

**Pasantía empresarial de proyectos técnicos y administrativos en ejecución, de la empresa
COINOBRAS S.A.S., ubicada en el departamento de Santander**

Nicolás Bello Gómez

Pasantía profesional para optar por el grado como Ingeniero Civil

Director

Silvia Daniela Navas Beltrán

Especialista en ingeniería de pavimentos

Codirector

Mónica Johanna Castro Irreño

Magíster en Geotecnia

Universidad Santo Tomas, Bucaramanga

División de Ingenierías y Arquitectura

Facultad de Ingeniería Civil

2022

Dedicatoria

Este trabajo de grado va dedicado a Dios y a mi familia que han sido los que me han dado fortaleza, conocimiento y sabiduría para termina esta etapa de mi vida profesional. En especial a mi mama que ha sido mi motor para seguir adelante y nunca permitirme dar un paso atrás en los momentos de dificultad durante mi carrera, te amo mucha madre de mi corazón; a pesar de la adversidad como el cáncer que estamos viviendo, siempre has estado ahí para apoyar en todo momento, con ayuda de Dios vamos a salir de esta situación.

Agradecimientos

Quiero dar mis agradecimientos a la empresa COINOBRAS, quien me dio la oportunidad de pertenecer y realizar mi pasantía profesional aplicado mis conocimientos en ingeniería; en especial al ingeniero Milton Villareal, la ingeniera Daniela Navas y el ingeniero residente Juan Felipe Montaña, que más que mis jefes han sido mis guías para mi crecimiento tanto personal como profesional en el ámbito de la ingeniería civil. Además, de agradecer a la Universidad Santo Tomas, a la Facultad de Ingeniería Civil por brindarme las herramientas adquiridas y a mis compañeros que hicieron parte de este proceso que culmina con esta pasantía profesional.

Contenido

Introducción	13
1. Pasantía empresarial de proyectos técnicos y administrativos en ejecución, de la empresa COINOBRAS S.A.S., ubicada en el departamento de Santander	14
1.1 Objetivos	14
1.1.1 Objetivo general.....	14
1.1.2 Objetivos específicos	14
1.2 Justificación.....	14
2. Estado del arte	15
2.1 Marco contextual	15
2.1.1 Misión	16
2.1.2 Visión.....	16
2.1.3 Esquema organizacional	17
2.1.4 Planta de pavimentos	17
2.2 Marco teórico	20
2.2.1 Pavimento	20
2.2.2 Pavimento flexible	20
2.2.3 Capa de rodadura	21
2.2.4 Base.....	21
2.2.5 Subbase	22
2.2.6 Subrasante (suelo natural)	22
2.2.7 Afirmado.....	22
2.2.8 Cemento asfaltico (ca)	23

2.2.9 Concreto asfáltico (mezcla asfáltica).....	23
2.2.10 Agregados pétreos	23
2.2.11 Emulsiones asfálticas.....	24
2.2.12 Método Marshall.....	24
2.3 Marco normativo	26
2.3.1 Normativa Invias 2013	26
3. Metodología	27
4. Desarrollo.....	28
4.1 Actividades objetivo 1.....	28
4.1.1 Visitas planta de producción de pavimentos	28
4.1.2 Mezclas asfálticas	32
4.1.3 Agregados pétreos	33
4.2 Actividades objetivo 2.....	34
4.2.1 Visitas laboratorio.....	34
4.2.2 Diseño Marshall mezcla asfáltica	36
4.3 Actividades objetivo 3.....	50
4.3.1 Visitas técnicas de obra	50
4.3.2 Actas de cantidades.....	69
4.3.3 Licitaciones.....	72
5. Conclusiones	74
Referencias.....	75
Apéndices.....	79

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Metodología a desarrollar en la práctica profesional en la empresa COINOBRAS</i>	27
Tabla 2. <i>Actividades en planta de asfalto</i>	32
Tabla 3. <i>Procedencia de agregados y porcentaje de combinación</i>	37
Tabla 4. <i>Pesos unitarios y específicos de los agregados</i>	38
Tabla 5. <i>Resultados de caracterización de gradación combinada</i>	40
Tabla 6. <i>Pesos específicos ponderados de gradación combinada</i>	41
Tabla 7. <i>Gradación granulométrica combinada.....</i>	41
Tabla 8. <i>Resultados del diseño Marshall para cada porcentaje de asfalto</i>	48
Tabla 9. <i>Resultados diseño Marshall (formula de trabajo)</i>	49

Lista de figuras

Figura 1. <i>Curva granulometría bien y mal gradadas</i>	16
Figura 2. <i>Esquema organizacional de la empresa COINOBRAS.....</i>	17
Figura 3. <i>Ubicación de la planta de asfalto de COINOBRAS</i>	18
Figura 4. <i>FACOALLIS modelo DRUM MIX DM-418B.....</i>	18
Figura 5. <i>FACOALLIS modelo MARAJOARA III.....</i>	19
Figura 6. <i>Perfil típico de una estructura de pavimento flexible</i>	21
Figura 7. <i>Diagrama de volúmenes para el cálculo de gravedades específicas</i>	25
Figura 8. <i>Diagrama de componentes de mezcla asfáltica compactada.....</i>	26
Figura 9. <i>Acopio de agregados en la planta de producción de pavimentos</i>	29
Figura 10. <i>Tolvas de almacenamiento y distribución de agregados pétreos.....</i>	30
Figura 11. <i>Software de control de planta de asfaltos</i>	31
Figura 12. <i>Granulometría de agregados para mezclas asfálticas.....</i>	35
Figura 13. <i>Muestreo para briquetas</i>	35
Figura 14. <i>Extracción de asfalto.....</i>	36
Figura 15. <i>Análisis granulométrico de gradación combinada</i>	39
Figura 16. <i>Gradación combinada de los agregados.....</i>	39
Figura 17. <i>Preparación de moldes para briquetas</i>	42
Figura 18. <i>Compactación de briquetas.....</i>	42
Figura 19. <i>Especímenes en horno</i>	43
Figura 20. <i>Extracción de briquetas de los moldes.....</i>	43
Figura 21. <i>Falla de especímenes en prensa Marshall</i>	44
Figura 22. <i>Briquetas sumergidas</i>	45

Figura 23. <i>Peso de espécimen para densidad de Rice</i>	46
Figura 24. <i>Peso y temperatura del agua para densidad de Rice</i>	46
Figura 25. <i>Especimen en bomba de vacíos</i>	47
Figura 26. <i>Peso del agua, espécimen sumergido y placa de vidrio para densidad de Rice</i>	47
Figura 27. <i>Carrera 22 con calle 8 y 9</i>	51
Figura 28. <i>Caja levantada sobre el sector del barrio comuneros</i>	51
Figura 29. <i>Irrigación de emulsión sobre la base granular</i>	52
Figura 30. <i>Toma de temperatura de compactación mezcla asfáltica en obra</i>	53
Figura 31. <i>Distribución de mezcla asfáltica sobre la caja de la vía</i>	54
Figura 32. <i>Compactación de mezcla asfáltica sobre caja de la vía</i>	54
Figura 33. <i>Tubería de Pavco con un kit de silla yee</i>	55
Figura 34. <i>Línea y nivel de la tubería instalada</i>	56
Figura 35. <i>Construcción vertical Akau 25</i>	57
Figura 36. <i>Vigas y viguetas con acero de refuerzo</i>	57
Figura 37. <i>Construcción placa de entrepiso</i>	58
Figura 38. <i>Placa aligerada construida</i>	59
Figura 39. <i>Construcción de placa aligerada de concreto</i>	60
Figura 40. <i>Curado de placa aligerada en concreto</i>	60
Figura 41. <i>Construcción de primera hilada de muros de mampostería</i>	61
Figura 42. <i>Calandros o ejes de la edificación</i>	62
Figura 43. <i>Construcción de muros de mampostería</i>	62
Figura 44. <i>Plano arquitectónico de apartamento tipo 5 Akau 25</i>	63
Figura 45. <i>Anclaje horizontal de muro de mampostería contra pantalla y/o muro corta fuego</i> .	64

Figura 46. <i>Aplicación del estuco sobre ladrillo.....</i>	64
Figura 47. <i>Rendimiento diario de estucadores</i>	65
Figura 48. <i>Aplicación de pintura sobre estuco</i>	66
Figura 49. <i>Nivelación de placa con manguera</i>	66
Figura 50. <i>Aplicación de mortero sobre placa</i>	67
Figura 51. <i>Control de calidad de pendientes en duchas.....</i>	68
Figura 52. <i>Nivelación de placa con láser</i>	68
Figura 53. <i>Control de calidad de mortero</i>	69
Figura 54. <i>Corte instalación de puntos hidráulicos, sanitarios y aguas lluvias</i>	70
Figura 55. <i>Aliviadero y cámaras de caída construida en los bajantes.....</i>	70
Figura 56. <i>Corte #1 mano de obra de estuco y primera mano de pintura.....</i>	71
Figura 57. <i>Corte #2 mano de obra de estuco y primera mano de pintura.....</i>	72
Figura 58. <i>Toma de dimensiones vanos de ventanas de apartamentos Akau 25</i>	73
Figura 59. <i>Plano AutoCAD ventanas tipo</i>	73

Lista de apéndices

Apéndice A. <i>Ensayo gravedad específica máxima teórica (gmm) (Rice)</i>	79
Apéndice B. <i>Diseño mezcla asfáltica método Marshall</i>	80
Apéndice C. <i>Cuadro de ventaneria tipo para Akau 25</i>	81
Apéndice D. <i>Plan de inspección y ensayos (mezclas asfálticas)</i>	
Apéndice E. <i>Plan de inspección y ensayos (agregados pétreos)</i>	
Apéndice F. <i>Informe equipos de laboratorio COINOBRAS</i>	

Nota: ver apéndices adjuntos en medio digital de la D a la F en archivos externos.

Resumen

Se desarrolla la presente pasantía profesional con el fin de optar el grado de Ingeniero Civil en la empresa COINOBRAS con el cargo de ingeniero auxiliar. Este informe describe la realización de las actividades relacionadas con la ingeniería civil desarrolladas durante la pasantía empresarial como la creación de formato de supervisión de diseños de mezclas asfálticas y agregados pétreos que fue utilizado como control de calidad, visitas a la planta de producción de mezclas asfálticas desde el diseño de mezclas hasta la disposición final del material. Visitas a obras a nivel Santander de instalación de pavimentos, alcantarillado y estructuras verticales en donde se realizó cortes de obra según lo requerido por la empresa; en las cuales se ejecutó el plan de calidad de la empresa en busca del buen desarrollo de los contratos de obras civiles.

Palabras claves: mezclas asfálticas, agregados pétreos, ingeniería civil

Abstract

This professional internship is developed in order to opt for the degree of Civil Engineer in the company COINOBRAS with the position of auxiliary engineer. This report describes the activities related to civil engineering developed during the business internship, such as the creation of a supervision format for asphalt mix designs and stone aggregates that was used as quality control, visits to the asphalt mix production plant from mix design to final material disposal. Visits to works at the Santander level for the installation of pavements, sewerage and vertical structures where work cuts were made as required by the company; in which the quality plan of the company was executed in search of the good development of civil works contracts.

Key words: asphalt mixes, stone aggregates, civil engineering

Introducción

En este documento se evidencia el trabajo realizado durante seis (6) meses y los conocimientos aplicados en la pasantía profesional realizada en el marco de pregrado profesional en ingeniería civil. Este ejercicio se desarrolló en la empresa COINOBRAS ubicada en la calle 37 con carrera 34-07, barrio el Prado, municipio de Bucaramanga; apoyando a la coordinadora de proyectos en el ejercicio de actividades técnicas y administrativas que se relacionan con el seguimiento de obras, visitas a la planta de producción de mezclas asfálticas, el plan de calidad de las obras en ejecución (construcción e instalación de mezclas asfálticas), desarrollo de formatos para supervisión de diseños y producción de agregados pétreos.

1. Pasantía empresarial de proyectos técnicos y administrativos en ejecución, de la empresa COINOBRAS S.A.S., ubicada en el departamento de Santander

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general

Desarrollar actividades afines a la ingeniería civil relacionadas con las obras en ejecución a nivel Santander como auxiliar de ingeniería en la empresa COINOBRAS S.A.S.

1.1.2 Objetivos específicos

- Supervisar los ensayos de laboratorio que se realizan para, la producción mezclas asfálticas y agregados pétreos a satisfacción de la empresa COINOBRAS.
- Brindar apoyo en el diseño de mezclas asfálticas con las cuales se realizará la construcción, rehabilitación y mantenimiento de las capas de rodadura de las estructuras del pavimento, en los frentes de obra que tiene la empresa COINOBRAS.
- Realizar labores administrativas relacionadas con el cumplimiento de plan de gestión de calidad establecido por la empresa COINOBRAS.

1.2 Justificación

La pasantía empresarial se realizará en la empresa COINOBRAS donde el practicante de ingeniería civil, validará los conocimientos adquiridos durante la carrera profesional de cinco (5) años, con el fin de la obtener del título profesional.

La empresa COINOBRAS buscaba un auxiliar de ingeniería civil, que hiciera parte de la empresa para participar en diferentes obras en ejecución a nivel Santander desarrollando supervisiones de obras, realizando cortes de obras según especificaciones técnicas y verificando la correcta ejecución de los contratos desarrollados durante el año 2021-2022.

2. Estado del arte

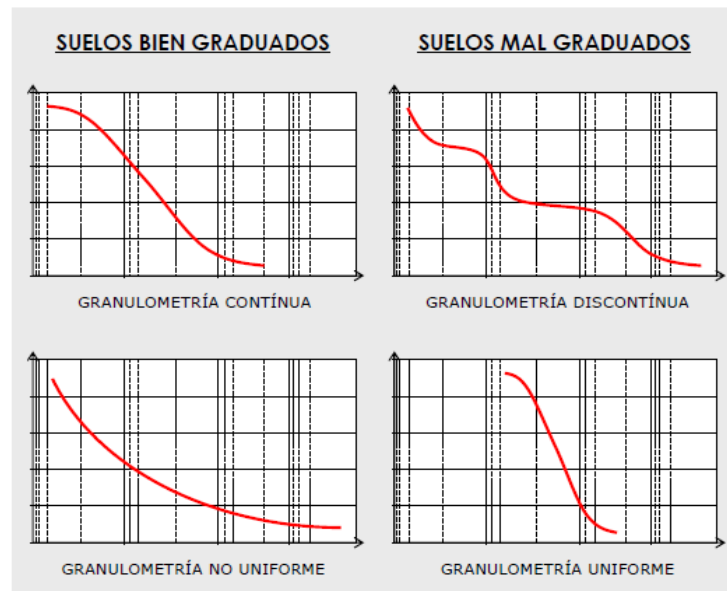
2.1 Marco contextual

La empresa COINOBRAS S.A.S nace con el objetivo de brindar la mejor oferta de mezclas asfálticas densas en caliente, bases y subbases granulares para llevar a cabo el mantenimiento y la conservación de vías. COINOBRAS una sociedad de acción simplificada con capital santandereano. Esta empresa construye proyectos de desarrollo urbanística y de infraestructura que busca cumplir con los requisitos de cliente teniendo en cuenta los estándares legales vigentes. En la organización se relacionan y participan los diferentes colaboradores que buscan realiza un trabajo de calidad y satisfacer a los clientes.

La empresa ofrece diferentes servicios en obras civiles por lo cual debe garantizar la calidad. Misma que cuenta con una certificación ISO 9001 la más importante del mercado por lo cual, todo lo que se realice bajo el sello de [1], debe responder a estándares de calidad del mercado. Los principales productos que realiza la empresa de [1], son la elaboración de mezclas asfálticas densas en caliente que se clasifican según su gradación como MDC-10, MDC-19 y MDC-25. Estas mezclas según Rondón y Reyes, en [2], se caracterizan por tener una granulometría bien gradada como se puede ver en la figura 1; y que se deben fabricar, extenderse y compactarse a altas temperaturas entre 140°C y 180 °C, además; según Kraemer en [3], de ser casi impermeables

debido a que a que tiene una pequeña proporción de huecos, cumpliendo con la protección de las capas inferiores de la estructura de la acción del agua.

