

**PROCESO DE INSTALACIÓN DE LAS CAPAS QUE COMPONEN LAS CALLES
DE RODAJE EN LA PISTA AEREA Y ÁREA DE PLATAFORMA DEL
AEROPUERTO DE GUAYMARAL**

ESTUDIANTE: LUIS ALEJANDRO ALTUZARRA FONTALVO

SUPERVISOR DE LA EMPRESA: ING. CAMILO ANDRES VARELA GARCIA

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

ESCUELA DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

SECCIONAL BUCARAMANGA

2016

**PROCESO DE INSTALACIÓN DE LAS CAPAS QUE COMPONEN LAS CALLES
DE RODAJE EN LA PISTA AEREA Y ÁREA DE PLATAFORMA DEL
AEROPUERTO DE GUAYMARAL**

ESTUDIANTE: LUIS ALEJANDRO ALTUZARRA FONTALVO

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

ESCUELA DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

SECCIONAL BUCARAMANGA

2016

**PROCESO DE INSTALACIÓN DE LAS CAPAS QUE COMPONEN LAS CALLES
DE RODAJE EN LA PISTA AEREA Y ÁREA DE PLATAFORMA DEL
AEROPUERTO DE GUAYMARAL**

ESTUDIANTE: LUIS ALEJANDRO ALTUZARRA FONTALVO

ID: 000209879

DOCENTE SUPERVISOR

PhD EMILIO GERMAN MORENO GONZALEZ

DOCENTE UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

ESCUELA DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

SECCIONAL BUCARAMANGA

2016

DEDICATORIA

Agradecer a Dios por todas las bendiciones recibidas en el transcurso de la vida, en especial en esta etapa importante que se presenta como lo ha sido la vida universitaria. Por ayudarme a salir adelante con los estudios y obstáculos presentados en el transcurso de mi carrera profesional.

A mis padres Luis Alberto Altuzarra Amado y Neidy Sofía Fontalvo Hernandez por brindarme su apoyo en todo momento teniendo en cuenta que me encontraba en una ciudad diferente a la que había crecido; siempre apoyándome con consejos sabios para superarme a mí mismo y no conformarme con poco sino tratar de sobresalir en todo momento.

A mi hermana Laura Marcela Altuzarra Fontalvo porque era la única familiar que tuve en la ciudad de Bucaramanga, siempre apoyándome en todo momento a pesar de los inconvenientes que se pudieran presentar.

AGRADECIMIENTOS

A los profesores de la facultad de ingeniería civil en general porque brindaron su sabiduría para que pudiese tener un proceso de formación lo cual muchas personas no pueden tener, así como también inculcando los valores y conocimientos en aspectos de la vida para ser un mejor profesional.

A los supervisores de práctica por el tiempo empleado en mí para que tuviese la sabiduría en lo que aborda como ingeniero, formándome para ser un mejor profesional.

A los compañeros de estudio porque en el transcurso de la carrera se compartió momentos que siempre van a estar presentes en mi vida; feliz por ellos porque logramos un objetivo en común y darle felicidad y orgullo a nuestros allegados.

CONTENIDO

1.	INTRODUCCION.....	7
2.	OBJETIVOS.....	8
1.	Objetivos Generales.....	8
2.	Objetivos Específicos.....	8
3.	DESARROLLO DE PLAN DE TRABAJO.....	9
1.	Labores del Practicante.....	9
2.	Ejecución de Obra	10
1.	Actividad 1.....	10
2.	Actividad 2.....	12
3.	Actividad 3	18
4.	Actividad 4.....	25
4.	APORTE AL CONOCIMIENTO.....	53
5.	ANEXOS.....	54
6.	CONCLUSIONES.....	55
7.	BIBLIOGRAFIA.....	56

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: PROCESO DE INSTALACIÓN DE LAS CAPAS QUE COMPONEN LAS CALLES DE RODAJE EN LA PISTA AEREA Y ÁREA DE PLATAFORMA DEL AEROPUERTO DE GUAYMARAL

