraques



5.2.1 Movimiento de tierras y escombros

El movimiento de tierras se realizó tanto con la Retrocargadora como con mano de obra, en algunas ocasiones porque la maquinaria no cabía en el sector y las otras veces se debía que la Retrocargadora se encontraba trabajando en otra obra de la empresa.

Figura 65. Movimiento de tierras con mano de obra



Los escombros se acumulaban en un sector seguro para cuando llegara la volqueta se pudieran cargar y ser llevados al botadero más cercano.

5.2.1 Elaboración de andén

Ya los pisos de concreto demolidos se prosigue con la elaboración del andén de 3000 psi y espesor de 10 centímetros, en el costado izquierdo (aledaño a las viviendas), se realizaba una limpieza del área a trabajar y se aplicaba la mezcla de concreto, para el costado derecho, se ubican los tablones de madera con ancho de 1 metro, ubicados al mismo nivel del sardinel construido, este proceso se realiza hasta llegar a empalmar con el andén del colegio Luis Carlos Galán Sarmiento del barrio Estoraques.(Ver figuras 66-68)

Figura 66.Andén costado Izquierdo



Figura 67.Elaboración andén

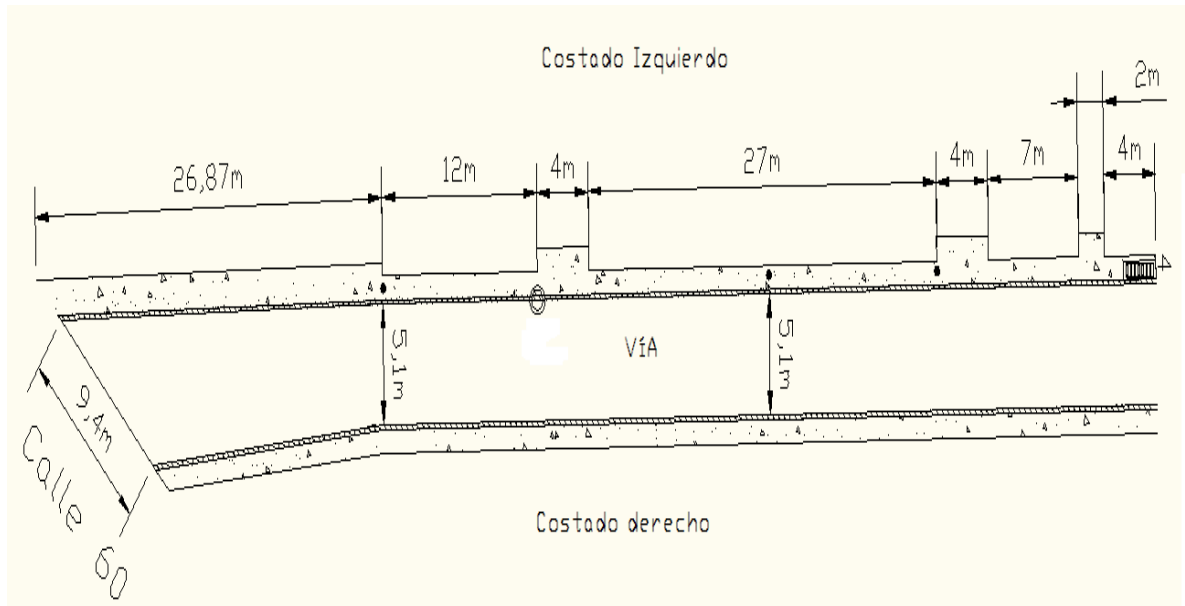


Figura 68.Andén empalmado con colegio



Se hacen dilataciones cada metro para lisar por cuadro de 1 metro x 1 metro de ancho dejando un mejor acabado del andén (este proceso se realizó también para el andén de costado izquierdo), las dimensiones en ancho del costado izquierdo variaban según la losa de concreto dañada, estas medidas están graficadas en el plano elaborado por la empresa.

Figura 69. Sección andén izquierdo y parte del derecho



Para obtener el volumen de concreto fundido en los andenes, se utilizó el programa Auto CAD, donde obteníamos un área total del andén en el costado izquierdo de una manera más sencilla y segura debido a que tenía anchos diferentes (Ver figura 69).

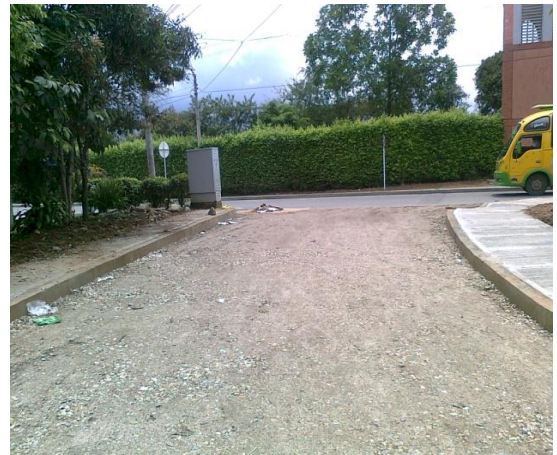
5.2.2 Aplicación de Base y nivelación de pozos

Con un total de 4 pozos nivelados distribuidos en los 134 metros lineales de vía, se prosigue a la aplicación, nivelación y compactación de la base granular, espesor de 15 centímetros, con los obreros y el oficial realizaron la aplicación con nivelación utilizando hilos lado a lado de los sardineles, una vez terminado este proceso se alquila un Vibrocompactador INGERSOLL RAND DD24 de 3 toneladas por un tiempo de 2 días para completar la compactación (ver figuras 70 y 71).

Figura 70. Base compactada y pozos nivelados.



Figura 71. Base compactada



5.2.3 Otras actividades

Terminadas estas actividades se realiza durante toda una jornada la limpieza de la obra, para ser entregada y aprobada por la Interventoría, donde días después es pavimentada con pavimento flexible MDC-2, espesor 7 centímetros.

Terminado el control de entrada para los materiales y las cantidades de obra ejecutadas, con ayuda de una Ingeniera de la empresa se hacen todas las medidas de la obra para ser archivadas en las memorias de cálculo, se realiza un plano en auto CAD y se elabora el acta donde se encuentran todas las cantidades ejecutadas en Estoraques.

Para un mejor cálculo de las cantidades de obra se utilizó el plano hecho en Auto CAD, con éste podíamos obtener rápidamente las áreas requeridas y longitudes necesarias para realizar los cálculos

El acta consta de 11 ítems en total (Ver anexo C) distribuidos según la actividad trabajada para ser revisados por los Ingenieros contratistas y al ser aprobada se lleva a los ingenieros Interventores con sus respectivas memorias de cálculo.

5.3 Sistema de gestión de calidad

5.3.1 Control del producto

Se realizan ensayos de laboratorio para los diferentes materiales que se procesan en la planta de producción.

Según el INVIAS-07, en el artículo 300, tabla 300.1, están “los requisitos de calidad que deben cumplir los diferentes materiales a emplear en la construcción de capas granulares” [3].

El laboratorio de Tecnopavimentos no tiene las herramientas disponibles para realizar todos los ensayos nombrados en dicha tabla, estos ensayos son realizados a laboratorios cercanos de la ciudad, generalmente la empresa los lleva al laboratorio de la Universidad Pontificia Bolivariana; los ensayos que se realizan en el laboratorio de Tecnopavimentos son los siguientes:

Tabla 13. Ensayos en el Laboratorio de planta

ENSAYO	NORMA INV-07
Granulometría	E-213
Límite líquido	E-125
Índice de plasticidad	E-126
Equivalente de arena	E-133
Índices de alargamiento y aplanamiento	E-230
Porcentaje de caras fracturadas	E-227
Proctor modificado	E-142

Los agregados para la construcción de la subbase y base granular deberán satisfacer los requisitos de calidad con los ensayos de laboratorio ya nombrados y se ajustará a las franjas granulométricas que se indican en las siguientes tablas:

Tabla 14. Franjas granulométricas del material de subbase

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA	
NORMAL	ALTERNO	SBG-1	SBG-2
50.0 mm	2"	100	
37.5 mm	1 ½ "	70-95	100
25.0 mm	1"	60-90	75-95
12.5 mm	½"	45-75	55-85
9.5 mm	3/8"	40-70	45-75
4.75 mm	No.4	25-55	30-60
2.0 mm	No.10	15-40	20-45
425 µm	No.40	6-25	8-30
75 µm	No.200	2-15	2-15

Fuente: [4]

Tabla 15. Franjas granulométricas del material de base

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA	
NORMAL	ALTERNO	BG-1	BG-2
37.5 mm	1 1/2"	100	-
25.0 mm	1	70-100	100
19.0 mm	3/4"	60-90	70-100
9.5 mm	3/8"	45-75	50-80
4.75 mm	No.4	30-60	35-65
2.0 mm	No.10	20-45	20-45
425 µm	No.40	10-30	10-30
75 µm	No.200	5-15	5-15

Fuente: [5]

Las granulometrías se realizaban con un formato estándar de laboratorio de la empresa (ver anexo D), así mismo para el desarrollo de los otros ensayos se tenían formatos adecuados para cada prueba (Ver anexos. E, F, G, H y I).

Cuando la granulometría de la base o subbase se salían de la franja o hacían cambios bruscos en la curva, éstos se corregían agregando más cantidad de material fino o grueso según los porcentajes que tuviera cada tamiz.

Por lo general los resultados de los ensayos eran siempre favorables según los requerimientos de la norma, esto se debía a que la fuente de obtención de materiales era Pescadero, la cual es una fuente garantizada y certificada.

Para estos ensayos había una frecuencia estipulada por la norma INVIAS-07 (ver tablas 16 y 17), donde se debía cumplir y registrar para un control de calidad supervisado por la ingeniera encargada.