Figura 1. Curva granulometría bien y mal gradadas



Tomado de [4].

2.1.1 Misión

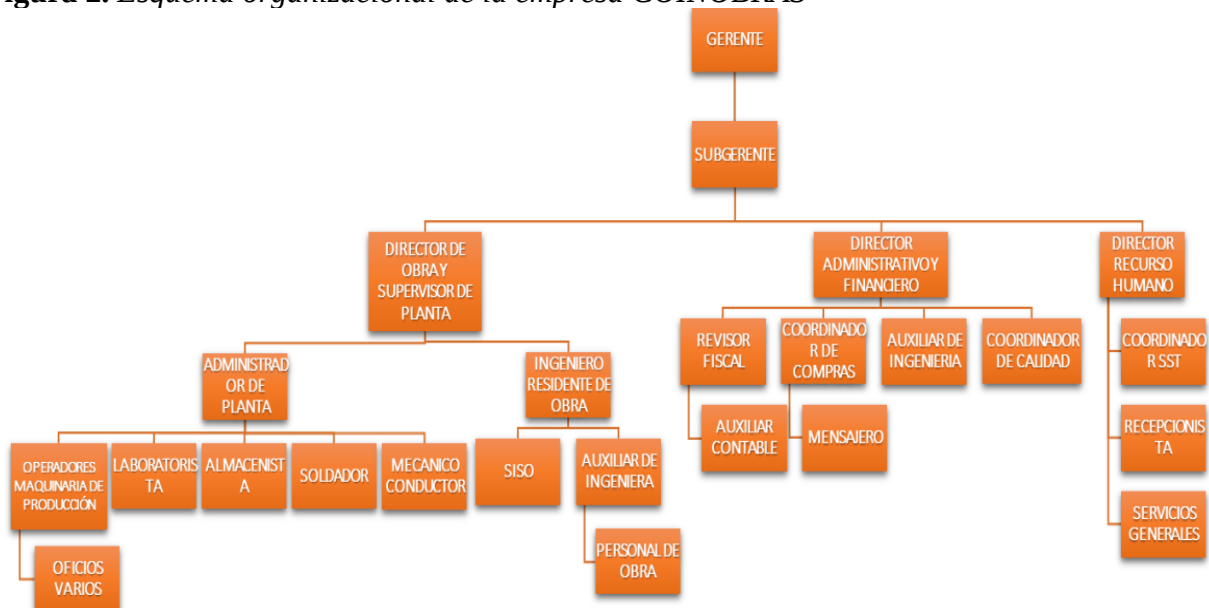
Hacemos realidad los sueños de la sociedad mediante proyectos urbanísticos y de infraestructura que mejoran el entorno y generan progreso. Proyectos fundamentados en criterios de excelencia y sostenibilidad, respaldados por un extraordinario equipo de trabajo [1].

2.1.2 Visión

En el futuro seremos altamente reconocidos y mantendremos la imagen de ser una empresa confiable, cumplida y competitiva en proyectos de desarrollo urbanística y producción de materiales de infraestructura [1].

2.1.3 Esquema organizacional

Figura 2. Esquema organizacional de la empresa COINOBRAS

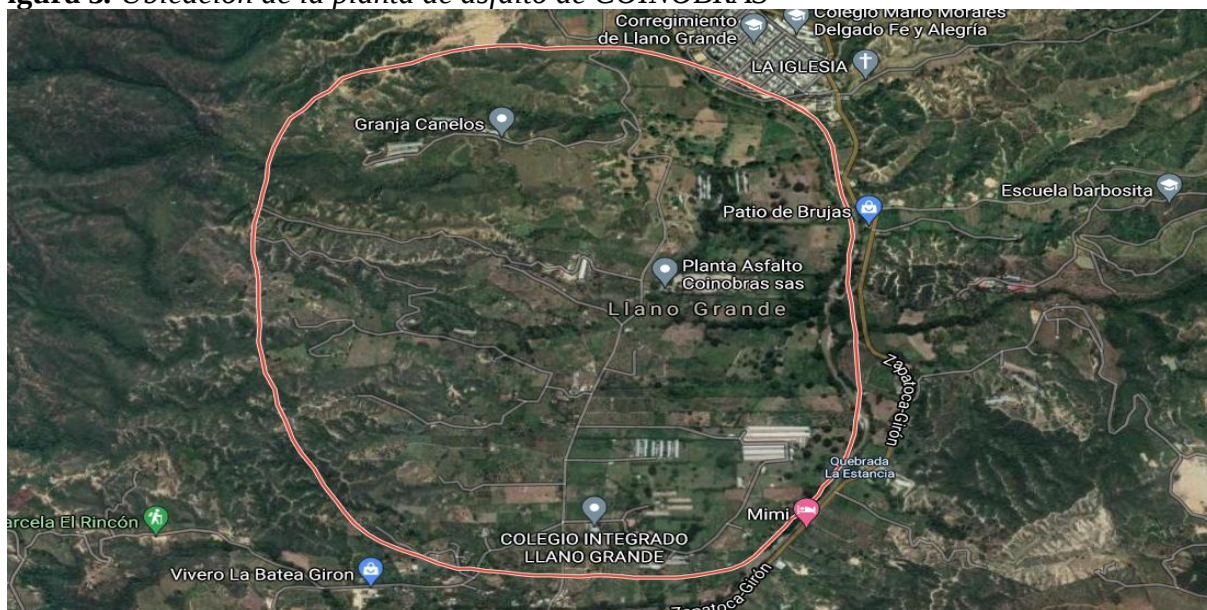


Tomado de [1].

Para la ejecución de obras civiles la empresa cuenta con una gran variedad de maquinaria y equipos dentro de los que se cuenta:

2.1.4 Planta de pavimentos

La empresa COINOBRAS tiene una planta de pavimentos, que se encuentra ubicada a 4km del centro urbano de Girón, en la vereda Llano Grande sobre la vía de Zapatoca como se puede ver en la figura 3.

Figura 3. Ubicación de la planta de asfalto de COINOBRAS

Tomado de [5].

4.1.4.1 Planta de Asfalto. La empresa cuenta con una planta de asfalto de tambor mezclador de marca FACOALLIS modelo DRUM MIX DM-418B como se aprecia en la figura 4, computarizada con una capacidad de producción de hasta 80 Ton/h (pág. 8). Utilizada para la mezcla de materiales que forman el concreto asfáltico hasta obtener un material homogéneo [1].

Figura 4. FACOALLIS modelo DRUM MIX DM-418B

Tomado de [1].

4.1.4.2 Trituradora. La planta de pavimentos cuenta con una trituradora marca FACOALLILS modelo MARAJOARA III, como se ve en la figura 5, la cual posee una capacidad de producción de hasta 35 m³/h [1].

Figura 5. *FACOALLILS modelo MARAJOARA III*



Tomado de [1].

La empresa cuenta en la planta de producción de pavimentos con un laboratorio certificado que presenta los equipos para el desarrollo de las pruebas y ensayos requeridos para la caracterización de los materiales con los cuales se elaboran las mezclas asfálticas y los agregados pétreos (subbase y base); traídos de diferentes canteras a cielo abierto ubicadas en pescadero y el río de oro [1].

Para el 2021 y 2022 la empresa COINOBRAS se encuentra desarrollando diferentes proyectos de obra que se relacionan con la construcción, rehabilitación y mantenimiento de pavimentos en diferentes puntos del área metropolitana y sobre vías secundarias que comunican a la ciudad de Bucaramanga con municipios de Matanza y el Playón [6].

Además [1], de ofrecer los servicios de obras de infraestructura vial la empresa ha ampliado su mercado ofreciendo servicios de diseño y construcción de edificaciones de viviendas ubicados:

carrera 25 # 6-26 construcción Akau 25; construcción de redes de acueducto y alcantarillado, como la optimización (tuberías de pvc) de redes de alcantarillo en el barrio Álvarez; esta cuenta con varios frentes (a) calle 33 desde la carrera 33 a 38, (b) carrera 34 a calles 32, 33 y 34.

2.2 Marco teórico

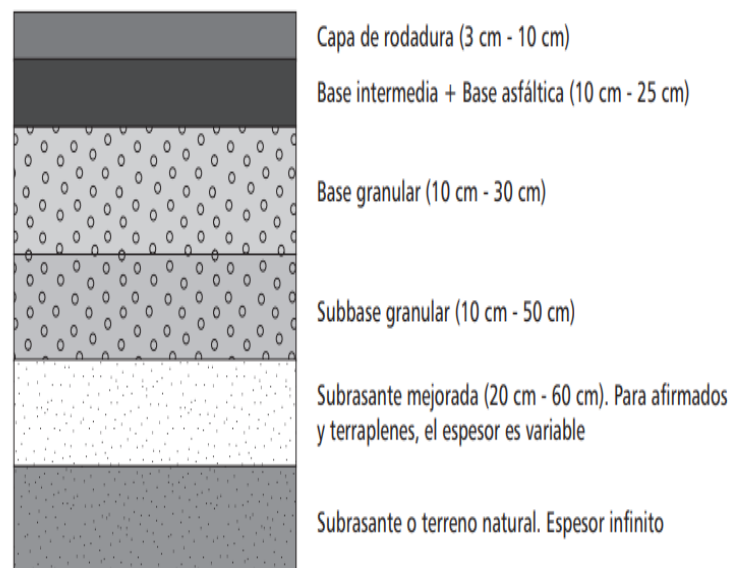
En este marco se relacionan las definiciones recurrentes que se deben tener en cuenta tanto para el diseño de mezclas asfálticas como de agregados pétreos:

2.2.1 Pavimento

Los pavimentos son estructuras construidas por capas de diversos materiales seleccionados, superpuestas, colocadas, relativamente horizontales y compactadas sobre la superficie del terreno (subrasante). La estructura del pavimento está concebida especialmente para la circulación del tráfico automotor, por lo que es una solución económica y eficaz [7].

2.2.2 Pavimento flexible

Los pavimentos flexibles son aquellos que están formados por una carpeta bituminosa que está apoyada sobre dos capas no rígidas como la base y la subbase. Se puede prescindir de cualquiera de estas capas según las necesidades particulares de cada obra y el diseño realizado previamente en [8]. En la figura 6 se puede apreciar el perfil tipo para una estructura de pavimento flexible.

Figura 6. Perfil típico de una estructura de pavimento flexible

Tomado de [2].

2.2.3 Capa de rodadura

Proporciona una superficie estable, uniforme y antideslizante, generado comodidad para el usuario sobre la vía. Soporta la mayor parte de las cargas vehiculares y efectos ambientales como la lluvia y la radiación solar. También presenta la función de capa impermeable impidiendo el paso del agua al interior del pavimento y drena evitando el deslizamiento de vehículos [7].

2.2.4 Base

Constituye el principal elemento portante de la estructura del pavimento, debido a que reparte y absorbe la totalidad de las cargas verticales del tráfico. La capa base tiene una función de resistencia, debiendo ser compacta y duradera permitiendo características mecánicas más homogéneas durante el periodo de diseño [4].

2.2.5 Subbase

Es la capa de peor calidad ya que; no tiene que resistir las cargas excesivas del tráfico porque las cargas llegan muy reducidas debido a las capas adyacentes de la subbase, proporciona una buena capa de asentamiento de la base. Tiene una importante función de drenado del agua de las capas superior de la estructura del pavimento [4].

2.2.6 Subrasante (suelo natural)

Es la capa que condiciona el espesor del pavimento, sea flexible o rígido. Para evaluar esta capa se utiliza la capacidad de soporte o deformación por esfuerzo cortante bajo cargas de tránsito. Es necesario tener en cuenta los cambios volumétricos del suelo natural que pueden llegar a ocasionar daños graves en las estructuras que se apoyen sobre el mismo. Se puede mejorar la resistencia del suelo mediante aditivos y/o estructuras impermeables para garantizar mejores características del terreno [8].

2.2.7 Afirmado

Es la capa de la estructura del pavimento que se encuentra por encima de la subbase. Se construye en general en proyectos viales rurales. La función de esta capa es similar a la base y subbase, pero, esta capa tiene la función de niveles y conformar la plataforma de la estructura del pavimento en zonas donde la subrasante (suelo natural) no tiene un alineamiento y perfil longitudinal y transversal definido [4].

2.2.8 *Cemento asfáltico (ca)*

Es el material natural encontrado en yacimientos naturales o que puede ser obtenido de subproducto de la destilación del crudo de petróleo. Se caracteriza por que tiene gran cohesión y adhesión con materiales granulares. El asfalto cambia su comportamiento dependiendo de la temperatura y el tiempo de carga, es más duro a bajas temperatura y más blando a altas; se debe seleccionar el tipo de asfalto dependiendo del clima del sitio de pavimentación [2].

2.2.9 *Concreto asfáltico (mezcla asfáltica)*

Es una combinación del cemento asfáltico y agregados pétreos en proporciones especificadas previamente según el nivel óptimo para determinar las propiedades y características de la mezcla. Se pueden fabricar en frío o en caliente; se aplica el método Marshall para determinar los porcentajes de cada material de la mezcla [7].

2.2.10 *Agregados pétreos*

Es un conglomerado de partículas inertes de grava, arenas, finos y/o fillers, utilizados para la fabricación de mezclas asfálticas, concretos hidráulicos y materiales estabilizados o para la construcción de terraplén, afirmado, subbase y base granular. Se clasifican y se puede distinguir según el diámetro de la partícula:

- Gravas: Aquellas partículas con diámetro entre 6,4 cm y 2mm.
- Arenas (gruesas y finas): Aquellas partículas con diámetros entre 2mm y 0,075mm.
- Arcillas: Aquellas partículas con diámetros menores a 0,075mm y que puede adquirir el nombre de filler o llenante mineral si no presentan plasticidad en contacto con el agua $IP=0$.

Dentro de la estructura del pavimento los agregados pétreos son lo más exigentes, en cuanto durabilidad, textura y resistencia mecánica que conforman la mezcla asfáltica. Los agregados pétreos conforman entre el 88% y el 96% de la masa y más del 75% del volumen [2].

2.2.11 Emulsiones asfálticas

Fabricadas a partir de la adición de agua a un cemento asfáltico. Para que se puedan mezclar estos materiales es necesario incorporar un agente emulsificante. El contenido del cemento asfáltico en volumen de la emisión esta entre el 55%-70%. Los principales usos de las emulsiones asfáltica es la fabricación de mezclas en frio y la aplicación de riego de liga, imprimación, riego negro, riego antipolvo, riego de curado y riego de sellado [2].

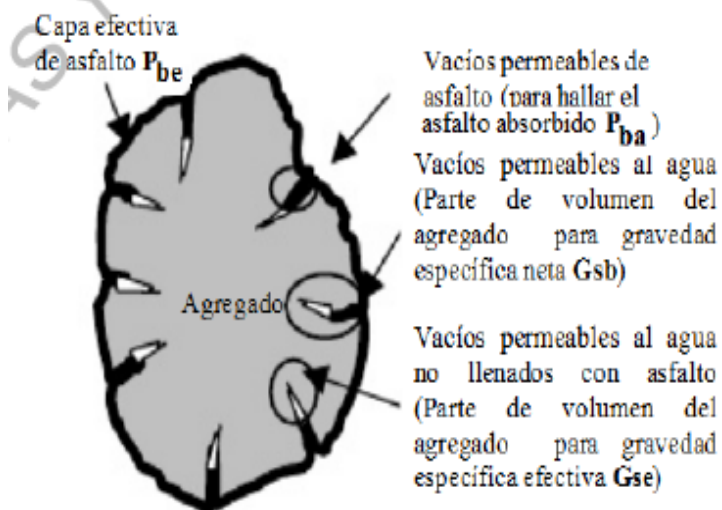
2.2.12 Método Marshall

Sistema de diseño de dosificación de asfalto para las mezclas asfálticas, solo aplicable para mezclas densas en caliente (MDC). Este consiste en la rotura de probetas cilíndricas de 4 pulgadas (101,6 mm) de diámetro y de 2 ½ pulgadas (63,5 mm) de altura cada una con un porcentaje (%) de asfalto con el fin de conocer el valor optimo del diseño de la mezcla, mediante la aplicación de carga a una morcada perimetral a velocidad de deformación constante de 50,8 mm/min (2 pulgadas/min) [3].