AUTOR(ES): LUIS ALEJANDRO ALTUZARRA FONTALVO

FACULTAD: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR(A): EMILIO GERMAN MORENO GONZALEZ

RESUMEN

La práctica empresarial ejercida en el Aeropuerto de Guaymaral brinda el conocimiento de los diferentes métodos constructivos que puede tener una aeropista, en este caso ejerce la construcción y mantenimiento de las calles de rodaje y área de plataforma. Teniendo en cuenta el tipo de terreno que tenga la calle de rodaje se estipula si se ejerce la actividad de fresado para así instalar prontamente la carpeta de nivelación y carpeta de rodaje con material de asfalto FAAP-401 o si es necesario la intervención de instalar las capas que contiene la estructura del pavimento al determinar por medio de estudios que estas no existen. En el caso que no existe estructura de calle de rodaje o porque el terreno falló se procede a iniciar la actividad de excavación para así instalar cada una de las capas. Tales como instalar material de Rajón, Subbase B-400 y Base B-600. En otras áreas de trabajo como lo es la zona de plataforma de bomberos se hacen los mismos procedimientos incluyendo la instalación de tuberías metálicas de 12" con uniones para empalmar tipo Dresser. Sin embargo en las zonas donde se presentan fallos se interviene instalando todas las capas que contiene una estructura, añadiéndole otro tipo de instalación y refuerzo. Siendo la instalación de la separación de material Subbase B-400 y el terreno natural con geotextil T-2400; y el refuerzo de material Base B-600 con Geoceldas GeoWeb, lo cual este implemento sirve para brindar mayor confinamiento, compactación, resistencia y mejor sistema de drenaje a los diferentes materiales a los que se les puede ejecutar.

PALABRAS CLAVES:

Fresado, base, subbase, geocelda, geotextil, rajón, aeropista.

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: THE PROCESS OF INSTALLING THE LAYERS COMPOSING THE WAYS OF HEAD AND AERIAL PLATFORM AREA AT GUAYMARAL AIRPORT

AUTHOR(S): LUIS ALEJANDRO ALTUZARRA FONTALVO

FACULTY: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR: EMILIO GERMAN MORENO GONZALEZ

ABSTRACT

The Business practice exercised in Guaymaral Airport provides the knowledge of different construction methods can have a airstrip, in this case holds the construction and maintenance of taxiways and apron area. The target type of terrain has the taxiway stipulates whether the activity of milling paragraph so promptly Install Folder leveling and Folder shooting with asphalt material FAAP-401 or if necessary intervention is exercised install Layers containing the pavement structure to determine With through studies that they do not exist. In the situation or event that doesn't exist the taxiway structure or because the ground fault the start Activity Provision should digging paragraph So install each of the layers. To Install material rock, Sub-base B-400 and B-600 Base. In other areas of work as it is the Zone platform fire the same procedures are made including the installation of pipes Metal 12 \with unions to splice Dresser type. However in areas where other have failures intervene Installing all layers Contains a structure, adding Another type of installation and reinforcement Being Installing the separation of material sub-base B-400 and natural soil with geotextile T-2400; and reinforcement base material B-600 with Geocell Geoweb, This implement used to provide more confinement, compaction resistance and better drainage system different materials together that can to do them.

KEYWORDS:

Milling, base, sub-base, geocell, geotextile, rock, airstrip.

VéBéDIRECTOR OF GRADUATE WORK

INTRODUCCIÓN

La práctica empresarial es en esencia el encuentro entre el estudiante y el campo laboral desde una perspectiva diferente a la academia. Nos permite generar habilidades con las cuales podemos desarrollar nuestra capacidad de creación, trabajo en equipo, preparación para analizar, sintetizar, evaluar los procesos de tomas de decisiones, así como la capacidad para enfrentar retos.