Tabla 16.Verificaciones periódicas de calidad de los materiales

ENSAYO	NORMA DE ENSAYO INV	FRECUENCIA
Granulometría	E-213	Una (1) vez por jornada
Límite líquido	E-125	Una (1) vez por jornada
Índice de plasticidad	E-126	Una (1) vez por jornada
Equivalente de arena	E-133	Una (1) vez por semana
Densidad seca máxima	E-142	Una (1) vez por semana

Fuente: [6]

Tabla 17.Verificaciones periódicas de los materiales

ENSAYO	NORMA DE ENSAYO INV	FRECUENCIA
Granulometría	E-213	Una (1) vez por jornada
Límite líquido	E-125	Una (1) vez por jornada
Índice de plasticidad	E-126	Una (1) vez por jornada
Equivalente de arena	E-133	Una (1) vez por semana
Valor de azul	E-235	Una (1) vez por semana *
Densidad seca máxima	E-142	Una (1) vez por semana

* Si corresponde ejecutarlo

Fuente: [7]

Para el control del producto de los agregados para mezclas densas en caliente la norma INVIAS-07 en el artículo 400, tabla 400.1, están los requisitos que deben tener los materiales de acuerdo con cada ensayo de laboratorio requerido.

Los ensayos que se realizan en el laboratorio de Tecnopavimentos para el control del producto en mezclas densas en caliente son los siguientes:

Tabla 18. Ensayos agregados mezclas asfálticas en laboratorio

ENSAYO	NORMA INV-07
Granulometría	E-213
Gravedad específica y absorción	E-222 y E-223
Índice de plasticidad	E-125 y E-126
Equivalente de arena	E-133

“La granulometría del agregado obtenido mediante la combinación de las distintas fracciones, incluido el llenante mineral, deberá estar comprendida dentro de alguna de las franjas fijadas en la tabla” [8] (ver tabla 19).

Tabla 19. Franjas granulométricas para mezclas asfálticas.

TIPO DE MEZCLA		TAMIZ (mm / U.S. Standard)									
		37.5	25.0	19.0	12.5	9.5	4.75	2.00	0.425	0.180	0.075
		1½"	1"	¾"	½"	⅜"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 80	No. 200
		% PASA									
Densa	MDC-1		100	80 - 95	67 - 85	60 - 77	43 - 59	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
	MDC-2			100	80 - 95	70 - 88	49 - 65	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
	MDC-3					100	65 - 87	43 - 61	16 - 29	9 - 19	5 - 10

Fuente: [8]

Se manejaba el mismo formato estándar de granulometría (Ver anexo D), con la variación de los porcentajes que pasan por cada tamiz según el tipo de mezcla MDC-1, MDC-2 o MDC-3. Para los otros ensayos también se tenían unos formatos específicos (Ver anexos. J,F)

Para cumplir con los requisitos planteados en la norma INVIAS-07 sobre los ensayos de laboratorio, existe una tabla donde nos indica la frecuencia con que se deben realizar los ensayos para mezclas en caliente (ver anexo K).

5.3.2 Elaboración, modificación y actualización de formatos de trabajo

Algunos formatos de laboratorio existentes se encontraban desactualizados e incompletos, es por esto que se vio la necesidad de realizar estas modificaciones tanto visuales como de fórmulas, todos estos cambios realizados fueron trabajados con Microsoft Excel®.

Los formatos modificados fueron los que se utilizaron para el control del producto, control diario de calidad y algunos ensayos de laboratorio del diseño Marshall.

5.3.3 Realización de ensayos de laboratorio para el control diario de calidad

El control diario de calidad consiste en desarrollar unos ensayos específicos donde garanticen que la mezcla producida en la planta de asfalto cumpla con las características según el tipo de mezcla, los ensayos que se realizan son los siguientes:

Tabla 20. Ensayos control diario de calidad

ENSAYO	NORMA INV
Granulometría	E-213
Extracción cuantitativa del asfalto	E-732
Gravedad específica máxima teórica	E-735
Densidad de mezclas asfálticas compactadas	E-733
Resistencia de mezclas asfálticas. Método Marshall	E-748
Vacios de aire en mezclas asfálticas compactadas	E-736

Existe un formato diferente para cada tipo de mezcla MDC-1, MDC-2 y MDC-3 (Ver anexo L), ya que según los pedidos que hagan de diferente tipo de mezcla, se debe realizar su respectivo control de calidad.

Todos los ensayos que se realizaban en el laboratorio de Tecnopavimentos se rigen bajo la norma INVIAS-07 y el manual de ensayos de laboratorio de la empresa, junto con la supervisión del Laboratorista de planta.

5.4 Diseño de mezclas asfálticas por el método Marshall

Este procedimiento de diseño de mezclas asfálticas, se basa en el método Marshall descrito en el artículo 748-07 del INVIAS, donde su objetivo fundamental es determinar la cantidad óptima de asfalto.

5.4.1 Selección del material

Para la ejecución de esta actividad se trabajó con 3 tipos de materiales ya procesados (ver figura 72) y pasados por el control de calidad, los materiales eran:

- Triturado procesado con malla pasa $\frac{3}{4}$ " retenida en $\frac{1}{2}$ "
- Gravilla procesada con malla de $\frac{3}{8}$ "
- Gravilla procesada con malla de $\frac{13}{32}$ "

Para con estos realizar una combinación de materiales que cumplieran con los requisitos que para este caso la gradación del diseño corresponde a una mezcla tipo MDC-2.

Se utiliza un asfalto tipo 60/70

Figura 72. Materiales separados por platón



5.4.2 Granulometrías de muestras

Se realizan en total 3 tipos de granulometrías para cada material, donde los resultados son incluidos en sus respectivos formatos de granulometría (Ver anexo D), con las granulometrías ya completadas se busca la mejor combinación de materiales para una mezcla tipo MDC-2, estos datos se trabajan en un formato único donde se combinan 3 diferentes tipos de muestras con el fin de obtener la mejor granulometría posible (Ver anexo M).

Una vez insertados los datos en el formato único, se dedujo que la mejor granulometría posible con estos materiales, se obtenía utilizando los siguientes porcentajes:

Tabla 21. Combinación

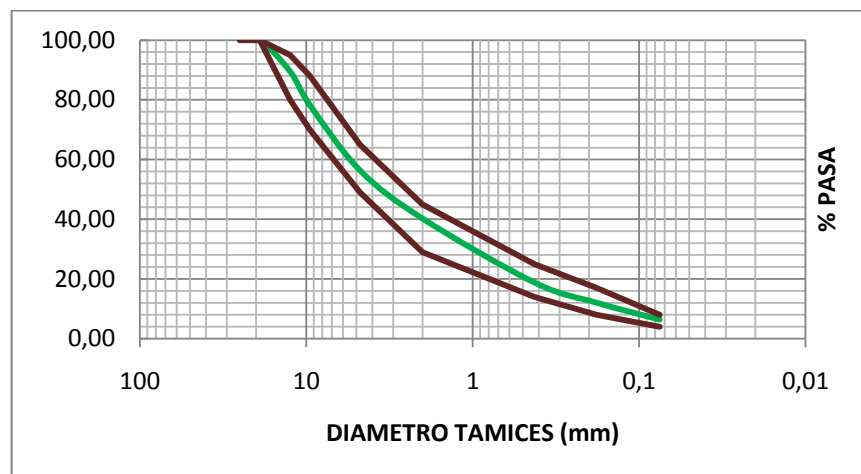
%	28,00	20,00	52,00
Material	Triturado 3/4"	Gravilla 3/8"	Gravilla 13/32"

Obteniendo una granulometría del material combinado así:

Tabla 22. Resultado granulometría

GRANULOMETRIA			
TAMIZ	Diámetro mm	% PASA	NORMA MDC-2
1"	25	100,00	100
3/4"	19	100,00	100
1/2"	12,5	89,47	80-95
3/8"	9,5	78,21	70-88
Nº 4	4,75	56,37	49-65
Nº 10	2	40,25	29-45
Nº 40	0,425	18,83	14-25
Nº 80	0,18	12,07	8-17
Nº 200	0,075	6,41	4-8

Figura 73. Curva granulométrica combinada



Una vez decidida la combinación de los agregados se prosigue a calcular el peso específico de los agregados para realizar las mezclas y cálculos con el método Marshall.

Estos ensayos se realizan basados en las normas INVIAS-07 E-222 y E-223 para agregados finos y gruesos respectivamente, donde los agregados finos se definen como todos los materiales que pasen por el tamiz N. 4 y sean retenidos por el tamiz N.200 y los agregados gruesos son definidos por los agregados retenidos hasta el tamiz N.4, con estas características se realiza el ensayo con el formato específico (Ver anexo J) y se obtienen los siguiente resultados:

Tabla 23. Resultados Gravedad específica.

AGREGADO FINO		
Masa al aire de la muestra seca al horno	g	494,2
Masa del picnómetro aforado lleno de agua	g	628,6
Masa total del picnómetro con la muestra y lleno de agua	g	935,4
Masa de la muestra saturada y superficialmente seca	g	500
Gravedad Específica Bulk		2,56
Gravedad Específica Bulk s.s.s		2,59
Gravedad Específica aparente		2,64

Absorción	%	1,17
-----------	---	------

AGREGADO GRUESO

Masa en el aire de la muestra seca	g	5070
Masa en el aire de la muestra saturada con superficie seca	g	5143
Masa sumergida en agua de la muestra saturada	g	3190

Gravedad Específica Bulk	2,60
Gravedad Específica Bulk s.s.s	2,63
Gravedad Específica aparente	2,70

Absorción	%	1,44
-----------	---	------

Tabla 23. (Continuación)

5.4.3 Elaboración de mezclas asfálticas por el método Marshall

Este método es basado en la norma INIVIAS-07 E-748, “Esta norma describe el procedimiento que se debe seguir para la determinación de la resistencia a la deformación plástica de especímenes cilíndricos de mezclas asfálticas para pavimentación, empleando el aparato Marshall.” [9]

Se verifica que todos los materiales requeridos por la norma INVIAS estén disponibles y funcionando correctamente según la caracterización de los materiales.