2.2.12.1. Agregados minerales. Son aquellos agregados porosos que pueden absorber agua y asfalto en un grado variable, en la figura 7 hay una representación gráfica de los volúmenes necesarios para el cálculo de gravedades de los agregados minerales; se mide la gravedad

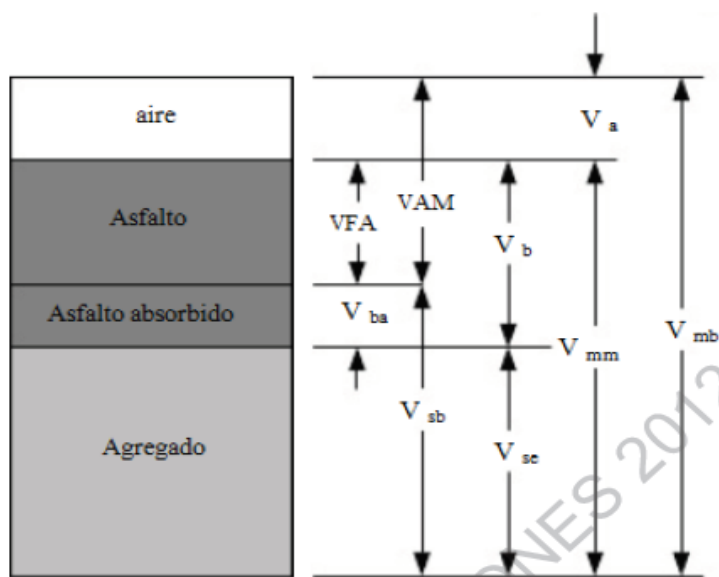
especifica bulk (G_{sb}), la gravedad específica aparente (G_s) y la gravedad efectiva del agregado (G_{se}) para el caculo volumétrico de mezclas asfálticas [9].

Figura 7. Diagrama de volúmenes para el cálculo de gravedades específicas



Tomado de [9].

2.2.12.2. Análisis volumétrico de mezclas asfálticas compactadas. Corresponde a las relaciones de vacíos con aire (V_a), vacíos en el agregado mineral (V_{AM}), contenido de asfáltico efectivo (P_{be}), vacíos llenos de asfalto (V_{FA}), gravedad específica máxima (G_{mm}), gravedad específica bulk de una mezcla asfáltica compactada (G_{mb}), volumen de asfalto absorbido (V_{ba}) y relación llenante/ligante efectivo ($P_{0,075}/P_{be}$), estas relaciones del asfalto compactado se pueden representar en la figura 8.

Figura 8. Diagrama de componentes de mezcla asfáltica compactada

Tomado de [9].

2.3 Marco normativo

Para cumplir con los criterios mínimos y máximos para el diseño de las estructuras del pavimento en relación con las características de las mezclas asfálticas y las capas adyacentes (base y subbase) se debe tener en cuenta los siguientes criterios para cumplir con la alta calidad para la conformación de las capas del pavimento.

2.3.1 Normativa Invias 2013

Norma colombiana en la cual se especifican los parámetros requeridos para la fabricación de mezclas asfálticas, emulsiones asfálticas y agregados pétreos (según el tipo de capa de la estructura del pavimento), por lo cual dependiendo del nivel de tránsito (NT) según [10], relaciona el numero ejes equivalentes de 80kN en el carril de diseño y precisa la magnitud de las cargas pesadas circulantes sobre el pavimento durante el periodo de diseño de la estructura del pavimento; se deben cumplir ciertos parámetros para la producción de mezclas asfálticas [11].

3. Metodología

A continuación, en la tabla 1 se relacionan los objetivos desarrollados con las actividades que se realizaron para cumplir con cada uno de los objetivos, una pequeña descripción general de lo que se buscaba con cada objetivo y las personas (actores) que intervinieron directamente en cada actividad.

Tabla 1. *Metodología a desarrollar en la práctica profesional en la empresa COINOBRAS*

Objetivo	Actividad	Descripción	Actores
Supervisar los ensayos de laboratorio que se realizan para la producción de mezclas asfálticas y agregados pétreos a satisfacción de la empresa COINOBRAS.	-Realizar visitas a la planta de producción de pavimentos de COINOBRAS. -Realizar un formato para la revisión de los resultados de laboratorio de las mezclas asfálticas y de los agregados pétreos que se realizan en la planta de producción. -Realizar informes de comparación de resultados de las mezclas asfálticas y de los agregados pétreos.	El practicante de ingeniería deberá revisar los informes de laboratorio e informar los resultados y ensayos faltantes de mezclas asfálticas y de agregados pétreos conforme a la norma Invias 2013.	Silvia Daniela Navas Beltrán. Ingeniera civil coordinadora de proyectos de COINOBRAS. Nicolás Bello Gómez practicante de ingeniería civil.
Brindar apoyo en el diseño de mezclas asfálticas con las cuales se realizará la construcción, rehabilitación y mantenimiento de las capas de rodadura de las estructuras del pavimento, en los frentes de obra que tiene la empresa COINOBRAS.	-Realizar visitas al laboratorio de pavimentos de COINOBRAS. -Realizar inventario de los equipos de laboratorio que hay en la planta de pavimentos. -Apoyar al ingeniero encargado de realizar el diseño Marshall de las mezclas asfálticas según la norma Invias 2013 requeridas por el departamento de ingeniería. -Apoyar a los técnicos del laboratorio a realizar los ensayos requeridos según la norma Invias 2013 para la producción de mezclas asfáltica según se requiera. -Seguir el proceso de producción de las mezclas asfálticas realizadas y diseñadas por COINOBRAS.	El prácticamente de ingeniera deberá participar en diseño y en el proceso de fabricación de mezclas asfálticas en la planta de producción de pavimentos.	Silvia Daniela Navas Beltrán. Ingeniera civil coordinadora de proyectos de COINOBRAS. Ingeniero Eduardo Molano especialista en ingeniería de pavimentos Nicolás Bello Gómez practicante de ingeniería civil. Técnicos encargados de realizar los ensayos de laboratorio.

Objetivo	Actividad	Descripción	Actores
Realizar labores administrativas relacionadas con el cumplimiento de plan de gestión de calidad establecido por la empresa COINOBRAS.	-Elaborar informes de los cálculos y ensayos realizados en la planta de pavimentos.		
	-Realizar visitas a las obras en ejecución por parte de COINOBRAS en los diferentes puntos del área metropolitana de Bucaramanga.	El practicante de ingeniería debe ayudar a que se cumpla con el plan de calidad según lo requiera el departamento de ingeniería en las diferentes obras en ejecución.	Silvia Navas Daniela Beltrán. Ingeniera civil coordinadora de proyectos de COINOBRAS.
	-Elaborar informes de los trabajos realizados en las obras visitadas.		Juan Felipe Montaña Rueda Ingeniero residente.
	-Mantener actualizado el plan de gestión de calidad de las obras en ejecución.		
	-Realizar actas de corte de obras con memorias.		Nicolás Bello Gómez practicante de ingeniería civil.
	-Redactar documentos para responder oficios, solicitar información y presentar solicitudes.		
	-Gestionar documentos requeridos para la preparación de licitaciones.		

Nota: para cada objetivo se asignaron ciertas actividades que se cumplieron durante el tiempo de práctica profesional (6 meses) para cumplir con el objetivo general.

4. Desarrollo

4.1 Actividades objetivo 1

Se describe el desarrollo de las actividades de la metodología de este documento de la tabla 1 para, cumplir con el objetivo 1.

4.1.1 Visitas planta de producción de pavimentos

Se realizaron visitas a la planta de producción de pavimentos en donde se mezclan los diferentes tipos de agregados y asfalto. La planta de asfalto está compuesta de 4 tolvas en donde se almacenan los agregados pétreos, la tolva 2 y 1 almacena triturado (combinación gradada de agregados con proporciones más gruesas), la tolva 3 y 4 almacena gravilla (combinación gradada

de agregados con proporciones más finas). Estas son alimentadas por un operador que utiliza un bulldozer que transporta el material desde el acopio, como se puede ver en la figura 9.

Figura 9. *Acopio de agregados en la planta de producción de pavimentos*



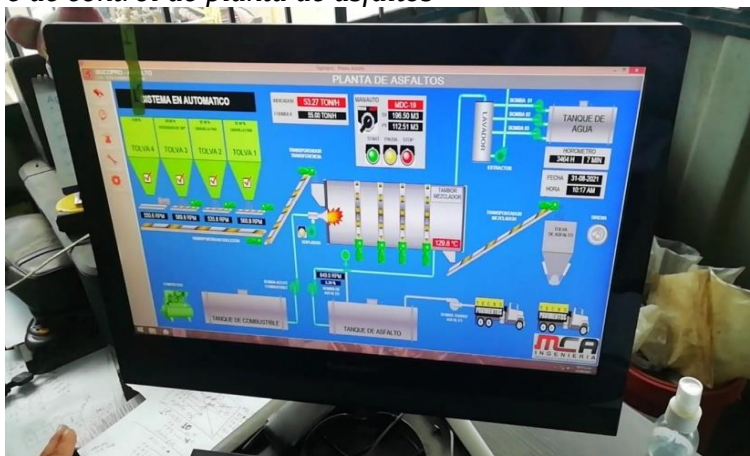
Cuando se quiere de mezclas MDC-10 trabajan las dos (2) primeras tolvas, cuando se quiere de mezclas MDC-19 trabajan las tres (3) primeras tolvas y cuando se requiere de mezclas MDC-25 trabajan todas las tolvas disponibles, cada tolva cuenta con una banda dosificadora en donde se determina el porcentaje (%) que se quiere de cada agregado. A continuación, se puede ver en la figura 10, las tolvas de la planta de producción de pavimentos.

Figura 10. *Tolvas de almacenamiento y distribución de agregados pétreos*



Luego estos materiales ya dosificados son transportados por la banda colectora en donde se junta todo cuando el material, que es transportado por una banda al tambor secador-mezclador, que permite que los agregados sean secados a altas temperaturas entre 130 °C a 180 °C, esto mediante un soplador que requiere del suministro de aceite desde el tanque de combustible para trabajar.

Se procede a la liberación de asfalto desde los tanques de almacenamiento para la creación de una mezcla homogénea de asfalto que luego es transportado a la tolva de asfalto, posteriormente se llena de cierto volumen de material (mezcla asfáltica recientemente producida) y se procede a abrir las compuertas para que este material pueda ser cargado en las volquetas y posteriormente distribución a las obras de malla vial, se puede ver en la figura 11 el diagrama de la planta de asfaltos.

Figura 11. *Software de control de planta de asfaltos*

En la planta de producción de asfalto se realizó el acompañamiento a los técnicos en el laboratorio a realizar el seguimiento de control de calidad de las mezclas que se producían diariamente a razón de las especificaciones técnicas de la norma Invias 2013, para los contratos de instalación y suministro de mezcla asfáltica, como se puede ver en la tabla 2. La extracción de muestras después de la mezcla de agregados con el asfalto para realizar los respectivos ensayos de laboratorio para verificar el control diario teniendo en cuenta el diseño con el cual se está produciendo mezcla asfáltica y que se detallan en los numerales 6.1.2, 6.1.3 y en las actividades del objetivo 2 numeral 6.2, que hacen referencia a visitas al laboratorio.

A razón de la falta de un formato para comprar los diferentes diseños de mezclas asfálticas que se estaban produciendo se procedió a la creación del mismo para llevar control con su respectivo diseñador, parámetros y variables que se ajustan a la norma invias 2013, como se expresa a continuación.

Tabla 2. *Actividades en planta de asfalto*

	Descripción	Objetivo
Visitas planta de producción asfalto	Extracción de muestras de mezclas asfáltica de la banda.	Recoger muestras de la banda de la planta de asfalto para realizar ensayos de laboratorio.
	Extracción de muestra de agregados banco.	Recoger muestras de agregados en banco para posterior ensayo.
	Extracción de asfalto.	Conocer el porcentaje de asfalto de las mezclas asfálticas en producción y verificar tolerancia con la norma Invias 2013.
	Granulometría de agregados.	Conocer si la gradación de agregado entra en las curvas granulométricas, según el tipo de MDC.
	Estabilidad y flujo.	Verificar la producción de mezcla asfáltica en la planta con el diseño de mezcla MDC.
	Caracterización de la gradación.	Verificar si cumplen con las características mecánicas los agregados para mezclas MDC.
	Comparativa de diseño de mezcla asfáltica con resultados de laboratorio	Supervisar si la mezcla en producción cumple con las tolerancias del diseño según la norma Invias 2013.
	Envío de informes diarios, semanales y mensuales a interventoría de obra según el contrato de obra.	Informes detallados de mezclas asfálticas a interventoría de obra para control de calidad ante cualquier variabilidad del diseño.

Nota: se realizó el acompañamiento a los técnicos de laboratorio en el ensayo de mezclas asfálticas teniendo en cuenta la norma Invias 2013 art. 450.

4.1.2 Mezclas asfálticas

Por designación del departamento de ingeniería y la gerencia de COINOBRAS era necesario la verificación y comparación de resultados de laboratorio de diferentes diseños de mezclas asfálticas densas en caliente del tipo MDC-19 de diferentes empresas externas como: a) HQ (Humberto Quintero), b) Multinsam, c) Concrelab, d) Corasfaltos y de diseños propiamente de la empresa. Por lo cual se realizó un formato en Excel donde se relacionan los parámetros mínimos y máximos requeridos para el diseño de mezclas asfálticas densas en caliente (MDC) según la norma Invias 2013 de las tablas 450-3, 450-5, 450-6, 450-10, 450-11, en [11] y para el asfalto en 410-1 de empresa como a) Ecopetrol, b) Multinsa, c) HQ en [11]. Por lo que se hizo una revisión exhaustiva de cada uno de los documentos y anexos relacionados a los diseños de mezclas asfálticas.

Del diseño de las mezclas asfálticas según el apéndice A, para cada diseño se varía el porcentaje (%) de contenido de asfalto que se requiere para el MDC-19 según la fórmula de trabajo, para garantizar los criterios volumétricos de las mezclas asfálticas y para cumplir con la susceptibilidad de las mezclas al contacto con el agua; algunos diseños utilizan el promotor adherencia ya que, no se cumple con este criterio exigido por la norma Invias 2013 en la tabla 450-11, en [11].

4.1.3 Agregados pétreos

La empresa COINOBRAS también realiza la trituración de agregados pétreos para la conformación de mezclas asfálticas, base granular, subbase granular y afirmado; traídos del sector de pescadero. Por lo cual, por designación del departamento de ingeniería se realiza un análisis al material en producción de base granular y que será utilizado para las diferentes obras de malla vial; además, de verificar si el material también tiene las características según la normativa Invias 2013 para, ser utilizados tanto como subbase granular y afirmado.

Se ha seleccionado material de acopio de la planta de diferentes empresas externas como: a) Arenera Chicamocha, b) Avenza, d) Los Pinos que, producen los agregados pétreos para mezclas asfálticas, base, subbase y afirmado y propiamente de la empresa. Se revisan los anexos adjuntos respectivamente de los ensayos aplicados para cada uno de los materiales en los laboratorios externos como a) UPB, b) IMT ingeniería, c) PI, d) Inter obras.

Según el análisis realizado, se puede ver en el apéndice B que, el único material de acopio por la empresa COINOBRAS que cumple con las especificaciones Invias 2013 para base en [12] es el material de la empresa externa PI y también puede ser utilizado para, la construcción de subbase teniendo en cuenta las especificaciones Invias 2013 en [13]. Los materiales comprados-

triturados en la planta de pavimentos, de la empresa Colsuelos no cumple con las especificaciones Invias 2013 para base [12], subbase [13] y afirmado [15]. Los materiales comprados ya triturados en empresas como C&M, Los Pinos, Avenza y Arenera Chicamocha no cumplen para base según especificación Invias 2013 en [12], subbase Invias 2013 en [13] y afirmado Invias 2013 en [15].