Ello es así, por cuanto el trabajo que se realice le brinda la oportunidad al estudiante de relacionarse, con el conocimiento y la experiencia de un profesional de la ingeniería, ayudándolo a ver las situaciones desde un punto de vista amplio.

El desarrollo de las actividades en el mantenimiento de las calles de rodaje y área de plataformas de bomberos del Aeropuerto Guaymaral, consistió en el fresado en las calles ALFA, ALFA 11, ALFA 29, BRAVO, CHARLIE y DELTA, las instalación de las carpetas de nivelación y de rodadura con material de asfalto en estas mismas, instalación de tubería, excavación e instalación de la estructura vial en la calle de rodaje ECO.

Es relevante que en la plataforma de bomberos se ejecutaron todas las actividades que tuvieron las calles de rodaje, incluyendo que la instalación de tuberías fue mucho más compleja porque se tuvo que implementar estudios avanzados, en razón a que en esta área es donde drena el agua acumulada.

OBJETIVOS

El conocimiento adquirido en el alma mater y solidificado con las prácticas anexas a ella, le permite al estudiante adquirir cierta sabiduría sobre las situaciones que se puedan presentar y ejecutar en las obras. A su vez lo faculta de cierto conocimiento que lo posibilita de generar destrezas en dichas actividades que en efecto darán el resultado que se quiere originar.

2.1 Objetivos Generales

- ✓ Aplicar los conocimientos y destrezas que se hayan ejercido durante el aprendizaje a lo largo de la carrera.
- ✓ Brindar apoyo en la supervisión de la obra que se ejecuta en el Aeropuerto de Guaymaral, en específico, las calles de rodaje de la pista aérea y el arreglo de la plataforma de bomberos.

2.2 Objetivos Específicos

- ✓ Ofrecer apoyo en la instalación de materia prima en las calles de rodaje y plataforma.
- ✓ Identificar los formatos de pagos o recibos de la materia prima que llega, calcular las cantidades de material que se implementan.
- ✓ Brindar apoyo en la parte de SISO y también la parte ambiental en el entorno de obra.

DESARROLLO DEL PLAN DE TRABAJO.

El Consorcio Aeropistas ejecuta obras civiles en el aeropuerto de Guaymaral, con la supervisión de la Interventoría Consorcio GPH; se ejerce el proceso de instalación de la carpeta asfáltica de las calles de rodaje de la pista aérea y también el área de plataforma de bomberos.

Existen calles de rodaje en el aeropuerto, que conllevan un nombre cada una. Sus nombres son: ALFA, ALFA 11, ALFA 29, BRAVO, CHARLIE, DELTA, ECO.

3.1 Labores del Practicante

- ✓ Brindar apoyo en las labores de SISO, como lo es el registro del personal, que cada personal tenga su ARL, seguridad social y stiker, el cual es el permiso para ingresar al aeropuerto.
- ✓ Ofrecer apoyo en la entrega de los stiker a cada personal y maquinaria que ingresaba al aeropuerto.
- ✓ Toma de horómetros iniciales y finales de la maquinaria en obra, tarjeta propiedad, SOAT, y licencia de conducir.
- ✓ Registro fotográfico de la obra.
- ✓ Registro de entrada y salida de maquinaria.
- ✓ Toma de datos del material asfáltico que llegaban en las volquetas doble troque, datos como tomar la hora de entrada de las volquetas, hora de descarga de material, y hora de salida de las volquetas; datos de la temperatura cuando el material sale de la fábrica, llegada al sitio de obra, extendida de material sobre la base imprimada, y cuando se compactaba.

3.2 Ejecución de Obra.

3.2.1 Actividad 1: Se muestra el procedimiento de cómo se implementaron las actividades de fresado, instalación de las carpetas de nivelación y rodaje con material asfáltico, la excavación en cierta calle de rodaje para así instalar la estructura que contiene la estructura vial.