Para la preparación de las probetas de ensayo se van a elaborar con diferentes contenidos de asfalto (variando cada 0,5 % entre cada uno) y un total de 3 probetas por cada contenido de asfalto; con el Laboratorista se acordó desarrollar 5 ensayos partiendo con un contenido de asfalto de 4% para llegar hasta 6% (4%, 4.5%, 5%, 5.5% y 6%).

La cantidad de materiales es definida en la norma [9], donde por cada probeta se utilizan 1200g (aprox.) de combinación, con estos parámetros la distribución por pesos y por cada % de asfalto resultó así:

Tabla 24. Distribución de pesos por % de asfalto

Triturado ¾"=	28%	Pasa 3 / 8 dos mallas =	20%	13-32 una malla =	52%
--------------------------	------------	--	------------	------------------------------	------------

		Asfalto	(g)	Asfalto (g)
Triturado =	336	4,0%	322,56	48
Pasa 3 / 8 dos mallas =	240		230,40	
13-32 una malla =	624		599,04	
	1200		1152	

		Asfalto	(g)	Asfalto (g)
Triturado =	336	4,5%	320,88	54
Pasa 3 / 8 dos mallas =	240		229,20	
13-32 una malla =	624		595,92	
	1200		1146	

		Asfalto	(g)	Asfalto (g)
Triturado =	336	5,0%	319,2	60
Pasa 3 / 8 dos mallas =	240		228,00	
13-32 una malla =	624		592,8	
	1200		1140	

		Asfalto	(g)	Asfalto (g)
Triturado =	336	5,5%	317,52	66
Pasa 3 / 8 dos mallas =	240		226,80	
13-32 una malla =	624		589,68	
	1200		1134	

		Asfalto	(g)	Asfalto (g)
Triturado =	336	6,0%	315,84	72
Pasa 3 / 8 dos mallas =	240		225,60	
13-32 una malla =	624		586,56	
	1200		1128	

La temperatura a la cual se deberá calentar el asfalto para realizar la mezcla de agregados es de 147°C y la temperatura a la cual debe ejecutarse la compactación es de 135°C (todos estos datos son entregados por Ecopetrol).

Para realizar la preparación de las mezclas [9], se utilizan varias bandejas taradas donde son mezcladas las muestras con su respectivo contenido de asfalto.

Figura 74. Gradación y asfalto listos para mezclar



Figura 75. Combinación de materiales



Para verificar las temperaturas durante el proceso de preparación de las muestra se utiliza un termómetro digital (ver figura 76) garantizando la buena ejecución del proceso.

Figura 76. Termómetro digital



Se sigue el procedimiento descrito en la norma INVIA-07 [9] para realizar la compactación de la muestra, recordando que la temperatura de compactación es de 135°C, se realizan 75 golpes por cada cara (ver figura 77) para una mezcla tipo MDC-2 y una categoría de tránsito NT3.

Figura 77 Verificación de temperatura



Figura 78. Martillo de compactación



“Después de la compactación, se retira la base y se deja enfriar la muestra al aire hasta que no se produzca ninguna deformación cuando se la saque del molde”. [9]

Figura 79. Moldes compactados



Se repite este proceso con todas las briquetas necesarias para el ensayo.

Para realizar todos los cálculos se tenía un formato estándar (ver anexos N y L) donde debían ir incluidos los siguientes resultados por cada % requerido de asfalto:

- Espesor (cm)
- Gravedad específica Bulk INV-07, E 733
- Gravedad específica máxima teórica INV-07, E 735
- Volumen (cm^3)

Estos ensayos realizados son supervisados por el Laboratorista de Planta

Una vez realizados estos cálculos, se obtiene:

- Volumen % Total
- Vacíos % Total

Para el ensayo de estabilidad y flujo [9], las probetas son colocadas en el baño maría (ver figura) durante 30 o 40 minutos manteniendo el baño a una temperatura de 60°C.

Figura 80. Baño maría



Pasado el tiempo requerido en el baño maría, se sigue el procedimiento descrito en la norma y los datos obtenidos por la máquina de ensayo son registrados de la siguiente forma:

“Se aplica, a continuación, la carga sobre la probeta con la prensa a una rata de deformación constante de 50.8 mm (2") por minuto, hasta que ocurra la falla, es decir cuando se alcanza la máxima carga y luego disminuye, según se lea en el dial respectivo. Se anota el valor máximo de carga registrado en la máquina de ensayo o, si es el caso, la lectura de deformación del dial indicador, la cual se convierte a carga, multiplicándola por la constante del anillo. El valor total en Newton (kgf) que se necesite para producir la falla de la muestra se registrará como su valor de Estabilidad Marshall.”[9]

Para cada % de asfalto se obtuvo los siguientes

Tabla 25.Resultados obtenidos en máquina de ensayo

4%

Dial =	260	350	280
Flujo =	10	10	12

4,5%

Dial =	365	360	360
Flujo =	9	10,5	10

5%

Dial =	328	385	446
Flujo =	11,5	10	12

5,5%

Dial =	366	355	385
Flujo =	13	13	13

6%

Dial =	435	428	380
Flujo =	14,5	15	13

Y se registraron en el formato así:

Tabla 26. Ensayo estabilidad y flujo

% de Asf.	Espesor cm	Estabilidad (kg)			Flujo 0.01"	Flujo mm
		Medida	Factor Corrección	Corregido		
4,0	6,29	1323,00	1,016	1344,17	0,10	2,54
	6,31	1304,00	1,011	1318,34	0,10	2,54
	6,28	1360,00	1,046	1422,56	0,12	3,05
				1361,69	0,11	2,71
4,5	6,16	1323,00	1,053	1393,12	0,09	2,29
	6,13	1360,00	1,062	1444,32	0,11	2,79
	6,19	1286,00	1,043	1341,30	0,10	2,54
				1392,91	0,10	2,54
5,0	6,19	1217,50	1,043	1269,85	0,12	3,05
	6,12	1426,40	1,065	1519,12	0,10	2,54
	6,20	1648,90	1,040	1714,86	0,12	3,05
				1501,27	0,11	2,88
5,5	6,12	1356,90	1,065	1445,10	0,13	3,30
	6,19	1316,60	1,043	1373,21	0,13	3,30
	6,17	1426,40	1,049	1496,29	0,13	3,30
				1438,20	0,13	3,30
6,0	6,29	1608,90	1,016	1634,64	0,15	3,81
	6,29	1583,40	1,016	1608,73	0,15	3,81
	6,25	1408,10	1,016	1430,63	0,13	3,30
				1558,00	0,14	3,64

Según el dial respectivo, se mira en las especificaciones del calibrado de la herramienta y se obtiene la medida de Estabilidad, pero como los espesores de las probetas no son iguales se maneja un factor de corrección [9] y se obtiene la estabilidad corregida.

Obteniendo los resultados en las pruebas de laboratorio (ver anexos N y L) se prosigue a realizar las conclusiones del diseño (ver tabla 27.)

Tabla 27. Conclusiones de diseño

CONCLUSIONES DE DISEÑO:		
% Asfalto para máxima estabilidad:	5,69	%
% Asfalto para máxima densidad:	4,35	%
ASFALTO PROMEDIO DE DISEÑO PARA LA MEZCLA:		5,02 %

Estabilidad para % Asfalto de diseño:	1451,85	Libras
Densidad para % Asfalto de diseño:	2,34988	gr / cm³
Flujo para % Asfalto de diseño:	2,86076	mm
% Vacíos para % Asfalto de diseño:	2,77431	%

En síntesis la fórmula de trabajo para elaborar mezclas asfálticas tipo MDC-2 sería:

Tabla 28.Fórmula de trabajo Diseño Marshall

MATERIAL	PORCENTAJE (%)
Triturado 3/4"	28
Gravilla 3/8"	20
Gravilla 13/32"	52
Asfalto	5,02

6. CONTRIBUCION REALIZADA EN LA PRÁCTICA PARA LA EMPRESA

En esta parte se resalta las principales participaciones que se realizaron en la empresa Tecnopavimentos S.A, durante la estadía en las obras y la planta de producción.

6.1 Obra Balcones del Kennedy y Estoraques

Para cada obra se debía diligenciar registros de gran importancia para la actualización permanente del sistema de gestión de calidad con el que está certificado la empresa, los registros necesarios para cada obra son: Plan de calidad, Bitácora de obra, Control de insumos junto con unos Cronogramas de obra planificado y ejecutado; en el plan de calidad se menciona el personal que tiene cada obra y presupuesto entre otros; la bitácora de obra y el control de insumos eran herramientas muy importantes ya que con esto podíamos saber el avance diario y la cantidad de material utilizado que tenía la obra.

Una vez culminada la obra, para completar el proceso de actualización de cada obra se realizan dos procesos: Cumplimiento del cronograma de actividades y Cumplimiento del tiempo programado, esto es con el fin de evaluar el rendimiento del personal durante la ejecución de la obra.

Durante el tiempo en obra se hacía un avance de actividades cada dos semanas donde se resumía el trabajo de dichas semanas, éste era aprobado por el personal de Interventoría para ser entregado al Ingeniero Jefe de la obra con el fin de tener un control de rendimientos tanto de personal de obra como de maquinaria.

Durante todo el desarrollo de las obras se supervisó y verificó cada actividad para que se desarrollara según los objetivos planteados y poder entregar una obra acorde a las especificaciones impuestas por la Interventoría.

6.2 Planta de producción

Un aporte muy importante para la empresa fue la actualización y modificación de los formatos de Ensayos de laboratorio ya que se garantizaba el correcto desarrollo y chequeo según la norma INVIAS vigente.

Con el desarrollo del Ensayo de “diseño de mezclas asfálticas por el método Marshall” se obtuvo el porcentaje óptimo de asfalto y las características del material necesarias para producir una mezcla asfáltica en caliente tipo MDC-2 garantizada.

Con la presencia permanente en la planta de producción se agilizaba el proceso de caracterización de los agregados que en fechas donde existía un incremento de producción, los materiales procesados por la trituradora requerían se analizados y chequeados por el laboratorio de la planta de producción.