4.2 Actividades objetivo 2

Se describe el desarrollo de las actividades de la metodología de este documento de la tabla 1, para; cumplir con el objetivo 2.

4.2.1 Visitas laboratorio

Para cumplir con el plan de calidad de la empresa se realizaron visitas al laboratorio de la planta de producción de pavimentos para, hacer el seguimiento de los ensayos realizados para los controles diarios, semanales y mensuales. Esto se realiza para tener el control de la producción de la mezcla asfáltica que llega a las obras, además; de ser garantía para la interventoría de contratos, que cumpliendo con los requisitos del Invias 2013 de la tabla 450-12, en [11], aparte de los requisitos del diseño inicial.

El equipo de laboratoristas debe llevar registros de datos de ensayo diarios tomado en laboratorio como son: a) Granulometría como se evidencia en la figura 12, b) Índice de plasticidad, c) Caras fracturadas, d) Angularidad de finos; el equipo de laboratoristas debe llevar el registro de datos de ensayos semanal como son: e) Equivalente de arena, f) Valor de azul de metileno, g) Índice de alargamiento y aplanamiento, h) Partículas planas y alargadas (relación 5:1) y mensualmente (realizados en laboratorios externos): i) Desgaste en la máquina de los Ángeles, j)

degradación por Micro Deval, k) Resistencia mecánica por el método del 10% de finos, l) Perdidas en ensayo de solidez en sulfato de magnesio [11].

Figura 12. *Granulometría de agregados para mezclas asfálticas*



Posteriormente para determinar la calidad de las mezclas para clientes mediante el ensayo de TSR (tracción indirecta), donde se preparación de briquetas como se puede ver en la figura 13 para, ser falladas mediante la implementación de la prensa Marshall.

Figura 13. *Muestreo para briquetas*



Por esta razón en este laboratorio (Planta de producción) también se comprueban los vacíos con aire de las probetas compactadas (E-799 o E-800) como se puede ver en la figura 14, la gravedad específica de bulk (E-733 o E-802), gravedad específica máxima (E-735) estabilidad (E-748 o E-800), flujo (E-748 o E-800), relación estabilidad-flujo (E-748 o E-800), susceptibilidad a la humedad (E-725), contenido de agua (E-755 o E-783) y el módulo resiliente (E-749); además del contenido de asfalto (E-732) como se evidencia a continuación en la figura 14, como lo exige la norma Invias 2013 de la tablas 450-10, 450-11, en [11].

Figura 14. *Extracción de asfalto*



4.2.2 Diseño Marshall mezcla asfáltica

Con respecto al diseño de mezclas asfálticas, el departamento de ingeniería ha solicitado la realización de un nuevo diseño para MDC-19, esto se hace con el fin de renovar los diseños antiguos; la producción de mezclas asfálticas debe realizarse con los diseños más actualizados de la empresa.

4.2.2.1 Verificación de ensayos. Se realizó el inventario de los equipos de laboratorio y los equipos de miscelánea con el fin de conocer cuales ensayos se puede realizar en COINOBRAS y cuales deben ser realizados en un laboratorio externo para el diseño de mezclas asfálticas. Como se puede ver en el apéndice C.

4.2.2.2 Caracterización de agregado pétreos. Teniendo la información del inventario, del apéndice C, se procedió a la caracterización de agregados del diseño de MDC-19 como son la gradación de los agregados (E-123 y E-213), utilizando los tamices requeridos por la norma Invias 2013 la tabla 450-6. Además, de la gravedad específica y el porcentaje (%) de absorción de los agregados finos (E-222), gruesos (E-223) y la llenante mineral (E-128).

Los agregados provienen de la explotación de los ríos Chicamocha sector pescadero, departamento de Santander y cuyas plantas son Avenza y Arenera Chicamocha. En la tabla 3 se describen los de los agregados para el diseño de mezclas MDC-19.

Tabla 3. *Procedencia de agregados y porcentaje de combinación*

Tipo de mezcla		MDC-19
% Agregados utilizados		31,6% triturado 3/4" y 68,4% arena triturada pasa 3/8"
Fuente de material		Rio Chicamocha, sector Pescadero
Procedencia		Triturado: Arenera Chicamocha-Planta de producción COINOBRAS S.A.S. Arena triturada: Avenza-Planta de producción COINOBRAS S.A.S.

Nota: la tabla 3 relaciona los diferentes tipos de agregados utilizados para el diseño de la mezcla. Tomado de [14].

El MDC-19 se diseñó para una carpeta asfáltica con las siguientes características: a) Nivel de tránsito: NT3, b) Temperatura media climática: 27 °, c) Clasificación climática de la zona: Intermedia d) Uso de la capa en estructura de pavimento: Rodadura, en Invias 2013 en tabla 450-8, en [11].

Para realizar el diseño de una mezcla asfáltica MDC-19 con cemento asfáltico 60-70 (penetración del asfalto); a menor penetración mayor será su rigidez. Después de la realización de los ensayos de la norma Invias 2013 de las tablas 450-3, 450-5, 450-6, en [11]; caracterización de agregado se obtuvo los siguientes resultados, de las tablas 4 y 5.

Tabla 4. Pesos unitarios y específicos de los agregados

Pesos unitarios y específicos de los agregados		
Propiedad	Triturado 3/4"	Arena triturada 3/8"
Densidad relativa (Gravedad específica) (SH) g/cm ³	2,631	2,658
Densidad relativa (Gravedad específica) (SSS) (g/cm ³)	2,652	2,722
Gravedad específica aparente (g/cm ³)	2,687	2,841
Absorción (%)	0,8	2,4

Nota: los pesos unitarios y específicos de la tabla 4.

Tomado de [14].

4.2.2.3 Granulometría de los agregados. Para definir tanto el porcentaje de triturado pasa 3/4" y arena triturada pasa 3/8"; primero, se selección de diferentes acopios de la planta de producción material, de los cuales se procedió a realizar la gradación para conocer si cumple con los límites para el agregado.

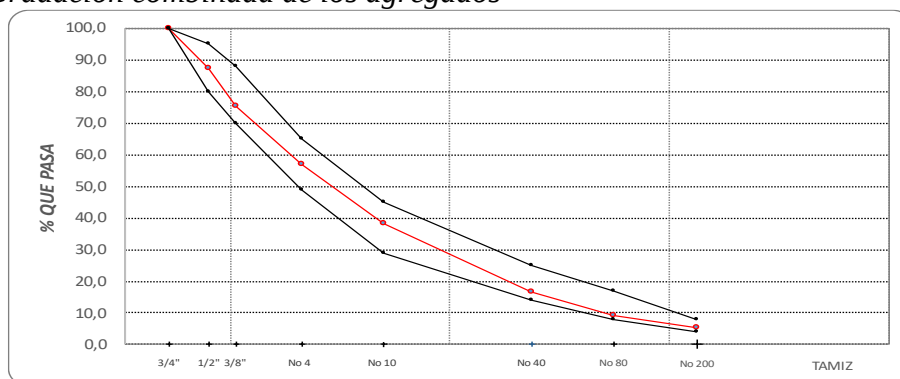
Después se combinan las diferentes muestras de agregados para forma una sola muestra con la cual se va a diseñar la mezcla. Según la siguiente figura 15, se evidencia que la gradación final de la combinación entra en los límites inferiores y superiores para una mezcla asfáltica MDC-19. Según la figura 15, se debe varía el porcentaje de la combinación de las muestras de agregados para garantizar quede los más centrada a los límites (superior e inferior).

Figura 15. Análisis granulométrico de gradación combinada

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO E-123				GRADACION ORIGINAL				% A UTILIZAR EN PESO				MEZCLA		
INVIAS ART 450 MDC - 19				TRIT 1/2"	ARENA	ARENA TRITURADA	ARENA	TRIT 1/2"	ARENA	ARENA	ARENA	% PASA	FORMULA DE TRABAJO	
TAMIZ	LIMITE SUPER	LIMITE INFER						31,6%	22,8%	22,8%	22,8%			
													SUPERIOR	INFERIOR
1"	25,00	100	100	100	100,0	100,0	100,0	31,6	22,8	22,8	22,8	100,0	100	100
3/4"	19,00	100	100	100,0	100,0	100,0	100,0	31,6	22,8	22,8	22,8	100,0	100,0	100,0
1/2"	12,500	95	80	59,9	99,8	100,0	100,0	18,9	22,8	22,8	22,8	87,3	91,3	83,3
3/8"	9,500	88	70	22,9	99,3	99,8	99,7	7,2	22,6	22,8	22,7	75,4	79,4	71,4
No 4	4,750	65	49	14,4	78,6	80,0	71,7	4,5	17,9	18,2	16,4	57,1	61,1	53,1
No 10	2,000	45	29	2,1	58,5	56,9	49,5	0,7	13,3	13,0	11,3	38,2	41,2	35,2
No 40	0,425	25	14	1,3	27,5	22,9	20,5	0,4	6,3	5,2	4,7	16,6	19,6	13,6
No 80	0,18	17	8	1,0	16,1	12,2	11,3	0,3	3,7	2,8	2,6	9,3	12,3	6,3
No 200	0,075	8	4	0,8	7,8	7,0	7,5	0,2	1,8	1,6	1,7	5,3	7,3	4,0

Tomado de [14].

Según la tabla 6 del artículo 450 se puede ajustar la fórmula de trabajo para MDC-19 con una tolerancia de entre 4% a 2%, lo cual se puede evidenciar en la granulometría de la mezcla de la figura 15. Además, en las figuras 15 y 16, se puede evidenciar que la suma de todos los porcentajes (%) que pasa combinados están centrado entre los límites (superiores e inferiores) para el MDC-19.

Figura 16. Gradación combinada de los agregados

Tomado de [14].

Para las diferentes gradaciones de la combinación (gravas, arenas y llenante mineral o filler), se evaluaron las propiedades físicas que se especifican en la norma Invias en el artículo 450, como se puede ver en la tabla 5.

Tabla 5. Resultados de caracterización de gradación combinada

Ensayo	Normativa Invias	Criterio diseño	Resultado
Desgaste máquina de los ángeles (500 RPM).	E-218	<25	25
Desgaste máquina de los ángeles (100 RPM).	E-218	<5	5
Degradación por abrasión equipo Micro-Deval.	E-238	<20	7,9
Resistencia mecánica del 10% de finos.	E-224	110	204
• Valor en seco (kN)	E-224	>75	227%
• Relación húmeda/seco			
Coefficiente de pulimiento acelerado para rodadura, mínimo.	E-232	0,45	0,50
Perdidas en el ensayo de solidez en sulfato de magnesio, máximo (%).	E-220	<18	8,3
Impurezas en agregado grueso, máximo (%).	E-237	<0,5	0,42
Índice de plasticidad, máximo (%).	E-125 y E-126	NP	NP
Equivalente de arena, mínimo (%).	E-133	50	69
Valor azul de metileno, máximo.	E-235	10	5
Partículas planas y alargadas relación 5:1.	E-240	10	8,2
Caras fracturadas, agregados gruesos, Una cara: mínimo (%).	E-227	>85	93,54
Caras fracturadas, agregados gruesos, Dos caras, mínimo (%).	E-227	>70	92,57
Angularidad de agregados finos.	E-239	>40	85,9
Densidad bulk del llenante (g/cm ³).	E-225	0,5 a 0,8	0,75
Vacíos del llenante seco compactado (%).	E-229	>= 38	44,94

Nota: representación de los resultados del diseño de mezcla asfáltica.

Tomado de [14].

4.2.2.3 Gravedades de mezcla asfáltica. De la combinación de los agregados se subdividieron en gravas, arenas y llenante mineral para, determinar las gravedades específicas (Gs), la gravedad específica de bulk combinado de los agregados (Gsb) y realizar el cálculo de la gravedad específica teórica (Gmm), los resultados obtenidos se pueden ver en la tabla 6.

Tabla 6. Pesos específicos ponderados de gradación combinada

Granulometría	% en peso	Gs	Ponderado
Retenido No. 4 (Grava)	42,9%	2,631	1,129
Pasa No.4 Retenido en No.200 (Arena)	51,8%	2,658	1,377
Pasa No. 200 (Llenante)	5,3%	2,796	0,148
Total	100%		2,653

Nota: pesos específicos de la tabla 6 tomados de la primera fila de pesos de la tabla 4. Tomado de [14].

Teniendo en cuenta la tabla 7, se suman los porcentajes (%) retenidos entre el tamiz 1" y No. 4 para conocer el porcentaje en peso de grava; se suman los porcentajes (%) entre el tamiz No. 10 y No. 200 para conocer el porcentaje en peso de la arena; el llenante es corresponde a la pasa No. 200. Resultados de los porcentajes retenidos correspondientes se evidencia en la tabla 7.

Tabla 7. Gradación granulométrica combinada

Gradación granulométrica			
Tamiz	Tamaño	% Retenido	% Pasa
1"	25 mm	0	100
3/4"	19 mm	0	100
1/2"	12,5 mm	12,7	87,3
3/8"	9,5 mm	11,9	75,4
No 4	4,750 mm	18,3	57,1
No 10	2,0 mm	18,9	38,2
No 40	0,425 mm	21,6	16,6
No 80	0,18 mm	7,3	9,3
No 200	0,075 mm	4,0	5,3
Pasa 200		5,3	

Nota: tabla 7 representa los porcentajes retenidos y que pasan la figura 17. Tomado de [14].

4.2.2.4.1 Estabilidad y flujo. En consecuencia, se elaboraron 15 briquetas de mezclas asfálticas, distribuidas en 5 grupos de 3 briquetas a cada una se le hicieron incrementos de asfaltos de 0,5%, desde 4,5% hasta 6,5%. Cada uno de los grupos de briquetas deben tener una forma que

resulte una altura de $63,5 \pm 2,5$ mm. Se puede ver en la figura 17, el mezclado en frío entre los agregados y el asfalto con promotor de adherencia (surfax al 0,75%); a razón de no que anteriormente no se cumplía con el 80% de la adherencia.

Figura 17. *Preparación de moldes para briquetas*



Se colocan las muestras en el pedestal de compactación y se le aplica alrededor de 75 golpes por cara (se debe realizar la compactación para ambas caras de la briqueta). Después se debe dejar enfriar el molde y el espécimen a temperatura ambiente, evidenciado en la figura 18.

Figura 18. *Compactación de briquetas*



Los especímenes de agregados se calientan a 158° C antes de ser compactados. Para, mezclar los diferentes porcentajes de ligantes (asfalto) la temperatura de mezcla debe estar entre 150 y 155 °C, como se puede ver en la figura 19.

Figura 19. *Especímenes en horno*



Se deben sacar de los moldes para briquetas los especímenes, se marcan los especímenes y se dejan reposar durante la noche como se puede ver en la figura 20. Posteriormente se procede al ensayo de la estabilidad y flujo.

Figura 20. *Extracción de briquetas de los moldes*



Se llevan las briquetas al baño maría durante 30 minutos a una temperatura de $60 \pm 1^\circ\text{C}$. Se procede a llevar las briquetas de los especímenes al aparato Marshall, montadas sobre la mordaza inferior, superior y centrada; se aplica carga (estabilidad) sobre las briquetas de los especímenes deformándolos (flujo) de $50 \pm 5 \text{ mm/min}$ hasta que ocurra la falla y se registran los valores como se puede ver en la figura 21.

Figura 21. *Falla de especímenes en prensa Marshall*



En el anexo B, se puede ver la estabilidad, flujo y relación estabilidad/flujo para, los cinco (5) grupos de especímenes con diferentes porcentajes de asfalto.

Se procede a realizar el diseño de mezcla asfáltica por el método Marshall con los grupos de briquetas con la densidad de bulk calculada por medio del ensayo E-733. Primeramente, se sumerge cada uno de los especímenes de los grupos de briquetas en agua para tomar el valor del peso sumergido en el agua, como se puede ver en la figura 22.