- ✓ Es relevante que las calles de rodaje llamadas ALFA, ALFA 11, ALFA 29, BRAVO, CHARLIE y DELTA solo se les hizo el proceso de fresado de la carpeta asfáltica, porque la estructura de las calles de rodaje estaba en óptimas condiciones para seguir soportando la carga de los aviones y helicópteros que circulan por la pista.
- ✓ El proceso de fresado consistía en utilizar la maquinaria fresadora, que contiene un ancho de tambor de 1.5 metros, con un rendimiento de 40 m³/hora. El espesor promedio que se fresa en cada calle de rodaje es de 8 centímetros, esto se ejecuta de esta manera porque fueron implementados por norma y estudios. Esta actividad se elabora gracias al trabajo que hace la empresa DOBLE A INGENIERÍA, se trabaja en horario nocturno.



Figura 1. Máquina fresadora y volqueta recolectando material fresado.

- ✓ Se insertan los pines cada 10 metros para orientar el nivel establecido, cuando llegue el día a instalar la carpeta asfáltica estos situaran la altura establecida por topografía, el proceso para instalar los pines fue por medio de un taladro, este artefacto perforaba el suelo, luego con la masetta se martillaban los pines y quedaban compactos.



Figura 2. Área de calle de rodaje completamente fresada.

- ✓ Se hace el procedimiento de limpieza de toda la calle de rodaje, ya que cuando se imprima el área fresada, esta tiene que estar limpia.



Figura 3. Limpieza de área fresada con máquina minicargador.

- ✓ Se procede la actividad de imprimación con el carro irrigador, para cuando se instale la carpeta asfáltica, no tienda a despegarse el material asfáltico del material de base.



Figura 4. Imprimación de área fresada con el carro irrigador.

3.2.2 Actividad 2: Es la ejecución de las actividades de excavación e instalación de la estructura de la calle de rodaje ECO, sobre esta no se ejecutó actividad de fresado ya que no existía estructura alguna, por consiguiente se decide implementar las actividades de excavación, para así instalar cada una de las estructuras, se sitúa material de rajón sobre el terreno natural, seguido se instala el sello, pero este es el mismo material de subbase, este material cubre los vacíos que deja el rajón, seguido de cubrir los espacios se instala el material de subbase, y luego el material de base.

Se presentan varios imprevistos en la actividad de obra, tales como la no llegada a tiempo de los materiales. Después de la actividad de excavación hubo gran tiempo de espera para la llegada del material rajón, es decir, sin instalar este material no se pueden situar los materiales que van después de este. Llegaba mucho material de subbase y se tuvo que acopiar en sitios cercanos a la calle de rodaje, lo cual no era la idea implementada desde el principio. Inauguralmente se planteaba instalar el rajón, el orden de ideas era que cada volqueta que llegara descargara en cada sección que hiciera falta este material para así avanzar de manera constante y la máquina retroexcavadora acomodara las rocas para así luego continuar con la instalación de cada material.



Figura 5. Excavación con máquina retroexcavadora.

- ✓ Por medio de estudios y laboratorio se estipula que la altura que debe tener el material de base es 15 centímetros, la altura de la subbase se diseñó para que fuese de 10 centímetros, y el material de rajón su altura debió ser de 30 centímetros. Hubo un inconveniente con el material de rajón, cuando este material llegó al aeropuerto, llegaron varias rocas con diámetros muy altos. La solución que se implementó fue que la retroexcavadora dejara caer las rocas de una determinada altura para que así se rompiesen y el diámetro de las rocas disminuyera.



Figura 6. Rajón, su diámetro superaba los 30 centímetros establecidos por los estudios.

- ✓ Se solicitó cierto número de viajes de cada material; del material de rajón llegaron 41 viajes de volquetas, de subbase llegaron 31 viajes, de base llegaron 18 viajes. El material de sello no se pidió, por tal motivo se reemplazó el sello con subbase para llenar los vacíos que el rajón dejaba, es decir que se pidieron 7 viajes más de subbase. (Las volquetas contienen un volumen de 15 m³).