7. CONCLUSIONES

Se logra concluir con gran éxito los objetivos principales propuestos para el desarrollo de esta práctica en los 6 meses planteados, logrando obtener el porcentaje óptimo de asfalto con las características principales de los agregados, las labores como Auxiliar de residente en Obra junto con las tareas de control de calidad.

El buen seguimiento de las actividades, materiales y órdenes del director de obra, dio como resultado avance en la obra, menos percances, disminución de los costos de proyecto, correcta ejecución y el cumplimiento de la obra.

Se desarrollaron las cantidades de obra ejecutada y total se aprobaron todos y cada uno de los registros de cobro entregados al personal de Interventoría.

Durante el desarrollo de las actividades junto con el maestro de obra y su cuadrilla se propuso y aportaron ideas para la eficiencia en cada actividad que se estaba desarrollando. El desarrollo de dos o más actividades en un mismo día agilizaba el proceso de las labores y mantenía al obrero ocupado durante su jornada de trabajo.

Durante el desarrollo de la mezcla de concreto era muy importante inspeccionar la dosificación que se estaba realizando para garantizar un concreto de 3000psi requerido en sardinel, cuneta, andén y por supuesto el pavimento rígido.

La elaboración de un plan de calidad por cada obra se hizo fundamental, ya que este es una guía para que ninguna actividad quede sin supervisión, los formatos de Bitácora de obra y Control de insumos fueron muy importantes durante el proyecto manteniendo un control diario de cada actividad en desarrollo y material utilizado mostrándose al final de la obra un registro completo de material y actividad respectivamente.

En los informes de obra quincenales se pudo observar el rendimiento de la obra de acuerdo a una programación estipulada y así mismo se podían hacer ajustes periódicamente para alcanzar la programación propuesta.

Al realizar un control diario de la mezcla que se producía en la planta se tenía un registro para ser archivado tanto para la empresa como cada cliente que solicitara y ser entregado mensualmente a la Ingeniera asignada de Calidad con el fin de supervisar el trabajo realizado en el laboratorio.

Se desarrolló el diseño de mezclas asfálticas por el método Marshall determinando el porcentaje óptimo de asfalto con su respectiva formula de trabajo de agregados cumpliendo con las características especificadas en la norma INVIAS-07.

Realizando un ensayo Marshall acorde a las norma INVIAS puedo garantizar que la mezcla que se produce en la planta de producción obtendrá una estabilidad óptima que satisface los requerimientos del tránsito, asfalto óptimo para garantizar la duración y recubrimiento completo de los agregados bajo una compactación adecuada, porcentaje óptimo de vacíos para proveer una reserva que impida una pérdida de estabilidad al producirse una compactación adicional de las cargas de tránsito.

Cada ensayo de laboratorio realizado en la planta se ejecutó de acuerdo a las normas establecidas por el INVIAS-07, las especificaciones que se manejan en el formato de ensayos de laboratorio de Tecnopavimentos y la supervisión del Laboratorista de planta.

8. ANEXOS

Anexo A

CAPITULO 10	Conclusiones y recomendaciones generales
------------------------------	---

Estabilidad general del alineamiento de la vía:

La vía de acceso al sector bajo del barrio Kennedy, se encuentra localizada sobre formaciones geológicas estables, las cuales no presentan problemas geotécnicos importantes. En algunos sectores la subrasante actual se encuentra sobre rellenos sueltos, estos rellenos deben removerse y reemplazarse por suelo debidamente compactado.

Recomendaciones para el diseño y manejo de la vía

- ☐ Las pendientes de la vía son extraordinariamente altas y no cumplen normas para tránsito normal de vehículos automotores. No se debe permitir líneas de transporte público (buses) por la vía a construirse.
- ☐ Se requiere la construcción de pavimento rígido, debido a la alta pendiente del terreno. El pavimento asfáltico generaría riesgos muy grandes en la maniobra y frenado de vehículos.
- ☐ Para la conformación de terraplenes se recomienda la utilización de tierra reforzada con geotextil. Estos muros de tierra reforzada reemplazan los muros convencionales en concreto.

Estructura de pavimento rígido

Se recomienda la siguiente estructura mínima de pavimento:

- ☐ Base granular: Mínimo 30 centímetros de espesor
- ☐ Placa de concreto de 4000 PSI: Mínimo 13 centímetros de espesor con refuerzo de malla electrosoldada.

Nota importante

Si no se coloca el refuerzo en la placa de concreto los pavimentos van a tener necesariamente un mal comportamiento y se van a presentar agrietamientos importantes.

	CALLE 27 BIS (N) DESDE LA CARRERA 10 HASTA EL BARRIO BALCONES DEL KENNEDY – PARTE BAJA BUCARAMANGA			Página
	Redactó: Jaime Suárez D.	Revisó: FAR	Estudio Geotécnico y Diseño Vial No. 3266	45

Anexo B

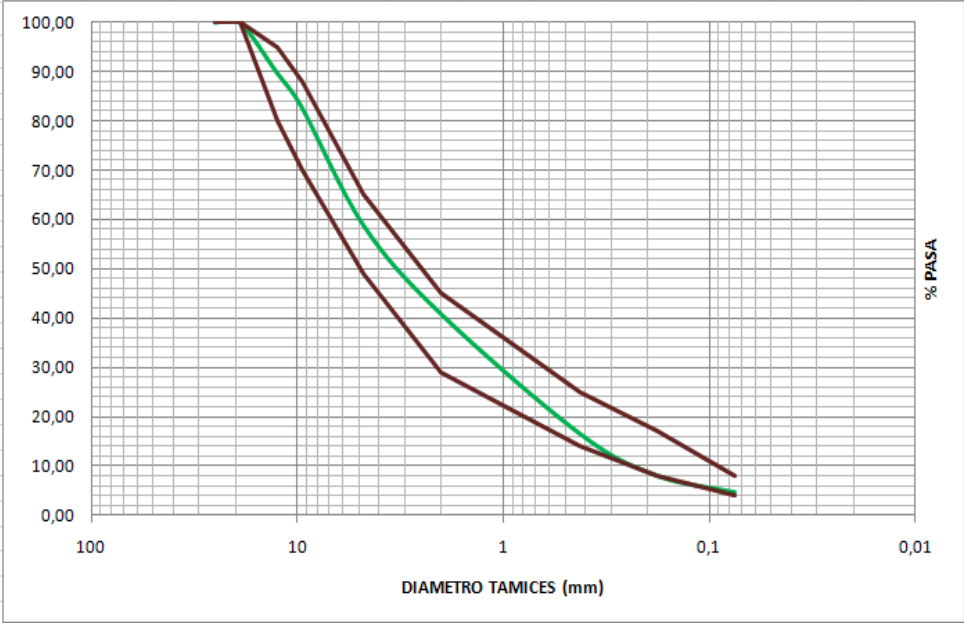
Resumen de obra realizada BALCONES DEL KENNEDY				
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	Cant. EJECUTADA	
1	PRELIMINARES Y DEMOLICIONES			
1.01	LOCALIZACION, NIVELACION Y REPLANTEO	m ²		2037
2	MOVIMIENTOS DE TIERRA			
2.02	CORTES Y EXCAVACIONES A MAQUINA, MEDIDO EN ESTADO COMPACTO, INCLUYE CARGUE Y RETIRO.	m ³		1315
2.03	RELLENO COMPACTO CON MATERIAL DE EXCAVACIONES.	m ³		98
3	OBRAS DE URBANISMO			
3.01	SARDINEL VEHICULAR EN CONCRETO DE 3000 PSI,FUNDIDO EN SITIO.	mL		346
3.04	ANDEN EN CONCRETO E=10 CM	m ²		96,46
3.05	CUNETA TRAPEZOIDAL E=10 CM	m ²		115,2
3	CONCRETOS Y REFUERZO			
3.4	ACERO DE REFUERZO PARA MUROS Y ESTRUCTURAS (Malla Electrosoldada)	m ²		723,5237
4	MANEJO DE AGUAS Y NIVELACIONES CAMARAS Y POZOS			
4.07	NIVELACIÓN CORONAS EN CONCRETO DE POZO DEINSPECCIÓN CON SIKATOP-122.	UND		4
4.08	REPOSICION DOMICILIARIA AL ALCANTARILLADO HASTA 8 PULGADAS	GLB		1
5	OBRAS DE PAVIMENTACIÓN			
5.01	BASE GRANULAR COMPACTADA, NORMA INVIAS	m ³		217,05711
5.07	SUM. Y APLICACIÓN DE PAVIMENTO EN CONCRETO HIDRAÚLICO PRE-MEZCLADO, TIPO MR 41, ESPESOR 15 CMS; INCLUYE BARRAS DE TRANSFERENCIA DE 5/8" , L= 0,30 MT, C/0.30 MTS Y RELLENO DE DILATACIÓN CON ASFALTO.	m2		723,5237
6.	OBRAS COMPLEMENTARIAS			
6.01	CONSTRUCCION DE FILTROS (INCLUYE GEOTEXTIL Y MATERIAL GRANULAR)	mL		10
Nota: El ítem 2,02 incluye corte en: Vía, talud y costado izquierdo.				