Figura 22. *Briquetas sumergidas*

Posteriormente se secan superficialmente los especímenes de cada uno de los grupos de briquetas para obtener el peso superficialmente seco (SSS). Por último, se debe llevar a cada uno de los especímenes de los grupos al horno para secar las muestras a una temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ y se toma el peso después de enfriados. Para obtener la densidad de bulk se multiplica la gravedad por la densidad del agua a 25°C ($0,9970 \text{ g/cm}^3$) como se expresa en, [16].

4.2.2.4.2 Densidad de Rice. De las briquetas con los diferentes contenidos de asfalto se determinó la gravedad específica máxima teórica (gmm) Rice según lo descrito por el ensayo E-735-13. Se preparan los diferentes grupos especímenes sueltos con aproximadamente 2500gr (A) para mezclas MDC-19. Posteriormente se vierte la muestra en un recipiente de vidrio tarado y se toma el peso de la muestra cómo se puede ver en la figura 23.

Figura 23. *Peso de espécimen para densidad de Rice*

A continuación, se agrega agua a temperatura ambiente (25°C) para cubrir la muestra completamente, se toma el peso del agua en el recipiente más la placa de vidrio (D) como se puede ver en la figura 24.

Figura 24. *Peso y temperatura del agua para densidad de Rice*

Además, se colocan los grupos de especímenes con agua en el recipiente con la bomba de vacío para eliminar el aire del recipiente de vacío hasta una presión de 4.0 kPa o menos. Se agita el recipiente por agitación mecánica durante 15 ± 2 minutos, como se puede ver en la figura 25.

Figura 25. *Espécimen en bomba de vacíos*

Por consiguiente, se libera la presión de la válvula de vacío y se procede a tomar el peso de los especímenes en el recipiente de la muestra sumergido en agua a 25 °C más la placa de vidrio (E), como se puede ver en la figura 26. Se llena lentamente el recipiente con agua para evitar introducir aire dentro de la muestra.

Figura 26. *Peso del agua, espécimen sumergido y placa de vidrio para densidad de Rice*

Posteriormente se calcula la gravedad específica máxima de la mezcla como se expresa en, [15]. En el apéndice A, se puede ver la gráfica de Rice correspondiente para el diseño Marshall.

4.2.2.4.3 Contenido de vacíos y porcentaje de asfalto de mezcla asfáltica. Posteriormente se calcula el porcentaje de (%) de asfalto absorbido, el porcentaje (%) de agregados sin vacíos con aire, el porcentaje (%) de vacíos con aire en la mezcla (Va) por el grupo de briquetas a diferentes porcentajes (%) de asfalto.

Teniendo en cuenta los datos anteriores se calcula el porcentaje (%) de vacíos en los agregados pétreos (VAM) y el porcentaje (%) de vacíos llenos de asfalto. Y otros datos se calculan para el diseño Marshall como el porcentaje (%) de asfalto contenido en la mezcla (Pbe).

En el correspondiente anexo B, se puede ver el diseño Marshall con todos los resultados calculados y que aplican para cada uno de los grupos de cinco (5) especímenes con diferentes porcentajes (%) de asfalto como se expresa en [9].

4.2.2.4.4 Resultado de diseño mezcla asfáltica método Marshall. De los resultados obtenidos se grafican 10 (diez) curvas de diseño para determinar el contenido de asfalto optimo, que cumpla con los parámetros establecidos y determinar el nuevo valor de estabilidad que se acerque y refleje los valores obtenidos para la producción de la mezcla asfáltica. Para seleccionar el contenido de asfalto optimo se toma como criterios del artículo 450 del Invias 2013 para, mezclas MDC-19 y para transito NT3, que fueron comparados con las 10 (diez) curvas de diseño obtenidas y se resumen en la tabla 8.

Tabla 8. Resultados del diseño Marshall para cada porcentaje de asfalto

Contenido asfalto	Unidad	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	Especificación
Densidad briqueta (Bulk)	g/cm3	2,305	2,326	2,339	2,326	2,315	Datos diseño
Densidad Rice (Gmm)	g/cm3	2,479	2,465	2,450	2,442	2,430	Datos diseño
Vacíos con aire (Va)	%	7,0	5,7	4,5	4,7	4,7	4%-6%

Contenido asfalto	Unidad	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	Especificación
Vacíos en los agregados (VAM)	%	17,05	16,72	16,68	17,6	18,42	>14%
Vacíos llenos de asfalto (VFA)	%	59,8	66,2	72,9	73,0	74,2	65% a 75%
Estabilidad corregida (Et)	N	13078	14058	15509	14755	13533	≥9000
Flujo (mm) (Ft)	mm	2,5	2,9	3,2	3,6	3,9	2,0 a 3,5
Relación Estabilidad/Flujo	kN/mm	5,2	4,9	4,8	4,1	3,4	3,0 a 6,0

Nota: los resultados del diseño para cada porcentaje de asfalto dependen del promedio de la densidad de bulk de los tres (3) especímenes de cada grupo de briquetas.

Tomado de [14].

Se obtiene el asfalto optimo teniendo en cuenta la estabilidad que más se acerca al valor medio para la producción de la mezcla asfáltica. En la tabla 9, se evidencia los datos del diseño Marshall.

Tabla 9. Resultados diseño Marshall (formula de trabajo)

Parámetro	Unidad	Resultado	Min	Max
Contenido optimo asfalto	%	5,4	5,1	5,7
Vacíos con aire (Va)	%	4,8	4,0	6,0
Densidad de bulk briqueta	g/cm3	2,339	Dato diseño	
Densidad de Rice	g/cm3	2,455	Dato diseño	
Estabilidad	N	15390	9000	
Flujo	mm	3,2	2,0	3,5
Vacíos en los agregados (VAM)	%	16,6	15	
Vacíos en la mezcla	%	4,8		
Vacíos llenos de asfalto (VFA)	%	71,0	65	75
Relación Llenante/Ligante		1,0	0,8	1,2
Relación Estabilidad/Flujo		4,81	3,0	6,0

Nota: el contenido de asfalto puede variar en más o menos 0,3% según lo descrito por la sección artículo 450.5.2.3.1 donde se expresa el contenido de asfalto para la producción de mezclas asfálticas en el control de calidad de la composición de la mezcla.

Tomado de [14].

4.3 Actividades objetivo 3

Se describe el desarrollo de las actividades de la metodología de este documento de la tabla 1, para, cumplir con el objetivo 3.

4.3.1 *Visitas técnicas de obra*

A razón del departamento de ingeniería se hicieron visitas a las diferentes obras que tiene la empresa COINOBRAS durante el año 2021. Que se componen de construcción de estructuras de pavimentos, optimización de alcantarillados y construcción de edificaciones.

4.3.1.1 Obras de malla vial. Se realizaron diferentes visitas de obra a los frentes de malla vial en donde se está realizando el mejoramiento de la estructura del pavimento. Por lo cual se realizó el acompañamiento del ingeniero residente de obra durante los trabajos de campo en la estructura del pavimento.

4.3.1.1.1 Instalación de mezcla asfáltica. La empresa está realizando el mejoramiento de la malla vial sobre de sectores de la vía donde hay daños apreciables sobre la estructura del pavimento flexible. El mejoramiento de la vía es definido por el interventor de la obra, en este caso designado por el consorcio CD Bucaramanga.

Los daños de la estructura del pavimento para considerar el mejoramiento son: deterioro de capas de las estructuras estas del tipo a) Descascaramientos, b) Baches, c) Parches; fisuras del tipo a) Fisuras de bloque, b) Piel de cocodrilo; deformación del tipo a) hundimiento; daños superficiales del tipo a) Desgaste superficial, b) Perdida de agregado, c) Cabezas duras expresada en, [18].

Se realizó la visita al frente de obra ubicada en el barrio comuneros ubicado en la carrera 22 entre calle 8 y 9. En la figura 27, se puede ver la vía antes de ser levantada la carpeta asfáltica.

Figura 27. Carrera 22 con calle 8 y 9



Tomado de [19].

Se puede ver la figura 28, la caja designada por interventoría a ser levantada y reemplazada por nuevo material para base granular (triturado 3/4”) y capa asfáltica (MDC-19). Tanto la base granular como la mezcla asfáltica son producidas en la planta de producción de asfalto de COINOBRAS.

Figura 28. Caja levantada sobre el sector del barrio comuneros



A razón a que solo es un mejoramiento de la estructura del pavimento, no se requiere de un diseño nuevo del mismo, se siguen los niveles de la rasante y del bombeo de la vía anteriormente construida. Para dar inicio al proceso de instalación de la mezcla se debe realizar la imprimación de la caja, con una emulsión asfáltica. Esto se hace según [2], con el fin de garantizar la unión entre la capa subyacente (base granular) y la carpeta asfáltica, además, de impermeabilizar la estructura.

La superficie de la base granular a la vista debe encontrarse seca o con leve humedad, además, si hay presencia de material suelto debe ser retirado por barrido. En [2], la correcta distribución de la emulsión se hace mediante el rociado manual por 500g/m² mediante la implementación de un carro tanque irrigador como se puede ver en la figura 29.

Figura 29. *Irrigación de emulsión sobre la base granular*



En este caso el tipo de emulsión a utilizar para la imprimación puede ser del tipo CRL-0 o CRL-1 (emulsión catiónica de rompimiento lento), que relacionan la velocidad de salida del agua de la mezcla y de viscosidad (baja y media respectivamente), en [2]; las especificaciones de la emulsión según Invias 2013 artículo 411 y artículo 420.

La temperatura de mezclado se toma como se puede ver en la figura 30, con el material llegado al sitio de trabajo. La temperatura de compactación se toma cuando la mezcla ya ha sido distribuida sobre la caja, por la finisher. Estas temperaturas se toman para llevar control de calidad y deben ser acordes al certificado de calidad del asfalto de la empresa que es el suministrador tanto del asfalto.

Figura 30. Toma de temperatura de compactación mezcla asfáltica en obra



Para garantizar que la carpeta asfáltica este siendo instalada con los 8 cm requeridos, se ajusta la finisher con 9,6 cm ya que, después de realizar la compactación de la capa con el vibro compactador de rodillo y el de neumático se reduce el espesor. La carpeta deberá estar por encima de nivel de la rasante de la vía durante la colocación de la mezcla utilizando la finisher. A continuación, en la figura 31, se puede ver la distribución de la mezcla asfáltica con ayuda de la cuadrilla de la obra y la herramienta menor.

Figura 31. *Distribución de mezcla asfáltica sobre la caja de la vía*

Después de la instalación y colocación de la mezcla asfáltica se debe aplicar energía para compactar la capa mediante el vibrador de rodillo por toda la caja de la vía. Posteriormente se utiliza un vibrador neumático para dar el terminado final como se puede ver en la figura 32. Es necesario garantizar que las juntas del pavimento nuevo y el pavimento viejo estén bien elaboradas para evitar fisuras posteriores al mantenimiento de la vía.

Figura 32. *Compactación de mezcla asfáltica sobre caja de la vía*

4.3.1.2 Visitas técnicas alcantarillado EMPAS. A continuación, se realizó la visita a la obra correspondiente a la optimización del alcantarillado en el barrio Álvarez en los diferentes frentes de obra.

4.3.1.2.1 Carrera 38 entre calle 33 y 32. Se llegó al punto ubicado en donde se estaban realizando los trabajos de reemplazar la tubería vieja de PVC por nueva tubería que, sería la encargada de realizar la recolección de las aguas residuales de cada uno de los puntos de recepción.

La tubería nueva utilizada tiene diámetros desde 10 pulgadas (254 mm) hasta 128 pulgadas (700 mm). En algunos de los tramos de la tubería presenta una silla yee como se puede ver en la figura 33, que permite la conexión entre la línea de tubería matriz del alcantarillado con las tuberías de las conexiones domiciliarias o las manijas auxiliares.

Figura 33. Tubería de Pavco con un kit de silla yee



El topógrafo de la obra y el ingeniero residente dependiendo de las condiciones del suelo natural, la saturación del suelo toma dos opciones: 1) recuperar el suelo extrayendo el material en

mal estado, 2) Se colocan capas de triturado según el nivel que se requiere para la batea de la tubería para garantizar tanto la pendiente como la lineal del mismo hasta la conexión con los pozos o las manijas.

Antes de realizar los procesos de relleno y compactación después de ubicada la tubería el topógrafo pide que uno de los oficiales de la obra posicione la mira cómo se puede ver en la figura 34, en el extremo final de la cota clave del colector para garantizar la pendiente del 1%, y con ayuda de una estación total garantiza la línea del colector; si se requiere de mayor altura se coloca una mayor capa de triturado en el cajón y se acomoda el triturado de tal manera que se corrija altura de la cota clave.

Figura 34. Línea y nivel de la tubería instalada



4.3.1.3 Vistas técnicas edificio Akau 25. Con respecto a la visita realiza a la construcción de estructural vertical ubicada en el barrio comuneros, denominada “Akau 25”. Se está llevando a cabo la construcción del edificio como se puede ver en la figura 35.

4.3.1.3.1 Proceso constructivo de estructura. El proceso consiste en el armado del acero y fundir los elementos estructurales como se puede ver en la figura 35.

Figura 35. *Construcción vertical Akau 25*

En la figura 36, se puede ver el acero figurado que componente los elementos estructurales como vigas, viguetas y columnas; además, de la malla utilizada por retracción a la temperatura. Algunos de estos aceros se piden al fabricante ya figurados según el diseño estructural y otros se figuran en la misma obra de varillas entre 6 a 12 m de longitud.

Figura 36. *Vigas y viguetas con acero de refuerzo*

La estructura de la edificación es un sistema a porticado compuesto de vigas y columnas con mampostería confinada; donde irán ubicadas tanto las puertas como las ventanas. Se utilizan

dovelas de acero con una separación de cada 4 m para darle refuerzo y rigidez a los marcos donde se ubican estos.

A continuación, se puede ver el proceso de construcción de la placa de concreto aligerada con casetones de madera no removibles. La losa presenta tanto una loseta superior y una loseta inferior, del tipo unidireccional como se puede ver en la figura 37. La sección transversal de la losa aligerada corresponde a 3 cm de loseta inferior, 37 cm de altura de viguetas y 5 cm de loseta superior.

Figura 37. *Construcción placa de entrepiso*



El concreto de 4000 psi es traído desde la planta de PREVESA, se realiza el suministro del mismo mediante una bomba a presión y una esponja (bola) que se utiliza para limpiar el ducto donde se desplaza el flujo antes de llegar a la zona construcción de la placa de concreto, inicialmente se procede al transporte del concreto por bombeo según Perles en [20].

El bombeo del concreto se debe realizar en el menor tiempo posible para garantizar una correcta distribución del concreto sobre la superficie del entrepiso. Por consiguiente, se evita el fraguado del concreto sin realizar una correcta colocación (manejabilidad adecuada) de la mezcla por parte de la cuadrilla de obreros según Perles, en [20]. En la obra se utilizan casetones de madera

forrados de una fibra que permite retirarlos cuando se construyen losas aligeradas sin loseta inferior como se puede ver en la figura 36 y 37.

Figura 38. *Placa aligerada construida*



La placa aligerada presenta detalles constructivos debido a la presión con la cual se bombea el concreto. La fundida de la placa mueve los casetones, generando secciones irregulares de viguetas que deben tener un espesor mínimo de 10 cm según [21].

Se puede ver en la figura 39, como se está llevando a cabo el transporte del concreto para la construcción de viguetas y la loseta superior de la placa de entrepiso. La cuadrilla de obreros se encarga de realizar la correcta distribución y corte de la mezcla de concreto a la altura de la banda (formaleta) según lo requerido por los diseños estructurales.

Figura 39. *Construcción de placa aligerada de concreto*

Además, se puede ver a un trabajador de la empresa externa PREVESA S.A.S. en la figura 40, encargado del suministro del concreto y realizando el proceso de curado (aproximadamente entre 4 y 10 horas después de colocado el concreto según Perles en [20]), a razón de liberación de calor (secado prematuro bajo un nivel de temperatura) que puede afectar la relación agua cemento de la mezcla de concreto por lo cual es necesario hidratarlo según Rochel, en [22]. Según Rochel en [22], un exceso en el vibrado puede llegar a ocasionar segregación en la mezcla separando los agregados finos de los agregados gruesos.