Figura 7. Material de rajón y subbase extendido sobre el área excavada.

- ✓ Proceso Instalación de la estructura de pavimento ya cuando estén presentes toda la materia prima de este.



Figura 8. La máquina retroexcavadora instala y compacta el material de rajón.

- ✓ El minicargador ayuda a extender el material de sello, lo cual es subbase; con ayuda del equipo topográfico se indican los niveles que están estipulados según estudios y norma.



Figura 9. Minicargador extendiendo material subbase.

- ✓ Dos máquinas vibrocompactadoras, uno de doble rodillo metálico pequeño, y otro vibrocompactador Caterpillar ayudan a compactar el terreno natural y la subbase.



Figura 10. Vibrocompactador de rodillo compacta terreno natural.

- ✓ El minicargador extiende material de base sobre la subbase, así mismo también compactan este material para dejar nivelado la estructura, con ayuda del equipo topográfico le indican los niveles de esta capa.



Figura 11. Compactación de material subbase.

- ✓ Haciendo las pruebas pertinentes de laboratorio, verificando que la resistencia de la estructura de subbase diera de acuerdo a lo que debe estar y el porcentaje de humedad cumpliera se procede a dar luz verde para instalar el material de base, se procede a usar la motoniveladora para que esta máquina extienda la base sobre la estructura de subbase. Esta actividad se ejecuta en horario nocturno por el motivo que la motoniveladora cuando extiende el material base tiene que salir a la pista de aterrizaje, si esa labor se hiciese en horario diurno obstaculizaría la circulación de los aviones en el aeropuerto. Sin embargo, al ejecutar estas labores trajo consigo imprevistos tales como lluvias, lo cual hizo que se paralizara la obra por varias horas. El material de base se tuvo que cubrir con polisombra para que no perdiese sus propiedades. Luego de que se detuvo la lluvia se continuó con la extendida de base en la calle de rodaje; la motoniveladora gradúa el pie de hoja de acuerdo a los niveles que les va orientando el equipo de topografía.



Figura 12. Se extiende material base con máquina motoniveladora.

Es importante tener en cuenta que el trabajo de topografía fue siempre determinante para la realización en la instalación de la estructura de la calle de rodaje ECO, también que se trabaja continuamente en horario nocturno, por lo que la circulación de aviones no permite avance de obras en estas áreas, por tal razón es necesario ejecutar las actividades en horario nocturno.

Se presentan imprevistos constantes en la ejecución de actividades de obra como se había mencionado anteriormente, la no llegada a tiempo del material que compone la estructura de la vía, como fue el caso con el rajón, ya que donde estaba situado este material quedaba muy lejos del aeropuerto, el embotellamiento en la ciudad hizo tardar la llegada de aquello; al contrario pasó con el material de subbase, por lo que este llegó a tiempo y se tuvo que acopiar en los alrededores de la calle de rodaje y esto generaba desordenes alrededor, otro imprevisto presentado fue que el sitio de acopio a llevar el material de excavación en las volquetas se situaba en la central llamada CTU, la central se situaba lejos del aeropuerto, por tal motivo las volquetas no llegaban a tiempo y la actividad de excavación con la máquina retroexcavadora no era constante, es decir, que las actividades de obra se atrasaban. Estos imprevistos hicieron que el control y manejo de obra no fluyeran de la manera estipulada.

3.2.3 Actividad 3: Seguido se presenta la ejecución de la actividad de instalación de carpeta asfáltica en las calles de rodaje, con ayuda del subcontrato con Doble A Ingeniería.

- ✓ Los operadores y ayudantes dan inicio a la actividad de imprimación, pero antes se debe realizar la actividad de limpieza de la calle de rodaje, ya sea con la máquina de compresor o sopladora.