Anexo C

Resumen de obra realizada ESTORAQUES				
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	Cant. EJECUTADA	
1	PRELIMINARES Y DEMOLICIONES			
1.01	LOCALIZACIÓN, NIVELACIÓN Y REPLANTEO	m ²		1085
1.04	DEMOLICIÓN DE PISOS EN CONCRETO, ESPESOR HASTA 10 CMS.	m ²		13
2	MOVIMIENTOS DE TIERRA			
2.01	EXCAVACIÓN MANUAL EN MATERIAL COMÚN Y/O CONGLOMERADO.	m ³		103
2.02	CORTES Y EXCAVACIONES A MÁQUINA, MEDIDO EN ESTADO COMPACTO, INCLUYE CARGUE Y RETIRO.	m ³		174
2.03	RELLENO COMPACTO CON MATERIAL DE EXCAVACIONES.	m ³		57
3	OBRAS DE URBANISMO			
3.01	SARDINEL VEHICULAR EN CONCRETO DE 3000 PSI, FUNDIDO EN SITIO.	mL		279
3.04	ANDÉN EN CONCRETO E=10 CM	m ²		302,4
4	MANEJO DE AGUAS Y NIVELACIONES CÁMARAS Y POZOS			
4.07	NIVELACIÓN CORONAS EN CONCRETO DE POZO DE INSPECCIÓN CON SIKATOP-122.	UND		4
4	OBRAS DE ALCANTARILLADO			
4.4	REPARACIÓN DE SUMIDERO SL 200	UND		2
4.5	CONSTRUCCIÓN SUMIDERO SL 200	UND		1
5	OBRAS DE PAVIMENTACIÓN			
5.01	BASE GRANULAR COMPACTADA, NORMA INVIAS	m ³		104,3

Anexo D

	ANALISIS GRANULOMETRICO INV. - E 213-07				
TIPO DE MEZCLA :					
% DE AGREGADOS UTILIZADOS :					
FUENTE DE LOS AGREGADOS :					
GRANULOMETRIA					
PESO INICIAL: 4825,0 gr					
TAMIZ	Diametro mm	PESO RET.	% RET.	% PASA	NORMA MDC-2
1"	25	0,0	0,0	100	
3/4"	19	0,0	0,0	100,0	100
1/2"	12,5	495,0	10,3	89,7	80-95
3/8"	9,5	335,0	6,9	82,8	70-88
Nº 4	4,75	1160,0	24,0	58,76	49-65
Nº 10	2	865,0	17,9	40,8	29-45
Nº 40	0,425	1170,0	24,2	16,6	14-25
Nº 80	0,18	410,0	8,5	8,1	8-17
Nº 200	0,075	165,0	3,4	4,7	4-8
Pasa 200		225,0	4,7		

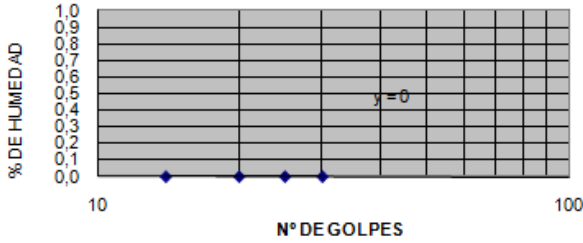


Observaciones:

Elaboró:	Diego Fenando Chavez P. Laboratorista Planta Tecnopavimentos S.A	Firma	Revisó:	Ing. Alejandro Dulcey V. Gerente Tecnopavimentos S.A	Firma
----------	--	-------	---------	--	-------

Laboratorio Tecnopavimentos S.A

Anexo E

		LABORATORIO DE												
		SUELOS Y PAVIMENTOS		TECNO-FL-01										
		TECNOPAVIMENTOS S.A.												
		LÍMITES DE ATTERBERG		REVISIÓN : 0										
OBRA / FUENTE : Planta Tecnopavimentos, Stock de materiales. MESETA BUCARAMANGA														
SONDEO N° :		MUESTRA N° :		PROFUNDIDAD :		ELABORÓ :		Gustavo Santos						
PESO DE LA MUESTRA :						REVISÓ :		Arq. Fabian Villareal						
LOCALIZACIÓN DE LA MUESTRA :		Planta Tecnopavimentos				FECHA DEL ENSAYO :		Marzo 29 de 2004						
LÍMITE LÍQUIDO							LÍMITE PLÁSTICO							
Cápsula	N° Golpes	Peso cápsula	Peso cápsula + suelo húmedo	Peso cápsula + suelo seco	Peso agua	Peso suelo	% Humedad	Cápsula	Peso cápsula	Peso cápsula + suelo húmedo	Peso cápsula + suelo seco	Peso agua	Peso suelo seco	% Humedad
	30					0,0	0,0					0,0	0,0	
	25					0,0	0,0							
	20					0,0	0,0							
	14					0,0	0,0							
							LÍMITE LÍQUIDO N. L.							
							LÍMITE PLÁSTICO N. P.							
							ÍNDICE DE PLASTICIDAD N. P.							
							OBSERVACIONES							
							CLASIFICACIÓN							

Laboratorio Tecnopavimentos S.A

Anexo F

		EQUIVALENTE DE ARENA INV. -E-133-07				TECNO-FL-06																	
		REVISIÓN																					
OBRA / FUENTE :						Solicitó:																	
SONDEO N° :		MUESTRA N° :				Fecha de																	
PROFUNDIDAD :						Ensayo:																	
LOCALIZACIÓN DE LA MUESTRA :																							
		EQUIVALENTE DE ARENA																					
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">PRUEBA No</td> <td style="width: 15%;">1</td> <td style="width: 15%;">2</td> <td style="width: 15%;">3</td> </tr> <tr> <td>LECTURA DE ARCILLA</td> <td>198</td> <td>195</td> <td>193</td> </tr> <tr> <td>LECTURA DE ARENA</td> <td>87</td> <td>82</td> <td>81</td> </tr> <tr> <td>EQUIVALENTE DE ARENA</td> <td>43,9</td> <td>42,1</td> <td>42,0</td> </tr> </table>						PRUEBA No	1	2	3	LECTURA DE ARCILLA	198	195	193	LECTURA DE ARENA	87	82	81	EQUIVALENTE DE ARENA	43,9	42,1	42,0
PRUEBA No	1	2	3																				
LECTURA DE ARCILLA	198	195	193																				
LECTURA DE ARENA	87	82	81																				
EQUIVALENTE DE ARENA	43,9	42,1	42,0																				
		REQUISITOS INVIAS																					
RESULTADOS TOTALES		MEZCLAS ASFÁLTICAS: 50 % MIN.																					
EQUIVALENTE DE ARENA 43 %		SUBBASE GRANULAR: 25% MIN																					
		BASE GRANULAR: 30% MIN.																					
Observaciones :																							
Elaboró:		Diego Fernando Chavez P.		Firma:		Revisó:																	
		Laoratorista Planta Tecnopavimentos S.A				Ing. Alejandro Dulcey V.																	
						Gerente Tecnopavimentos S.A																	
						Firma:																	

Laboratorio Tecnopavimentos S.A

Anexo G

DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS										
NORMA I.N.V.E - 227 - 07										
Tamiz		Peso en Gramos		%	1 Cara			2 Caras		
No	Ab. Mm	A	B	C	D	E	F	D	E	F
1"	25	100,0	0,0	12,5	20,0	20,0	250	20,0	20,0	250
3/4"	19	100,0	0,0	12,5	20,0	20,0	250	20,0	20,0	250
1/2"	12,5	100,0	0,0	0,0	20,0	20,0	0	20,0	20,0	0
3/8"	9,5	100,0	0,0	0,0	20,0	20,0	0	20,0	20,0	0
No 4	4,75	100,0	0,0	12,5	20,0	20,0	250	20,0	20,0	250
				37,5			750			750

A : Peso de la fracción
B : Peso de Particulas Cuestionables
C : Porcentaje Retenido segun Granulometria Original
D : Peso de las Particulas Fracturadas
E : Porcentaje de Particulas Fracturadas
F : Ponderado de Particulas Fracturadas

% 1 Cara Fract.	
F / C	20,0%

% 2 Caras Fract.	
F / C	20,0%

OBSERVACIONES : El porcentaje de Particulas Fracturadas se calculó por masa.

Laboratorio Tecnopavimentos S.A

Anexo H

		LABORATORIO DE		TECNO-FL-05		 						
		SUELOS Y PAVIMENTOS										
		TECNO PAVIMENTOS S.A.		REVISIÓN : 1								
INDICE DE APLANAMIENTO Y ALARGAMIENTO												
OBRA / FUENTE : Tecno Pavimentos S.A.												
SOLICITÓ : Control de calidad												
SONDEO N° : MUESTRA N° : PROFUNDIDAD : ELABORÓ : Diego Fdo Chavez p.												
PESO DE LA MUESTRA : REVISÓ : Ing Alejandro Dulcey V.												
LOCALIZACIÓN DE LA MUESTRA : Pescadero FECHA DEL ENSAYO : 05/04/2011												
		INDICE DE APLANAMIENTO					INDICE DE ALARGAMIENTO					
TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	REQUISITO INVIAS: M. ASF. : 30% MAX. BASE G : 35% MAX. SUBBASE: N.A.
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	(grs)	(grs)	(B/A)*100	(%)	(C*D)	(grs)	(grs)	(B/A)*100	(%)	(C*D)	
2"	1 1/2"	-81,3	-81,3	100,0		0	-81,3	-81,3	100,0	0	0	
1 1/2"	1"	101,5	66,7	65,7	5,44	357,5	101,5	-81,3	-80,1	5,44	-435,81	
1"	3/4"	620,1	101,4	16,4	16,8	274	620,1	225,1	36,3	16,8	608,21	
3/4"	1/2"	555,2	158,4	28,5	0	0	555,2	194,7	35,1	0	0	
1/2"	3/8"	205,7	39,2	19,1	20,5	391,5	205,7	67,4	32,8	20,5	673,12	
3/8"	# 4	326,3	136,5	41,8	8,81	368,6	326,3	97,7	29,9	8,81	263,81	
TOTAL					51,5	1392				51,5	1109,3	
A	PESO MUESTRA						INDICE DE APLANAMIENTO					
B	PESO DE LAS PARTICULAS QUE PASAN POR LA RANURA PARA APLANAMIENTO						TOTAL E / TOTAL D = 26,995					
B	PESO DE LAS PARTICULAS RETENIDAS PARA ALARGAMIENTO											
C	INDICE DE APLANAMIENTO/ ALARGAMIENTO											
D	PORCENTAJE RETENIDO GRADACIÓN ORIGINAL						INDICE DE ALARGAMIENTO					
E	PROMEDIO DE INDICE DE APLANAMIENTO / ALARGAMIENTO						TOTAL E / TOTAL D = 21,52					