Figura 40. *Curado de placa aligerada en concreto*

4.3.1.3.2 Proceso constructivo mampostería. En la siguiente figura 41, se puede ver la construcción de las primeras hiladas de mampostería correspondiente a muros divisorios, antepechos y zonas comunes.

Figura 41. Construcción de primera hilada de muros de mampostería



El proceso constructivo de un muro de mampostería corresponde a la designación de un oficial de mampostería encargado de realizar el replanteo del entrepiso según los planos arquitectónicos. Este utiliza unos ejes para ubicarse espacialmente denominados calandros como se puede ver en la figura 42, con el fin de amarrarse a los ejes del edificio, estos van desde la zona social (último piso) hasta el sótano.

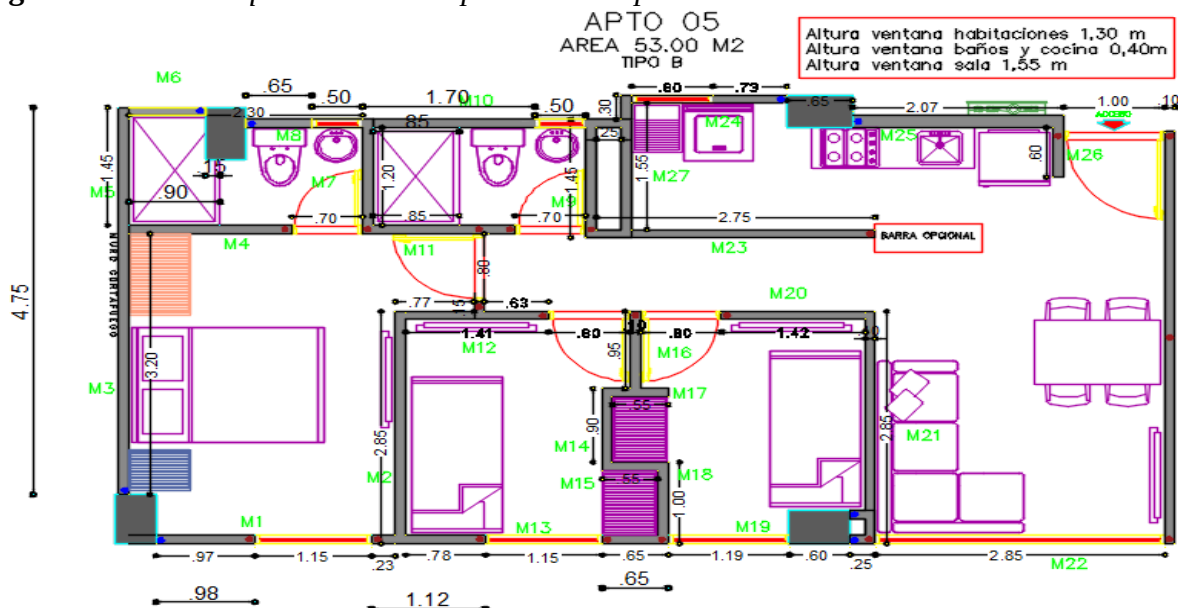
Figura 42. *Calandros o ejes de la edificación*

En consecuencia, se procede a marcar sobre la placa el espesor del muro a levantar. En este edificio se están utilizando ladrillos u10, h15 y h10 (cimento). En los muros divisorios de los apartamentos y de la zona social se utiliza el u10 como se puede ver en la figura 43. El ladrillo h15 se utiliza como un elemento de volumen en muros donde van las cajas de los medidores de agua para, garantizar que no se salgan de la mampostería. Los ladrillos utilizados para las escaleras, escaleras de emergencia y los fosos de los ascensores son h10 (cimento) para garantizar la construcción de muros corta fuego.

Figura 43. *Construcción de muros de mampostería*

Según los planos se debe anclar la mampostería con unas dovelas sobre la placa para darle un refuerzo. A continuación, se puede ver en la figura 44, un plano de un apartamento tipo con los puntos donde debe ir amarrados los muros de mampostería.

Figura 44. Plano arquitectónico de apartamento tipo 5 Akau 25



El punto rojo indica el anclaje del muro de manera vertical mediante dovelas de 3/8" que viene desde la placa inferior y se amarran a otra dovela desde la placa superior. El punto azul indica anclaje mediante acero de refuerzo en posición horizontal, cada tres hiladas se coloca un pin donde ira anclada con varillas de acero de 3/8" de 25 cm de longitud dentro de un muro de mampostería, columna o pantalla de concreto. Se puede ver en la figura 45, el uso de una mordaza para evitar que los ladrillos colocados pierdan el plomo, además de grafil (varillas de diámetro menor a 9 mm) para evitar que la mampostería se dilate (grietas).

Figura 45. *Anclaje horizontal de muro de mampostería contra pantalla y/o muro corta fuego*



4.3.1.3.4 Proceso constructivo estuco y pintura. Posteriormente a los trabajos de mampostería se debe estucar (estuco sobre ladrillo) los muros como se puede ver en la figura 46, utilizando una llana y una espátula de 4" para darle los acabados al muro. El estuco compuesto de una relación de yeso, cemento, caolín y agua. Utilizado para dale acabado fino y realizar los filos y dilataciones de los muros de mampostería, además, de permitir rectificar los ladrillos desalineados y con bordes por fuera del replanteo (no se hace uso de una capa friso a razón del presupuesto del proyecto).

Figura 46. *Aplicación del estuco sobre ladrillo*



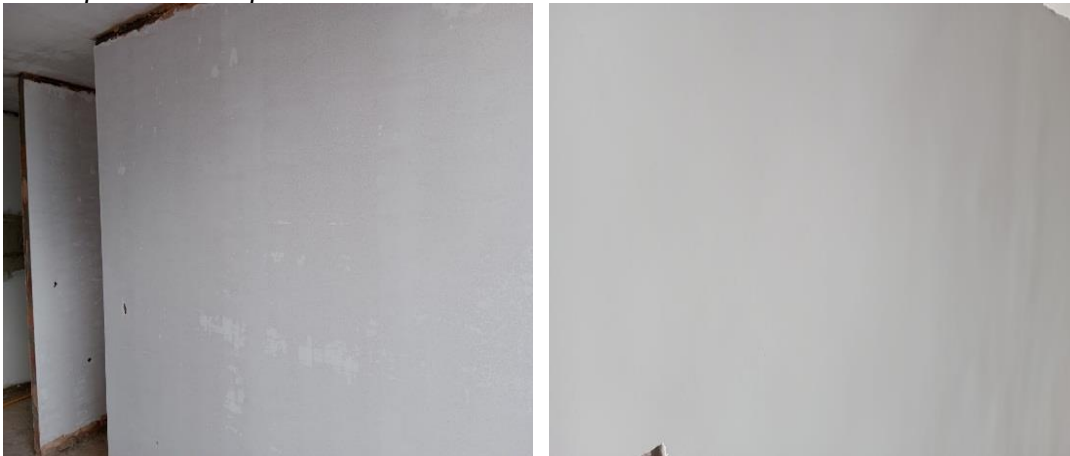
En promedio el estucador por administración debe tener un rendimiento diario de alrededor de 40 m². El rendimiento es medido por el practicante de ingeniería diariamente y es registrado en el formato de la figura 47.

Figura 47. Rendimiento diario de estucadores

DIA	REDIMIENTO ESTUCADORES					
	EFRAIN	ANDERSON	GILBERTO	JUVENAL	CARLOS	JACKSER
23/11/2021	35,72	35,72				
24/11/2021	35,94	35,94				
25/11/2021	28,49	28,49				
26/11/2021	39,09	40,67				
27/11/2021	33,16	25,44				
29/11/2021	43,27	47,05				
30/11/2021	33,15	30,94				
01/12/2021	36,20	41,01				
02/12/2021		43,17				
03/12/2021		46,67				
04/12/2021						
09/12/2021		46,89				
10/12/2021		45,54				
11/12/2021		19,43				
13/12/2021		44,14				
14/12/2021		44,95				
15/12/2021		39,81				
16/12/2021		38,80				
17/12/2021		38,00				
18/12/2021		16,93				
20/12/2021		44,64				
21/12/2021		25,41	35,06			
22/12/2021		37,35	33,59			
23/12/2021			23,35	36,23		
27/12/2021			42,09	48,25		
28/12/2021			32,11	48,83		
29/12/2021			36,13	33,76		
30/12/2021			43,24	30,68		
03/01/2022			36,97	21,08	26,26	
04/01/2022			35,84	28,47	45,83	
05/01/2022			35,18	27,79	39,36	
06/01/2022			40,74	32,64	38,99	
07/01/2022			32,39	43,94	31,36	
08/01/2022			18,08	10,32	20,80	
11/01/2022			38,45	35,08	36,85	18,01
12/01/2022			40,70	22,26	38,39	22,75
13/01/2022			32,69	34,48	11,94	22,89
14/01/2022			46,13	49,70	42,57	30,12
15/01/2022			20,00		26,88	10,15
17/01/2022			47,48		43,70	34,48
18/01/2022			44,54		35,42	36,87
19/01/2022			43,93		43,94	27,65
20/01/2022			39,48		43,48	0,00
21/01/2022			50,30		43,91	0,00
22/01/2022			0,00		0,00	0,00
24/01/2022			40,56		40,31	0,00
25/01/2022			37,04		38,14	0,00
26/01/2022			36,87		42,76	0,00
27/01/2022			45,31		41,88	18,58
28/01/2022			36,87		40,93	0,00
29/01/2022			20,43		26,32	19,70
TOTAL	285,03	1813,89	572,15	800,01	241,21	227,70
PROM	35,63	36,28	33,66	34,78	14,19	22,77

Según el cronograma se está desarrollando la actividad de primera mano de pintura, realizada por un oficial. Esta se dosifica para 1 cuñete de pintura, $\frac{3}{4}$ de agua y $\frac{1}{4}$ de resina para dar el acabado requerido en la primera mano. A razón de que en las primeras dosificaciones del estuco estaba muy cargado de cemento y el requemar los pegues entre paños (efecto de pasar la llana varias veces sobre un área para dar un acabado brillante), el acabado de la pintura en la primera mano era de parches donde se escurre la pintura a razón, de la no adherencia del material, como se puede ver en la figura 48.

Figura 48. *Aplicación de pintura sobre estuco*



4.3.1.3.4 Proceso constructivo mortero de nivelación. Procedimiento mediante el cual, se busca nivelar la placa de entrepiso de los apartamentos correspondientes al edificio Akau 25. Por cual mediante el uso de una manguera y el fluido ACPM, se toman los niveles con respecto al nivel de la escalera, como se puede ver en la figura 49.

Figura 49. *Nivelación de placa con manguera*



En consecuencia, se toma medida del nivel de la placa en diferentes puntos, que se necesitan de referencia para conocer la cantidad de mortero con la cual se debe rellenar para garantizar nivel en todas las áreas de los apartamentos como, se puede ver en la figura 50. El mortero se prepara en una dosificación de 3 carretadas de arena gruesa, 1 bulto de cemento y agua. Se debe estar curando el mortero para garantizar un fraguado correcto. El rendimiento diario de un oficial de mortero es de alrededor de 50 m².

Figura 50. *Aplicación de mortero sobre placa*



Los puntos críticos de las placas determinan el espesor mínimo del mortero, que se relacionan en punto de la placa donde pasa tubería de gas y eléctrica que tiene aproximadamente 3/4" o aproximadamente 2 cm de diámetro; el mortero debe tener como mínimo 3 cm en estas zonas para garantizar cubrir la tubería y evitar que se desprenda de la placa de entepiso, aunque, se debe tener en cuenta los niveles de los baños para garantizar escalones de 3 cm (donde se ubica la división de los baños) para, construir la pendiente de las duchas esto se puede ver en la figura 51.

Figura 51. *Control de calidad de pendientes en duchas*

Para evitar errores en la medición de niveles posteriormente, se procedió a utilizar un nivel laser que permite tomar medidas más exactas, donde el oficial de mortero toma las medidas que proyecta el nivel laser por todos los muros tanto de apartamentos como de pasillos como se puede ver en la figura 52.

Figura 52. *Nivelación de placa con láser*

Se debe comprobar haciendo uso de codales y nivel de mano la pendiente y la línea de la placa para garantizar la no presencia de huecos. Se evitan futuros problemas de empozamiento de agua como se puede ver en la figura 53.

Figura 53. *Control de calidad de mortero*

4.3.2 Actas de cantidades

Se realizaron actas de obra con memorias para las actividades de plomería y estuco y primera de mano de pintura correspondientes a la obra Akau 25.

4.3.2.1 Corte de plomería. Por designación del ingeniero residente y el departamento de ingeniería se debería realizar el corte de plomería, relacionado con la instalación de los puntos hidráulicos, sanitarios, lluvias, gas y válvulas de gas correspondientes a los apartamentos, zona social y pasillos.

Por lo cual se hace el recorrido sobre todos los 9 pisos (apartamentos) de la edificación y se hace el conteo de los puntos. Por consiguiente, también para el corte se hizo el conteo de instalación de bajantes por piso (hasta el piso 6 por longitud de bajante), unidades de aliviaderos y cámaras de caídas ubicados en los buitrones para la tubería sanitaria, lluvia, sanitaria correspondiente para lavadora y ventilación, se adjunta el corte de plomería ver figura 54.

Figura 54. Corte instalación de puntos hidráulicos, sanitarios y aguas lluvias

COINOBRAS		CORTE DE OBRA CONTRATISTAS						Código: OC-20					
								Revisión: 001					
PROYECTO:		AKAU 25											
CONTRATISTA:						NIT:							
No. DEL CONTRATO:		CONTRATO CIVIL DE OBRA No.				FECHA DEL CONTRATO:				06 DE NOVIEMBRE DE 2020			
No. CORTE:		1				FECHA DE CORTE:				Del 1 de noviembre de 2021 al 15 de noviembre de 2021			
ITEM	ACTIVIDAD	UND	REVISIÓN PRESUPUESTO			REVISIÓN CORTE 1 OBRA PRESENTADO			CANT. PAGA ACUM.	% CANT. PAGA ACUM.	VR. PAGADO ACUMULADO	% PAGADO ACUM.	% EJE. ACUM.
			CANT.	VR. UNIT	VR. TOTAL	CANT.	VR. UNIT.	VR. TOTAL					
19.7	red hidráulica tra Punto hidráulico	und	906.00	\$ 41.688.36	\$ 37.769.653.49	773.00	\$ 41.688.36	\$ 32.225.101.71	773.00	85%	\$ 32.225.101.71	85%	100%
19.16	red hidráulica Punto agua caliente	und	396.00	\$ 52.187.27	\$ 20.666.159.89	229.50	\$ 52.187.27	\$ 11.976.979.03	229.50	58%	\$ 11.976.979.03	58%	100%
20.19	Bajante ventilación 3"	mli	365.40	\$ 10.104.65	\$ 3.692.239.26	226.2	\$ 10.104.65	\$ 2.285.671.92	226.20	62%	\$ 2.285.671.92	62%	100%
20.20	Bajante aguas lluvias 3"	mli	12.00	\$ 10.104.65	\$ 121.255.80	87	\$ 10.104.65	\$ 879.104.58	87.00	725%	\$ 879.104.58	725%	100%
20.2	Bajante Aguas negras 4"	mli	730.80	\$ 16.926.90	\$ 12.370.181.27	435	\$ 16.926.90	\$ 7.363.203.14	435.00	60%	\$ 7.363.203.14	60%	100%
20.12	Alivio-quebre caída A. lluvias	un	45.00	\$ 37.950.85	\$ 1.707.788.20	5	\$ 37.950.85	\$ 189.754.24	5.00	11%	\$ 189.754.24	11%	100%
20.13	Alivio quebre caída A. negras	un	110.00	\$ 50.023.57	\$ 5.502.592.57	25	\$ 50.023.57	\$ 1.250.589.22	25.00	23%	\$ 1.250.589.22	23%	100%
20.15	Alivio quebre ventilacion	un	55.00	\$ 37.750.85	\$ 2.076.296.68	30	\$ 37.750.85	\$ 1.132.525.46	30.00	55%	\$ 1.132.525.46	55%	100%
20.10	instal sanitaria piso superior Punto sanitario	un	1295.00	\$ 59.821.54	\$ 77.468.891.28	767.50	\$ 59.821.54	\$ 45.913.030.16	767.50	59%	\$ 45.913.030.16	59%	100%
24.11	punto de gas	un	225.00	\$ 102.855.00	\$ 23.142.375.00	60.75	\$ 102.855.00	\$ 6.248.441.25	60.75	27%	\$ 6.248.441.25	27%	100%
COSTO DIRECTO:			\$ 184.517.433			\$ 109.464.401			\$ 109.464.401				
ADMINISTRACIÓN:			% 0	\$ 184.517.433	\$ -	0	\$ 109.464.401	\$ -	0	\$ 109.464.401	\$ -		
IMPREVISTOS:			% 0	\$ 184.517.433	\$ -	0	\$ 109.464.401	\$ -	0	\$ 109.464.401	\$ -		
UTILIDAD:			% 4	\$ 184.517.433	\$ -	4	\$ 109.464.401	\$ 4.378.576	4	\$ 109.464.401	\$ 4.378.576		
SUB-TOTAL 1 (CD+AU)			\$ 184.517.433			\$ 109.464.401			\$ 109.464.401				
RETEPUENTE:			% 2	\$ 184.517.433	\$ -	2	\$ 109.464.401	\$ 2.189.288	2	\$ 109.464.401	\$ 2.189.288		
AMORTIZACIÓN:			% 5	\$ 184.517.433	\$ -	5	\$ 109.464.401	\$ 5.473.220	5	\$ 109.464.401	\$ 5.473.220		
RETEGARANTIA:			% 10	\$ 184.517.433	\$ -	10	\$ 109.464.401	\$ 10.946.440	10	\$ 109.464.401	\$ 10.946.440		
RETEICA 0.5%			% 0.5	\$ 184.517.433	\$ -	0.5	\$ 109.464.401	\$ 547.322	0.5	\$ 109.464.401	\$ 547.322		
SUB-TOTAL 2 (Antes de IVA):			\$ 184.517.433			\$ 90.308.131			\$ 90.308.131				
IVA:			% 19	\$ -	\$ -	19	\$ 4.378.576	\$ 831.929	19	\$ 4.378.576	\$ 831.929		
NETO A PAGAR:			\$ 184.517.433			\$ 91.140.060			\$ 91.140.060				
ANTICIPOS Y CORTES										FECHA		VALOR	
ANTICIPO										-		\$ -	
												\$ -	

Se puede ver en la siguiente figura 55 los aliviaderos y cámaras de caída ubicados en los bajantes respectivamente. Los aliviaderos construidos en los pisos 6 y 11 (pendientes aun por construir); las cámaras de caída construidas en los pisos 5 y 10 (pendientes aun por construir).

Figura 55. Aliviadero y cámaras de caída construida en los bajantes



Corte de plomería que fue cargado al sistema denominado SAO technology, para llevar el control de obra. Esto con el fin de conocer el porcentaje de avance de los capítulos,

correspondientes al presupuesto inicial de obra. Además, de poder llevar el control de los tiempos en las actividades según la programación de obra.

4.3.2.2 Corte de estuco y pintura. Por designación del ingeniero residente y el departamento de ingeniería se realizó el corte de estuco y pintura. Se realizaron dos (2) cortes de estuco y pintura acordes a las cantidades de obra pagadas que relacionan la mano de obra. En esto se relaciona el rendimiento de los oficiales de estuco y pintura que se pueden ver en la figura 47.

A continuación, se evidencia en la figura 56, el corte de mano de obra (estuco #1) correspondiente a la aplicación de estuco y pintura tanto para placas como para muro desde el 15 de noviembre del 2021 a 31 de diciembre de 2021.

Figura 56. Corte #1 mano de obra de estuco y primera mano de pintura

		CORTE DE OBRA CONTRATISTAS						Código: OC-20					
								Revisión: 001					
PROYECTO:		AKAU 25											
CONTRATISTA:						NIT:							
No. DEL CONTRATO:		CONTRATO CIVIL DE OBRA No.				FECHA DEL CONTRATO:		08 DE NOVIEMBRE DE 2020					
No. CORTE:						FECHA DE CORTE:		Del 15 de noviembre de 2021 al 31 de diciembre de 2021					
ITEM	ACTIVIDAD	UND	REVISIÓN PRESUPUESTO			REVISIÓN CORTE 1 OBRA PRESENTADO			CANT. PAGA ACUM.	% CANT. PAGA ACUM.	VR. PAGADO ACUMULADO	% PAGADO ACUM.	% EJE. ACUM.
			CANT.	VR. UNIT	VR. TOTAL	CANT.	VR. UNIT.	VR. TOTAL					
	M.o. estuco y pintura interior m2	und	15850	\$ 4.500,00	\$ 71.325.000,00	1154,79	\$ 4.500,00	\$ 2.057.490,00	1154,79	7%	\$ 5.196.555	7%	7%
	M.O. Estuco acabado bajo placa m2	und	6000	\$ 4.500,00	\$ 27.000.000,00	457,22	\$ 4.500,00	\$ 5.196.555	457,22	8%	\$ 2.057.490	8%	8%
COSTO DIRECTO:			\$ 98.325.000			\$ 7.254.045			\$ 7.254.045				
ADMINISTRACIÓN:			% 0	\$ 98.325.000	\$ -	0	\$ 7.254.045	\$ -	0	\$ 7.254.045	\$ -		
IMPREVISTOS:			% 0	\$ 98.325.000	\$ -	0	\$ 7.254.045	\$ -	0	\$ 7.254.045	\$ -		
UTILIDAD:			% 4	\$ 98.325.000	\$ -	4	\$ 7.254.045	\$ 290.162	4	\$ 7.254.045	\$ 290.162		
SUB-TOTAL 1 (CD+AIU)			\$ 98.325.000			\$ 7.254.045			\$ 7.254.045				
RETEFUENTE:			% 2	\$ 98.325.000	\$ -	2	\$ 7.254.045	\$ 145.081	2	\$ 7.254.045	\$ 145.081		
AMORTIZACIÓN:			% 5	\$ 98.325.000	\$ -	5	\$ 7.254.045	\$ 362.702	5	\$ 7.254.045	\$ 362.702		
RETEGARANTÍA:			% 10	\$ 98.325.000	\$ -	10	\$ 7.254.045	\$ 725.405	10	\$ 7.254.045	\$ 725.405		
RETEICA 0.5%			% 0,5	\$ 98.325.000	\$ -	0,5	\$ 7.254.045	\$ 36.270	0,5	\$ 7.254.045	\$ 36.270		
SUB-TOTAL 2 (Antes de IVA):			\$ 98.325.000			\$ 6.884.687			\$ 6.884.687				
IVA:			% 19	\$ -	\$ -	19	\$ 290.162	\$ 55.131	19	\$ 290.162	\$ 55.131		
NETO A PAGAR:			\$ 98.325.000			\$ 8.038.718			\$ 8.038.718				
ANTICIPOS Y CORTES										FECHA		VALOR	
ANTICIPO										03/12/2020		\$ -	

En consecuencia, se evidencia en la figura 57, el corte de mano de obra (estuco #2) correspondiente a la aplicación de estuco y pintura tanto para placas como para muros desde el 01 de enero del 2022 a 31 de enero de 2022.

Figura 57. Corte #2 mano de obra de estuco y primera mano de pintura

		CORTE DE OBRA CONTRATISTAS						Código: OC-20							
								Revisión: 001							
PROYECTO:		AKAU 25													
CONTRATISTA:						NIT:									
No. DEL CONTRATO:		CONTRATO CIVIL DE OBRA No.				FECHA DEL CONTRATO:				08 DE NOVIEMBRE DE 2020					
No. CORTE:						FECHA DE CORTE:				Del 01 de enero de 2022 al 31 de enero de 2022					
ITEM	ACTIVIDAD	UND	REVISIÓN PRESUPUESTO			REVISIÓN CORTE 2 OBRA PRESENTADO			CANT. PAGA ACUM.	% CANT. PAGA ACUM.	VRL PAGADO ACUMULADO	% PAGADO ACUM.	% EJEC. ACUM.		
			CANT.	VR. UNIT	VR. TOTAL	CANT.	VR. UNIT.	VR. TOTAL							
	M.a. estuco y pintura interior m2	und	15850	\$ 4.500,00	\$ 71.325.000,00	1865,74	\$ 4.500,00	\$ 3.093.075,00	3020,53	19%	\$ 13.592.385	19%	19%		
	M.O. Estuco acabado bajo placa m2	und	6000	\$ 4.500,00	\$ 27.000.000,00	687,35	\$ 4.500,00	\$ 8.395.830	1144,57	19%	\$ 5.150.565	19%	19%		
COSTO DIRECTO:			\$ 98.325.000			\$ 11.488.806			\$ 18.742.860						
ADMINISTRACIÓN:			% 0	\$ 98.325.000	\$ -	0	\$ 11.488.905	\$ -	0	\$ 18.742.950	\$ -				
IMPREVISTOS:			% 0	\$ 98.325.000	\$ -	0	\$ 11.488.905	\$ -	0	\$ 18.742.950	\$ -				
UTILIDAD:			% 4	\$ 98.325.000	\$ -	4	\$ 11.488.905	\$ 459.556	4	\$ 18.742.950	\$ 749.718				
SUB-TOTAL 1 (CD+AU):			\$ 98.325.000			\$ 11.488.806			\$ 18.742.860						
RETEFUENTE:			% 2	\$ 98.325.000	\$ -	2	\$ 11.488.905	\$ 229.778	2	\$ 18.742.950	\$ 374.859				
AMORTIZACIÓN:			% 5	\$ 98.325.000	\$ -	5	\$ 11.488.905	\$ 574.445	5	\$ 18.742.950	\$ 937.148				
RETEGARANTIA:			% 10	\$ 98.325.000	\$ -	10	\$ 11.488.905	\$ 1.148.891	10	\$ 18.742.950	\$ 1.874.295				
RETEICA 0.5%			% 0,5	\$ 98.325.000	\$ -	0,5	\$ 11.488.905	\$ 57.445	0,5	\$ 18.742.950	\$ 93.715				
SUB-TOTAL 2 (Antes de IVA):			\$ 98.325.000			\$ 8.478.347			\$ 16.482.804						
IVA:			% 19	\$ -	\$ -	19	\$ 459.556	\$ 87.316	19	\$ 749.718	\$ 142.446				
NETO A PAGAR:			\$ 98.325.000			\$ 8.686.682			\$ 16.806.380						
ANTICIPOS Y CORTES										FECHA		VALOR			
ANTICIPO										03/12/2020		\$ -			

Estos cortes (Estuco #1 y #2) se cargaron al software SAO con un ajuste a la cantidad de los cortes del 60 por ciento (%) ya que, en el valor unitario se incluye las tres manos de pinturas y solo se carga la primera mano.

4.3.3 Licitaciones

Debido a que se lleva adelantado los trabajos de mampostería, estuco y pintura del edificio Akau 25, se preparó la licitación para, la compra de ventaría (vidrio, aluminio, tornillería y accesorio para instalación) de la edificación por lo cual, se realizó el pliego de especificaciones.

Se realizó un análisis a los planos arquitectónicos con las medidas y se verificaron en obra todos los vanos de los 9 apartamentos tipo, como se puede ver en la figura 58.

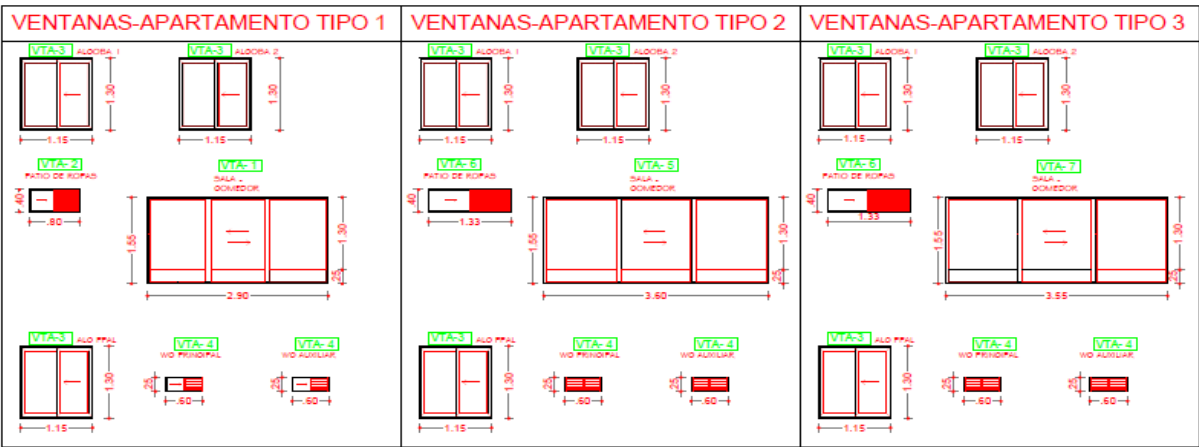
Figura 58. Toma de dimensiones vanos de ventanas de apartamentos Akau 25



En caso de que el vano no tenga las medidas se procede a la utilización de la pulidora para rectificar la medida. Se evidencia en el anexo C, un cuadro resumen de los 21 tipos de ventanería de la edificación y la cantidad total cual se requiere.

Para la licitación se realizaron planos de referencia con las medidas de cada uno de los vanos donde irán ubicadas las ventanas. Se crearon en AutoCAD los dibujos de la forma apertura y el tipo de la ventanería según el criterio arquitectónico como se puede ver en la figura 59.

Figura 59. Plano AutoCAD ventanas tipo



5. Conclusiones

La práctica empresarial es una manera de aplicar y adquirir experiencias en obras de ingeniería.

En relación con el objetivo 1 de la práctica para supervisión de ensayos de mezclas asfáltica se codificó en el plan de calidad el formato del apéndice A y B para, llevar el control de diseños de mezclas que cambia según los datos que sean ingresados, además está vinculado a la norma Invias 2013.

Con el desarrollo de una práctica empresarial se conoce el funcionamiento de una empresa de ingeniería desde el interior hasta los trabajos de campo.

En relación con el objetivo 2 de la practica en el diseño de mezcla asfáltica se puede analizar que dependiendo del porcentaje de adherencia (%) del asfalto, cambian los parámetros o variables del diseño con el cual se va a fabricar una mezcla.

Se adquirieron conocimientos de los procesos de constructivos de obras como pavimento, estructuras verticales, mampostería, redes y acabados en obras de vivienda.

Con respecto al objetivo 3, en las actividades desarrolladas tanto de pavimento, estructuras y acabados se debe hacer una supervisión diaria para, realizar el control mediante cortes de obra teniendo en cuenta las especificaciones técnicas del proyecto.

La práctica empresarial permite adquirir responsabilidades como el desarrollo de cortes de obras sustentadas con actas y registro fotográficos.

Es necesario tener conocimiento de las normas como la INVIA, NSR-10, NTC, RAS 2000 para garantizar el control y la calidad de las obras de construcción.