Laboratorio Tecnopavimentos S.A

Anexo I

	PROCTOR MODIFICADO INV.-E-142-07	TECNO FL - 02 REVISION 04
OBRA / FUENTE : <u>Tecnopavimentos S.A / Río de Oro</u> SONDEO N° : <u>-</u> MUESTRA N° : <u>-</u> PESO DE LA MUESTRA : <u>26000,0</u> g LOCALIZACIÓN DE LA MUESTRA : <u>Planta Tecnopavimentos S.A</u>		Solicitó : <u>Laboratorio</u> Fecha de Ensayo : <u>07/06/2011</u>

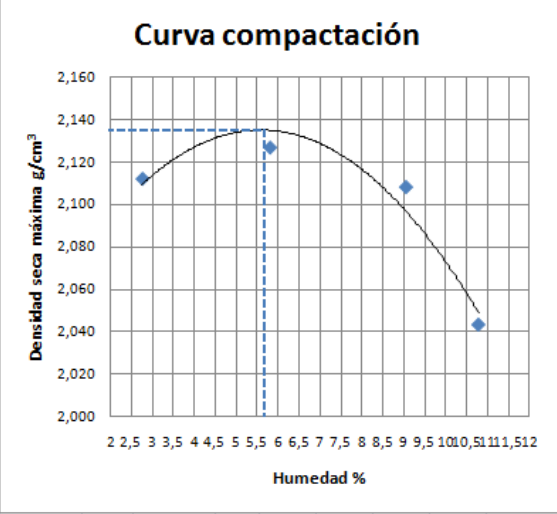
PRUEBA	1	2	3	4
Numero de golpes	55	55	55	55
Peso molde + muestra compactada	g 6851	7022	7126	7050
Peso molde	g 2217,8			
Peso muestra compactada	g 4633	4804	4908	4832
Densidad humeda	g/cm³ 2,17	2,25	2,299	2,264

PRUEBA	1	2	3	4
Humedad deseada	% 3	6	9	12
Humedad inicial	% 1,064			
Humedad adicional	% 1,936	4,936	7,936	10,936
Peso muestra humedo	g 6500,0	6500,0	6500,0	6500,0
Peso muestra seco	g 6431,5	6431,5	6431,5	6431,5
Cant. Agua adicional	cm³ 124,5	317,4	510,4	703,3

Peso cápsula	g 133,7	135,5	131,9	81,1
Peso cápsula + suelo humedo	g 794,1	855,2	955,6	699,4
Peso cápsula + suelo seco	g 776,4	815,7	887,2	639,2
Peso agua	g 17,7	39,5	68,4	60,2
Peso suelo seco	g 642,7	680,2	755,3	558,1
Humedad	% 2,754	5,807	9,056	10,79
Densidad seca	g/cm³ 2,112	2,127	2,108	2,043
Densidad seca	lb/pe³ 132	132,9	131,8	127,7

DIMENSIONES DEL MOLDE	
Peso del molde:	g 2217,8
Altura	cm 11,695
Diámetro	cm 15,245
Volumen	cm³ 2134,740

RESULTADOS FINALES	
DENSIDAD SECA MÁXIMA :	2,135 gr/cm³
HUMEDAD ÓPTIMA :	5,54 %
RETENIDO TAMIZ 3/4" :	- %



Observaciones : _____

Elaboró : Diego Fernando Chavez P. Laboratorista Planta Tecnopavimentos S.A	Firma: _____	Revisó : Ing. Alejandro Dulcey V. Gerente Tecnopavimentos S.A	Firma: _____
---	--------------	---	--------------

Laboratorio Tecnopavimentos S.A

Anexo J

	GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS Y GRUESOS INV. - 222 y 223 - 07	TECNO FL - 02 REVISION 0																																																															
OBRA :																																																																	
MATERIAL : <u>Agregado fino y grueso</u> FUENTE : <u>Pescadero</u> LOCALIZACIÓN DE LA MUESTRA : <u>Planta Tecnopavimentos S.A</u>	Solicitó : <u>Laboratorio</u> Fecha de toma : <u>Laboratorio</u> Fecha de Ensayo : <u>Laboratorio</u>																																																																
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center; border: 1px solid black; background-color: #f2f2f2;">AGREGADO FINO</th> </tr> <tr> <td style="width: 60%;">Masa al aire de la muestra seca al horno</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">g</td> <td style="width: 30%; text-align: right;">494,2</td> </tr> <tr> <td>Masa del picnómetro aforado lleno de agua</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td style="text-align: right;">628,6</td> </tr> <tr> <td>Masa total del picnómetro con la muestra y lleno de agua</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td style="text-align: right;">935,4</td> </tr> <tr> <td>Masa de la muestra saturada y superficialmente seca</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td style="text-align: right;">500</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="height: 10px;"></td> </tr> <tr> <td>Gravedad Específica Bulk</td> <td></td> <td style="text-align: right;">2,56</td> </tr> <tr> <td>Gravedad Específica Bulk s.s.s</td> <td></td> <td style="text-align: right;">2,59</td> </tr> <tr> <td>Gravedad Específica aparente</td> <td></td> <td style="text-align: right;">2,64</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="height: 10px;"></td> </tr> <tr> <td>Absorción</td> <td style="text-align: center;">%</td> <td style="text-align: right;">1,17</td> </tr> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center; border: 1px solid black; background-color: #f2f2f2;">AGREGADO GRUESO</th> </tr> <tr> <td>Masa en el aire de la muestra seca</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td style="text-align: right;">5070</td> </tr> <tr> <td>Masa en el aire de la muestra saturada con superficie seca</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td style="text-align: right;">5143</td> </tr> <tr> <td>Masa sumergida en agua de la muestra saturada</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td style="text-align: right;">3190</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="height: 10px;"></td> </tr> <tr> <td>Gravedad Específica Bulk</td> <td></td> <td style="text-align: right;">2,60</td> </tr> <tr> <td>Gravedad Específica Bulk s.s.s</td> <td></td> <td style="text-align: right;">2,63</td> </tr> <tr> <td>Gravedad Específica aparente</td> <td></td> <td style="text-align: right;">2,70</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="height: 10px;"></td> </tr> <tr> <td>Absorción</td> <td style="text-align: center;">%</td> <td style="text-align: right;">1,44</td> </tr> </table>			AGREGADO FINO			Masa al aire de la muestra seca al horno	g	494,2	Masa del picnómetro aforado lleno de agua	g	628,6	Masa total del picnómetro con la muestra y lleno de agua	g	935,4	Masa de la muestra saturada y superficialmente seca	g	500				Gravedad Específica Bulk		2,56	Gravedad Específica Bulk s.s.s		2,59	Gravedad Específica aparente		2,64				Absorción	%	1,17	AGREGADO GRUESO			Masa en el aire de la muestra seca	g	5070	Masa en el aire de la muestra saturada con superficie seca	g	5143	Masa sumergida en agua de la muestra saturada	g	3190				Gravedad Específica Bulk		2,60	Gravedad Específica Bulk s.s.s		2,63	Gravedad Específica aparente		2,70				Absorción	%	1,44
AGREGADO FINO																																																																	
Masa al aire de la muestra seca al horno	g	494,2																																																															
Masa del picnómetro aforado lleno de agua	g	628,6																																																															
Masa total del picnómetro con la muestra y lleno de agua	g	935,4																																																															
Masa de la muestra saturada y superficialmente seca	g	500																																																															
Gravedad Específica Bulk		2,56																																																															
Gravedad Específica Bulk s.s.s		2,59																																																															
Gravedad Específica aparente		2,64																																																															
Absorción	%	1,17																																																															
AGREGADO GRUESO																																																																	
Masa en el aire de la muestra seca	g	5070																																																															
Masa en el aire de la muestra saturada con superficie seca	g	5143																																																															
Masa sumergida en agua de la muestra saturada	g	3190																																																															
Gravedad Específica Bulk		2,60																																																															
Gravedad Específica Bulk s.s.s		2,63																																																															
Gravedad Específica aparente		2,70																																																															
Absorción	%	1,44																																																															
Observaciones :																																																																	
Elaboró : Diego Fernando Chavez P. Laboratorista Planta Tecnopavimentos S.A	Firma:	Revisó: Ing. Alejandro Dulcey V. Gerente Tecnopavimentos S.A																																																															
		Firma:																																																															

Laboratorio Tecnopavimentos S.A

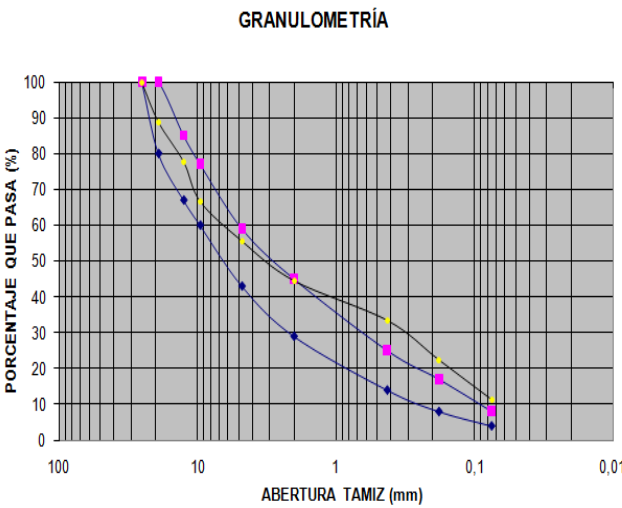
Anexo K

Tabla 450.6
Ensayos de verificación sobre los agregados para mezclas en caliente

ENSAYO	NORMA DE ENSAYO INV	FRECUENCIA
Composición		
Granulometría	E-213	1 por jornada
Dureza		
Desgaste Los Ángeles (Gradación A)	E-218	1 por mes
Micro-Deval	E-238	1 por mes
10% de Finos	E-224	1 por mes
Durabilidad		
Pérdidas en el ensayo de solidez en sulfato de sodio o magnesio	E-220	1 por mes
Limpieza		
Índice de plasticidad	E-125 y E-126	1 por jornada
Equivalente de arena	E-133	1 por semana
Valor de azul de metileno	E-235	Nota 1
Contenido de impurezas	E-237	1 por semana
Geometría de las partículas		
Partículas fracturadas mecánicamente	E-227	1 por jornada
Angularidad del agregado fino	E-239	1 por jornada
Partículas planas y alargadas	E-240	1 por semana
Gravedad específica		
Gravedad específica y absorción	E-222 y E-223	1 por mes
Resistencia al pulimento		
Coefficiente de pulimento acelerado (capa de rodadura)	E-232	Cuando cambie la procedencia de los agregados

Nota 1 : Si el resultado de la prueba de equivalente de arena no satisface la exigencia de la Tabla 400.1 del Artículo 400 de estas especificaciones, pero es igual o superior a 40%, se deberá determinar el valor de azul de metileno y este resultado deberá ser menor o igual a diez (10).