Referencias

- [1] COINOBRAS, “Portafolio empresarial”, 2020. Bucaramanga. Colombia.
- [2] H.A. Rondón & F.A. Reyes “Pavimentos, materiales, construcción y diseño”. 1ªed. Bogotá D.C., Colombia: ECOE EDICIONES, 2015.
- [3] C. Kraemer et al., “INGENIERÍA DE CARRETERAS: Volumen II”. 1ªed. España, Madrid: Mc Graw Hill, 2004.
- [4] L. Bañón & J.F. Bevia, “Manual de Carreteras. Volumen II: construcción y mantenimiento”, 1ªed. México, Ciudad de México: Instituto Mexicano del Transporte, 2000.
- [5] Google Earth. (2001). Google. Accedido: 4 nov. 2021. [Online]. Disponible: <https://earth.google.com/web/>
- [6] J. Ayllón, “Maquinaria y equipo de construcción”, 1ªed. México, Ciudad de México: Instituto Mexicano del Transporte, 2000.
- [7] Asociación de Productores y Pavimentadores Asfálticos de Colombia, “Cartilla de pavimento asfáltico”, 1ªed. Bogotá D.C., Colombia: ASOPAC, 2004.
- [8] A. Montejo, “Ingeniería de pavimentos para carreteras”, 2ªed. Bogotá D.C., Colombia: Ágora Editores, 1998.
- [9] Invias, *Normas de ensayo para materiales de carreteras*, INV-E 799, 2012. Accedido: 5 oct. 2021. [Online]. Disponible: <https://www.invias.gov.co/index.php/documentos-tecnicos/139-documento-tecnicos/1988-especificaciones-generales-de-construccion-de-carreteras-y-normas-de-ensayo-para-materiales-de->
- [10] Invias, *Manual de diseño de pavimentos asfálticos para vías con bajos volúmenes de tránsito*, 2007. Accedido: 5 oct. 2021. [Online]. Disponible:

<https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/especificaciones-tecnicas/987-manual-de-diseno-de-pavimentos-asfalticos-para-vias-con-bajos-volumenes-de-transito>

[11] Invias, *Especificaciones generales de construcción de carreteras artículo 450*, 2012.

Accedido: 5 oct. 2021. [Online]. Disponible:

<https://www.invias.gov.co/index.php/documentos-tecnicos/139-documento-tecnicos/1988-especificaciones-generales-de-construccion-de-carreteras-y-normas-de-ensayo-para-materiales-de->

[12] Invias, *Especificaciones generales de construcción de carreteras artículo 330*, 2012.

Accedido: 5 oct. 2021. [Online]. Disponible:

<https://www.invias.gov.co/index.php/documentos-tecnicos/139-documento-tecnicos/1988-especificaciones-generales-de-construccion-de-carreteras-y-normas-de-ensayo-para-materiales-de->

[13] Invias, *Especificaciones generales de construcción de carreteras artículo 320*, 2012.

Accedido: 5 oct. 2021. [Online]. Disponible:

<https://www.invias.gov.co/index.php/documentos-tecnicos/139-documento-tecnicos/1988-especificaciones-generales-de-construccion-de-carreteras-y-normas-de-ensayo-para-materiales-de->

[14] E. Molano, “Diseño volumétrico Marshall mezcla densa en caliente tipo mdc-19 cemento asfáltico 60/70 p.a. 0.75%”, COINOBRAS S.A.S., Bucaramanga, Colombia, Rep (II), jul. 2021.

[15] Invias, *Especificaciones generales de construcción de carreteras artículo 311*, 2012.

Accedido: 5 oct. 2021. [Online]. Disponible:

- <https://www.invias.gov.co/index.php/documentos-tecnicos/139-documento-tecnicos/1988-especificaciones-generales-de-construccion-de-carreteras-y-normas-de-ensayo-para-materiales-de->
- [16] Invias, *Normas de ensayo para materiales de carreteras*, INV-E 733, 2012. Accedido: 4 nov. 2021. [Online]. Disponible: <https://www.invias.gov.co/index.php/documentos-tecnicos/139-documento-tecnicos/1988-especificaciones-generales-de-construccion-de-carreteras-y-normas-de-ensayo-para-materiales-de->
- [17] Invias, *Normas de ensayo para materiales de carreteras*, INV-E 735, 2012. Accedido: 4 nov. 2021. [Online]. Disponible: <https://www.invias.gov.co/index.php/documentos-tecnicos/139-documento-tecnicos/1988-especificaciones-generales-de-construccion-de-carreteras-y-normas-de-ensayo-para-materiales-de->
- [18] Invias, *Estudio e investigación del estado actual de las obras de la red nacional de carreteras*, 2006. Accedido: 4 nov. 2021. [Online]. Disponible: <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/manuales-de-inspeccion-de-obras/974-manual-para-la-inspeccion-visual-de-pavimentos-flexibles/file>
- [19] Google Maps. (2005). Google. Accedido: 10 feb. 2021. [Online]. Disponible: <https://www.google.com/maps/@7.1376656,-73.1254069,3a,75y,154.49h,86.09t/data=!3m6!1e1!3m4!1sjAWMIArPU00RAaBis0XArw!2e0!7i16384!8i8192>
- [20] P. Perles, “Hormigón armado”. 1ªed, Argentina, Bueno Aires: Nobuko, 2009.
- [21] NSR-10, Título c concreto estructural. 2ªed, Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, Bogotá, Colombia, 2010, pp. 118-120.

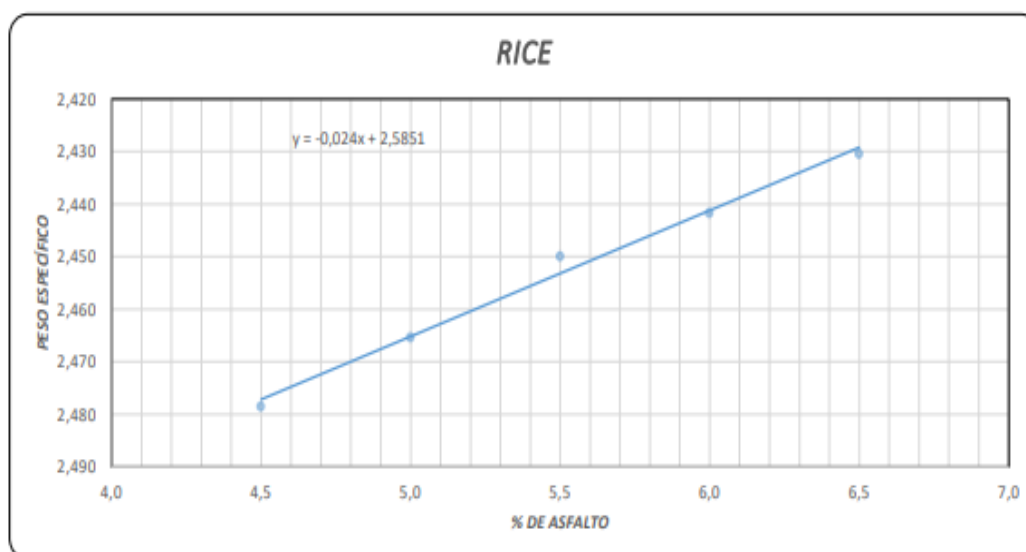
- [22] R. Rochel, “Hormigón reforzado”. 1ªed, Colombia, Medellín: Fondo Editorial Universidad EAFIT, 2007.
- [23] O. Mogollón, “Planos arquitectónicos Akau 25”, COINOBRAS S.A.S., Bucaramanga, Colombia, Rep (I), feb. 2017.

Apéndices

Apéndice A. Ensayo gravedad especifica máxima teórica (gmm) (Rice)

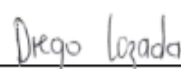
	GRAVEDAD ESPECIFICA MÁXIMA TEÓRICA (Gmm) Y DENSIDAD DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS (RICE) NORMA I.N.V. E-735	CÓDIGO: LAB-30
		REVISIÓN: 002

INVIAS 2013 E 735						
Contenido de asfalto	%	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5
Peso de la muestra	A	1142,6	1198,4	1175,0	1164,7	1131,1
Peso en agua de la mtra a 25°C	C	681,6	712,3	695,4	687,7	665,7
Peso Maximo Medido	A / (A-C)	2,479	2,465	2,450	2,442	2,430



OBSERVACIONES


 LAB. YAIR ORTÍZ
 ELABORÓ


 LAB. DIEGO LOZADA
 REVISÓ


 ING. NÉSTOR CHÁVEZ
 APROBÓ

Apéndice B. Diseño mezcla asfáltica método Marshall



DISEÑO MEZCLA ASFÁLTICA MÉTODO MARSHALL INV E-799-13

CÓDIGO: LAB-28

VERSIÓN: 001

TIPO DE ASFALTO 60/70 PROMOTOR DE ADHERENCIA 0.75%

PESO ESPECÍFICO DE ASFALTO	1.02
PESO ESPECÍFICOS DEL LLENANTE MINERAL	2.796
PESO ESPECÍFICOS DE MEDIOS	2.658
PESO ESPECÍFICO DE GRUESOS	2.631
PESO ESPECÍFICO PONDERADO	2.653

RESUMEN

Briqueta No	%Asfalto	Espesor	A	B	C	B-C	Gse			% asfalto absorbido	% total en Volumen			Vacíos en agreg. Min.	% asfalto efectivo	vacíos llenos de asfalto	Rel. llen. asf. Efectiv o	Peso unt Lbs / Pie ³	Estabilidad N		Flujo mm	Estabilidad /Flujo N/mm
			peso aire	peso sss en aire	peso en agua	volumen cm3	Gravedad Especifica				Agregados	Vacíos con aire	Asf. Efectivo						Medida	Corregida		
			BULK	EFFECTIVA	MAXIMA GMM																	
1			1223.4	1225.9	695.5	530.40	2.307											13580	13036.8	2.5		
2			1224.2	1227.3	695.6	531.70	2.302											13610	13065.6	2.6		
3			1226.4	1229.1	697.1	532.00	2.305											13680	13132.8	2.5		
promedio	4.5						2.305	2.658	2.479	0.06	82.95	7.0	10.03	17.05	4.44	58.9	1.2	143.8	13078.4	2.5	5.2	
4			1223.2	1225.5	698.6	526.90	2.322											14630	14044.8	2.8		
5			1222.2	1224.9	699.5	525.40	2.326											14600	14016.0	2.9		
6			1221.7	1224.2	699.9	524.30	2.330											14700	14112.0	2.9		
promedio	5.0						2.326	2.664	2.465	0.15	83.28	5.7	11.07	16.72	4.85	66.2	1.1	145.1	14057.6	2.9	4.9	
7			1220.3	1222.4	701.4	521.00	2.342											16000	16000.0	3.3		
8			1221.2	1223.6	701.1	522.50	2.337											15590	15590.0	3.2		
9			1223.2	1225.7	702.6	523.10	2.338											15560	14937.6	3.2		
promedio	5.5						2.339	2.668	2.450	0.21	83.32	4.5	12.17	16.68	5.31	72.9	1.0	146.0	15509.2	3.2	4.8	
10			1219.9	1221.3	696.6	524.70	2.325											15340	14726.4	3.5		
11			1220.3	1222.2	697.2	525.00	2.324											15400	14784.0	3.6		
12			1221.1	1223.2	698.7	524.50	2.328											15370	14755.2	3.6		
promedio	6.0						2.326	2.680	2.442	0.39	82.40	4.7	12.86	17.60	5.64	73.0	0.9	145.1	14755.2	3.6	4.1	
13			1221.2	1222.9	695.5	527.40	2.316											14150	13584.0	3.9		
14			1222.2	1223.7	694.6	529.10	2.310											14040	13478.4	4		
15			1224.4	1225.3	697.4	527.90	2.319											14100	13536.0	3.9		
promedio	6.5						2.315	2.689	2.430	0.51	81.58	4.7	13.67	18.42	6.03	74.2	0.9	144.5	13532.8	3.9	3.4	

Apéndice C. Cuadro de ventanería tipo para Akau 25

CUADRO RESUMEN DE VENTANAS AKAU 25										
tipo	referencia	medida	ancho (m)	alto (m)	area (m2)	cantidad	area total	vidrio	Color ventana	Tipo ventana
PERFIL 50X20	VTA-1	2.90*1.55	2,90	1,55	4,50	11	49,45	VIDRIO INCOLORO 4MM	ALUMINIO NATURAL	2 CUERPOS FIJOS Y 1 BATIENTE
PERFIL 50X20	VTA-2	0.80*0.40	0,80	0,40	0,32	88	28,16	VIDRIO INCOLORO 4MM	ALUMINIO NATURAL	CORREDERA Y PERSIANA
PERFIL 50X20	VTA-3	1.15*1.30	1,15	1,30	1,50	209	312,46	VIDRIO INCOLORO 4MM	ALUMINIO NATURAL	CORREDERA
PERFIL 50X20	VTA-4	0.60*0.25	0,60	0,25	0,15	66	9,90	VIDRIO INCOLORO 4MM	ALUMINIO NATURAL	CORREDERA Y PERSIANA/ PERSIANA (APTO 1, APTO 2 Y APTO 3)
PERFIL 50X20	VTA-5	3.60*1.55	3,60	1,55	5,58	11	61,38	VIDRIO INCOLORO 4MM	ALUMINIO NATURAL	2 CUERPOS FIJOS Y 1 BATIENTE
PERFIL 50X20	VTA-6	1.325*0.40	1,33	0,40	0,53	22	11,66	VIDRIO INCOLORO 4MM	ALUMINIO NATURAL	CORREDERA Y PERSIANA
PERFIL 50X20	VTA-7	3.545*1.55	3,55	1,55	5,49	11	60,44	VIDRIO INCOLORO 4MM	ALUMINIO NATURAL	2 CUERPOS FIJOS Y 1 BATIENTE
PERFIL 50X20	VTA-8	2.85*1.55	2,85	1,55	4,42	22	97,19	VIDRIO INCOLORO 4MM	ALUMINIO NATURAL	2 CUERPOS FIJOS Y 1 BATIENTE
PERFIL 50X20	VTA-9	0.91*0.40	0,91	0,40	0,36	11	4,00	VIDRIO INCOLORO 4MM	ALUMINIO NATURAL	CORREDERA Y PERSIANA
PERFIL 50X20	VTA-10	1.05*1.30	1,05	1,30	1,37	33	45,05	VIDRIO INCOLORO 4MM	ALUMINIO NATURAL	CORREDERA
PERFIL 50X20	VTA-11	1.19*1.30	1,19	1,30	1,55	11	17,02	VIDRIO INCOLORO 4MM	ALUMINIO NATURAL	CORREDERA
PERFIL 50X20	VTA-12	0.50*0.40	0,50	0,40	0,20	22	4,40	VIDRIO INCOLORO 4MM	ALUMINIO NATURAL	CORREDERA Y PERSIANA
PERFIL 50X20	VTA-13	3.05*1.55	3,05	1,55	4,73	22	104,01	VIDRIO INCOLORO 4MM	ALUMINIO NATURAL	2 CUERPOS FIJOS Y 1 BATIENTE
PERFIL 50X20	VTA-14	0.85*1.30	0,85	1,30	1,11	11	12,16	VIDRIO INCOLORO 4MM	ALUMINIO NATURAL	CORREDERA
PERFIL 50X20	VTA-15	2.25*1.55	2,25	1,55	3,49	11	38,36	VIDRIO INCOLORO 4MM	ALUMINIO NATURAL	2 CUERPOS FIJOS Y 1 BATIENTE
PERFIL 50X20	VTA-16	1.15*0.40	1,15	0,40	0,46	22	10,12	VIDRIO INCOLORO 4MM	ALUMINIO NATURAL	CORREDERA Y PERSIANA
PERFIL 50X20	VTA-17	0.60*0.40	0,60	0,40	0,24	22	5,28	VIDRIO INCOLORO 4MM	ALUMINIO NATURAL	CORREDERA Y PERSIANA
PERFIL 50X20	VTA-18	1.70*1.55	1,70	1,55	2,64	11	28,99	VIDRIO INCOLORO 4MM	ALUMINIO NATURAL	2 CUERPOS FIJOS Y 1 BATIENTE
PERFIL 50X20	VTA-19	0.90*1.30	0,90	1,30	1,17	11	12,87	VIDRIO INCOLORO 4MM	ALUMINIO NATURAL	CORREDERA
PERFIL 50X20	VTA-20	0.64*0.4	0,64	0,40	0,26	11	2,82	VIDRIO INCOLORO 4MM	ALUMINIO NATURAL	CORREDERA Y PERSIANA
PERFIL 50X20	VTA-21	0.56*0.4	0,56	0,40	0,22	11	2,46	VIDRIO INCOLORO 4MM	ALUMINIO NATURAL	CORREDERA Y PERSIANA
Totales					40,26	649	918,15			