Anexo L

	CONTROL DIARIO DE CALIDAD MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE		TECNO CP - 01																																																																																														
			REVISION 6																																																																																														
OBRA: PLANTA DE PRODUCCIÓN		TIPO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE: MDC-1		MUESTRA No: 1																																																																																													
FUENTE DE MATERIALES:		TEMPERATURA TOMA DE MUESTRA: 147 °C																																																																																															
AGREGADOS PETREOS / CEMENTO ASFALTICO : PESCADERO / BARRANCABERMEJA		TEMPERATURA DE COMPACTACION LABORATORIO: 135 °C																																																																																															
FECHA TOMA DE MUESTRAS: FEBRERO DE 2011		FECHA DE ENSAYOS: FEBRERO 2011																																																																																															
ANALISIS GRANULOMETRICO NORMA: I.N.V. E -123 y E -782			EXTRACCION CUANTITATIVA DEL ASFALTO NORMA: I.N.V. E -732																																																																																														
PESO INICIAL 90,0 gr INDICE DE PLASTICIDAD (IP) = N.P			<table border="1"> <tr><td>Peso inicial de la muestra (gr)</td><td>1200,0</td></tr> <tr><td>Peso final, lavada y seca (gr)</td><td>1100,0</td></tr> <tr><td>Peso del asfalto (gr)</td><td>100,0</td></tr> <tr><td>CONTENIDO DE ASFALTO (%)</td><td>8,33</td></tr> </table>		Peso inicial de la muestra (gr)	1200,0	Peso final, lavada y seca (gr)	1100,0	Peso del asfalto (gr)	100,0	CONTENIDO DE ASFALTO (%)	8,33																																																																																					
Peso inicial de la muestra (gr)	1200,0																																																																																																
Peso final, lavada y seca (gr)	1100,0																																																																																																
Peso del asfalto (gr)	100,0																																																																																																
CONTENIDO DE ASFALTO (%)	8,33																																																																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">TAMIZ No</th> <th rowspan="2">ABERTURA (mm)</th> <th rowspan="2">PESO RETENIDO (gr)</th> <th colspan="2">PORCENTAJE (%)</th> <th colspan="2">ESPECIFICACION INV</th> </tr> <tr> <th>RETENIDO</th> <th>PASA</th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1"</td><td>25</td><td></td><td>0,00</td><td>100,00</td><td>100</td><td>100</td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>19</td><td>10,0</td><td>11,11</td><td>88,89</td><td>80</td><td>100</td></tr> <tr><td>1/2"</td><td>12,5</td><td>10,0</td><td>11,11</td><td>77,78</td><td>67</td><td>85</td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>9,5</td><td>10,0</td><td>11,11</td><td>66,67</td><td>60</td><td>77</td></tr> <tr><td>No4</td><td>4,75</td><td>10,0</td><td>11,11</td><td>55,56</td><td>43</td><td>59</td></tr> <tr><td>No10</td><td>2</td><td>10,0</td><td>11,11</td><td>44,44</td><td>29</td><td>45</td></tr> <tr><td>No 40</td><td>0,425</td><td>10,0</td><td>11,11</td><td>33,33</td><td>14</td><td>25</td></tr> <tr><td>No 80</td><td>0,18</td><td>10,0</td><td>11,11</td><td>22,22</td><td>8</td><td>17</td></tr> <tr><td>No 200</td><td>0,075</td><td>10,0</td><td>11,11</td><td>11,11</td><td>4</td><td>8</td></tr> <tr><td>Pasa No 200</td><td></td><td>10,0</td><td>11,11</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>			TAMIZ No	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PORCENTAJE (%)		ESPECIFICACION INV		RETENIDO	PASA			1"	25		0,00	100,00	100	100	3/4"	19	10,0	11,11	88,89	80	100	1/2"	12,5	10,0	11,11	77,78	67	85	3/8"	9,5	10,0	11,11	66,67	60	77	No4	4,75	10,0	11,11	55,56	43	59	No10	2	10,0	11,11	44,44	29	45	No 40	0,425	10,0	11,11	33,33	14	25	No 80	0,18	10,0	11,11	22,22	8	17	No 200	0,075	10,0	11,11	11,11	4	8	Pasa No 200		10,0	11,11				<table border="1"> <tr><td colspan="3">GRAVEDAD ESPECIFICA MAXIMA TEORICA (Gmm) NORMA: I.N.V. E -735</td></tr> <tr><td>Masa de la muestra (gr)</td><td>1000,00</td><td></td></tr> <tr><td>Masa del agua desplazada (gr)</td><td>586,78</td><td></td></tr> <tr><td>Gmm</td><td>2,4200</td><td></td></tr> </table>		GRAVEDAD ESPECIFICA MAXIMA TEORICA (Gmm) NORMA: I.N.V. E -735			Masa de la muestra (gr)	1000,00		Masa del agua desplazada (gr)	586,78		Gmm	2,4200	
TAMIZ No	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)				PORCENTAJE (%)		ESPECIFICACION INV																																																																																									
			RETENIDO	PASA																																																																																													
1"	25		0,00	100,00	100	100																																																																																											
3/4"	19	10,0	11,11	88,89	80	100																																																																																											
1/2"	12,5	10,0	11,11	77,78	67	85																																																																																											
3/8"	9,5	10,0	11,11	66,67	60	77																																																																																											
No4	4,75	10,0	11,11	55,56	43	59																																																																																											
No10	2	10,0	11,11	44,44	29	45																																																																																											
No 40	0,425	10,0	11,11	33,33	14	25																																																																																											
No 80	0,18	10,0	11,11	22,22	8	17																																																																																											
No 200	0,075	10,0	11,11	11,11	4	8																																																																																											
Pasa No 200		10,0	11,11																																																																																														
GRAVEDAD ESPECIFICA MAXIMA TEORICA (Gmm) NORMA: I.N.V. E -735																																																																																																	
Masa de la muestra (gr)	1000,00																																																																																																
Masa del agua desplazada (gr)	586,78																																																																																																
Gmm	2,4200																																																																																																
 GRANULOMETRÍA			<table border="1"> <tr><td colspan="4">DENSIDAD DE MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS NORMA: I.N.V. E -733</td></tr> <tr><td>Probeta No</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr> <tr><td>Espesor (cm)</td><td>7,34</td><td>7,34</td><td>7,34</td></tr> <tr><td>Peso en el aire (gr)</td><td>1200,0</td><td>1200,0</td><td>1200,0</td></tr> <tr><td>Peso en el agua (gr)</td><td>600,0</td><td>600,0</td><td>600,0</td></tr> <tr><td>Peso S.S.S. (gr)</td><td>1200,0</td><td>1200,0</td><td>1200,0</td></tr> <tr><td>Volumen (cm3)</td><td>600,0</td><td>600,0</td><td>600,0</td></tr> <tr><td>Densidad Bulk (gr/cm3)</td><td>2,000</td><td>2,000</td><td>2,000</td></tr> <tr><td>Densidad promedio</td><td colspan="3">2,000</td></tr> </table>		DENSIDAD DE MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS NORMA: I.N.V. E -733				Probeta No	1	2	3	Espesor (cm)	7,34	7,34	7,34	Peso en el aire (gr)	1200,0	1200,0	1200,0	Peso en el agua (gr)	600,0	600,0	600,0	Peso S.S.S. (gr)	1200,0	1200,0	1200,0	Volumen (cm3)	600,0	600,0	600,0	Densidad Bulk (gr/cm3)	2,000	2,000	2,000	Densidad promedio	2,000																																																											
DENSIDAD DE MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS NORMA: I.N.V. E -733																																																																																																	
Probeta No	1	2	3																																																																																														
Espesor (cm)	7,34	7,34	7,34																																																																																														
Peso en el aire (gr)	1200,0	1200,0	1200,0																																																																																														
Peso en el agua (gr)	600,0	600,0	600,0																																																																																														
Peso S.S.S. (gr)	1200,0	1200,0	1200,0																																																																																														
Volumen (cm3)	600,0	600,0	600,0																																																																																														
Densidad Bulk (gr/cm3)	2,000	2,000	2,000																																																																																														
Densidad promedio	2,000																																																																																																
REALIZO Y APROBO :			<table border="1"> <tr><td colspan="4">RESISTENCIA DE MEZCLAS ASFALTICAS, METODO MARSHALL NORMA: I.N.V. E -748</td></tr> <tr><td>Probeta No</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr> <tr><td>Lectura dial de carga</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Estab. Medida (KgF)</td><td>900</td><td>900</td><td>900</td></tr> <tr><td>Factor de corrección</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>Estab. corregida (KgF)</td><td>900,0</td><td>900,0</td><td>900,0</td></tr> <tr><td></td><td>Estab. Promedio</td><td>900</td><td></td></tr> <tr><td>Flujo (mm)</td><td>2,54</td><td>2,54</td><td>2,54</td></tr> <tr><td></td><td>Flujo promedio</td><td>2,54</td><td></td></tr> </table>		RESISTENCIA DE MEZCLAS ASFALTICAS, METODO MARSHALL NORMA: I.N.V. E -748				Probeta No	1	2	3	Lectura dial de carga				Estab. Medida (KgF)	900	900	900	Factor de corrección	1	1	1	Estab. corregida (KgF)	900,0	900,0	900,0		Estab. Promedio	900		Flujo (mm)	2,54	2,54	2,54		Flujo promedio	2,54																																																										
RESISTENCIA DE MEZCLAS ASFALTICAS, METODO MARSHALL NORMA: I.N.V. E -748																																																																																																	
Probeta No	1	2	3																																																																																														
Lectura dial de carga																																																																																																	
Estab. Medida (KgF)	900	900	900																																																																																														
Factor de corrección	1	1	1																																																																																														
Estab. corregida (KgF)	900,0	900,0	900,0																																																																																														
	Estab. Promedio	900																																																																																															
Flujo (mm)	2,54	2,54	2,54																																																																																														
	Flujo promedio	2,54																																																																																															
LABORATORISTA PLANTA DE PRODUCCIÓN			<table border="1"> <tr><td colspan="4">VACIOS DE AIRE EN MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS NORMA: I.N.V. E -736</td></tr> <tr><td>Probeta No</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr> <tr><td>% de vacios de aire</td><td>17,36</td><td>17,36</td><td>17,36</td></tr> <tr><td></td><td>% de vacios promedio</td><td>17,36</td><td></td></tr> </table>		VACIOS DE AIRE EN MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS NORMA: I.N.V. E -736				Probeta No	1	2	3	% de vacios de aire	17,36	17,36	17,36		% de vacios promedio	17,36																																																																														
VACIOS DE AIRE EN MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS NORMA: I.N.V. E -736																																																																																																	
Probeta No	1	2	3																																																																																														
% de vacios de aire	17,36	17,36	17,36																																																																																														
	% de vacios promedio	17,36																																																																																															

Laboratorio Tecnopavimentos S.A

Anexo M

TECNO PAVIMENTOS S.A.	ANALISIS GRANULOMETRICO INV. - E 123-07																																																																																																							
TIPO DE MEZCLA : % DE AGREGADOS UTILIZADOS : FUENTE DE LOS AGREGADOS :																																																																																																								
<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;">0,28</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">0,20</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">0,52</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Triturad o 3/4"</td> <td style="text-align: center;">Gravilla 3/8"</td> <td style="text-align: center;">Gravilla 13/32"</td> </tr> </table>			0,28	0,20	0,52	Triturad o 3/4"	Gravilla 3/8"	Gravilla 13/32"																																																																																																
0,28	0,20	0,52																																																																																																						
Triturad o 3/4"	Gravilla 3/8"	Gravilla 13/32"																																																																																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="4">GRANULOMETRIA</th> </tr> <tr> <th>TAMIZ</th> <th>Diametro mm</th> <th>% PASA</th> <th>NORMA MDC-2</th> </tr> <tr> <td>1"</td> <td>25</td> <td>100,00</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>3/4"</td> <td>19</td> <td>100,00</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>1/2"</td> <td>12,5</td> <td>89,47</td> <td>80-95</td> </tr> <tr> <td>3/8"</td> <td>9,5</td> <td>78,21</td> <td>70-88</td> </tr> <tr> <td>Nº 4</td> <td>4,75</td> <td>56,37</td> <td>49-65</td> </tr> <tr> <td>Nº 10</td> <td>2</td> <td>40,25</td> <td>29-45</td> </tr> <tr> <td>Nº 40</td> <td>0,425</td> <td>17,83</td> <td>14-25</td> </tr> <tr> <td>Nº 80</td> <td>0,18</td> <td>9,07</td> <td>8-17</td> </tr> <tr> <td>Nº 200</td> <td>0,075</td> <td>5,41</td> <td>4-8</td> </tr> <tr> <td>Pasa 200</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	GRANULOMETRIA				TAMIZ	Diametro mm	% PASA	NORMA MDC-2	1"	25	100,00	100	3/4"	19	100,00	100	1/2"	12,5	89,47	80-95	3/8"	9,5	78,21	70-88	Nº 4	4,75	56,37	49-65	Nº 10	2	40,25	29-45	Nº 40	0,425	17,83	14-25	Nº 80	0,18	9,07	8-17	Nº 200	0,075	5,41	4-8	Pasa 200				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>TAMIZ</th> <th>Diametro mm</th> <th>% PASA</th> <th>% PASA</th> <th>% PASA</th> </tr> <tr> <td>1"</td> <td>25</td> <td>100,00</td> <td>100,00</td> <td>100,00</td> </tr> <tr> <td>3/4"</td> <td>19</td> <td>100,00</td> <td>100,00</td> <td>100,00</td> </tr> <tr> <td>1/2"</td> <td>12,5</td> <td>62,40</td> <td>100,00</td> <td>100,00</td> </tr> <tr> <td>3/8"</td> <td>9,5</td> <td>22,18</td> <td>100,00</td> <td>100,00</td> </tr> <tr> <td>Nº 4</td> <td>4,75</td> <td>1,93</td> <td>87,21</td> <td>73,82</td> </tr> <tr> <td>Nº 10</td> <td>2</td> <td>1,79</td> <td>65,97</td> <td>51,06</td> </tr> <tr> <td>Nº 40</td> <td>0,425</td> <td>0,00</td> <td>28,73</td> <td>23,25</td> </tr> <tr> <td>Nº 80</td> <td>0,18</td> <td>0,00</td> <td>14,29</td> <td>11,94</td> </tr> <tr> <td>Nº 200</td> <td>0,075</td> <td>0,00</td> <td>8,32</td> <td>7,21</td> </tr> <tr> <td>Pasa 200</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	TAMIZ	Diametro mm	% PASA	% PASA	% PASA	1"	25	100,00	100,00	100,00	3/4"	19	100,00	100,00	100,00	1/2"	12,5	62,40	100,00	100,00	3/8"	9,5	22,18	100,00	100,00	Nº 4	4,75	1,93	87,21	73,82	Nº 10	2	1,79	65,97	51,06	Nº 40	0,425	0,00	28,73	23,25	Nº 80	0,18	0,00	14,29	11,94	Nº 200	0,075	0,00	8,32	7,21	Pasa 200				
GRANULOMETRIA																																																																																																								
TAMIZ	Diametro mm	% PASA	NORMA MDC-2																																																																																																					
1"	25	100,00	100																																																																																																					
3/4"	19	100,00	100																																																																																																					
1/2"	12,5	89,47	80-95																																																																																																					
3/8"	9,5	78,21	70-88																																																																																																					
Nº 4	4,75	56,37	49-65																																																																																																					
Nº 10	2	40,25	29-45																																																																																																					
Nº 40	0,425	17,83	14-25																																																																																																					
Nº 80	0,18	9,07	8-17																																																																																																					
Nº 200	0,075	5,41	4-8																																																																																																					
Pasa 200																																																																																																								
TAMIZ	Diametro mm	% PASA	% PASA	% PASA																																																																																																				
1"	25	100,00	100,00	100,00																																																																																																				
3/4"	19	100,00	100,00	100,00																																																																																																				
1/2"	12,5	62,40	100,00	100,00																																																																																																				
3/8"	9,5	22,18	100,00	100,00																																																																																																				
Nº 4	4,75	1,93	87,21	73,82																																																																																																				
Nº 10	2	1,79	65,97	51,06																																																																																																				
Nº 40	0,425	0,00	28,73	23,25																																																																																																				
Nº 80	0,18	0,00	14,29	11,94																																																																																																				
Nº 200	0,075	0,00	8,32	7,21																																																																																																				
Pasa 200																																																																																																								
Observaciones:																																																																																																								
Elaboró: Diego Fenando Chavez P. Laboratorista Planta Tecnopavimentos S.A	<i>Firma</i>	Revisó: Ing. Alejandro Dulcey V. Gerente Tecnopavimentos S.A																																																																																																						

Laboratorio Tecnopavimentos S.A

97

[illegible]

TECNO PAVIMENTOS S.A.		DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS MÉTODO MARSHALL		TECNO FL-05	
				REVISION 4	
		HOJA		2 DE 2	
OBRA		SOLICITÓ:		Laboratorio	
LOCALIZACIÓN		ELABORÓ:		Laboratorio	
FECHA DEL ENSAYO:		REVISÓ:			
FUENTE DE MATERIALES		TIPO DE MEZCLA ASFÁLTICA:		MDC-2	
PESO ESPECÍFICO ASFALTO:		Pescadero		1,01 gr./cm³	
		PESO ESP. DE LOS AGREGADOS:		2,638 gr./cm³	

Densidad Bulk vs. % Asfalto

$Y = -0,0553x^2 + 0,5469x + 0,9951$

% Vacíos vs. % Asfalto

$Y = 2,889x^2 - 27,431x + 72,717$

Estabilidad vs. % Asfalto

$Y = 87,563x + 1012,8$

Flujo vs % Asfalto

$Y = 0,3145x^2 - 2,6198x + 8,0941$

OBSERVACIONES:

Laboratorio Tecnopavimentos S.A

9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] CALLE 27 BIN (N) DESDE LA CARRERA 10 HASTA EL BARRIO BALCONES DEL KENNEDY – PARTE BAJA BUCARAMANGA. Estudio Geotécnico y Diseño vial No. 3266:Capítulo 5, 24 p
- [2] Manual de calidad TECNOPAVIMENTOS S.A, Bucaramanga, 2010, Versión No.10
- [3] INSTITUTO NACIONAL DE VIAS. Disposiciones generales para la ejecución de afirmados, subbases granulares y estabilizadas. E-300.2007. 1p.
- [4] INSTITUTO NACIONAL DE VIAS. Subbase granular. E-320.2007. 1p.
- [5] INSTITUTO NACIONAL DE VIAS. Base granular. E-330.2007. 1p.
- [6] INSTITUTO NACIONAL DE VIAS. Subbase granular. E-320.2007. 6p.
- [7] INSTITUTO NACIONAL DE VIAS. Base granular. E-330.2007. 6p.
- [8] INSTITUTO NACIONAL DE VIAS. Mezclas asfálticas en caliente. E-450.2007. 3p.
- [9] INSTITUTO NACIONAL DE VIAS. Resistencia de mezclas asfálticas en caliente empleando el aparato Marshall. E-748.2007. 3p.
- [10] Manual de Laboratorio Tecnopavimentos.2010