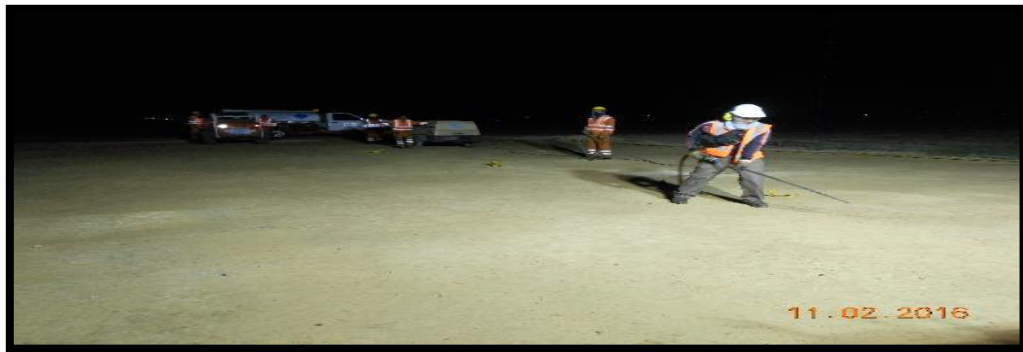


Figura 13. Limpieza de la capa base con la máquina compresor y sopladora.

- ✓ Antes de dar inicio a la actividad de instalación de la carpeta de nivelación por medio de la máquina finisher se tiene que imprimir 24 horas antes la base de la estructura de calle de rodaje, luego de este tiempo transcurrido se instala la carpeta de nivelación; cuando la carpeta de nivelación esté instalada se imprima nuevamente, y luego de 24 horas pasadas se instala la carpeta de rodadura.

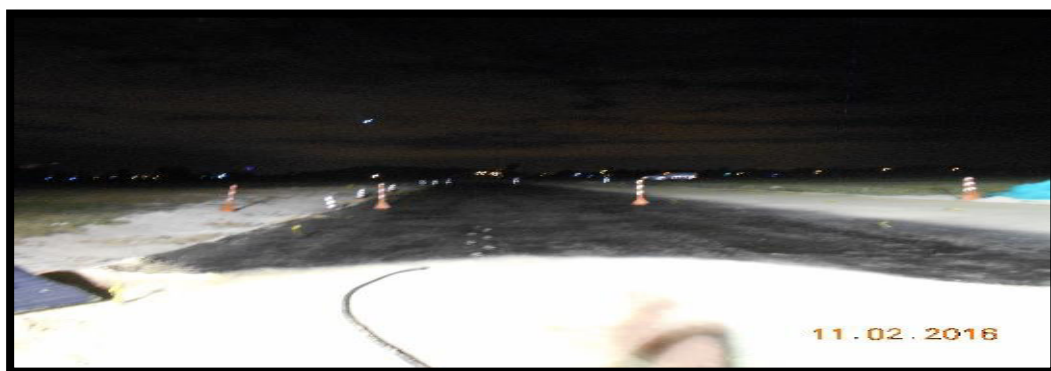


Figura 14. Base imprimada.

- ✓ Realizar levantamiento topográfico en las vías, interviniendo los topógrafos del Consorcio Aeropistas y el personal de la empresa Doble A Ingeniería. El procedimiento que hicieron fue tomar el registro de unos pines que estaban separados 5 metros longitudinalmente y de 3 a 4 metros transversalmente, es decir, que se presentan 4 secciones en las que va a extender la finisher o extendedora de aglomerados para poder instalar la carpeta asfáltica. Se produjo esta actividad porque era necesario comprobar margen de error de acuerdo con el levantamiento topográfico hecho días anteriores.



Figura 15. Volqueta insertando material asfáltico sobre la tolva de la finisher.

- ✓ Con ayuda del equipo topográfico se extiende el material con la finisher, los ayudantes y oficiales perfeccionan los niveles establecidos por los estudios y norma por medio de los artefactos rastrillos; el material que se va desperdiciando por las laterales de la vía son recolectadas por los mismos ayudantes por medio de palas y carretilla.

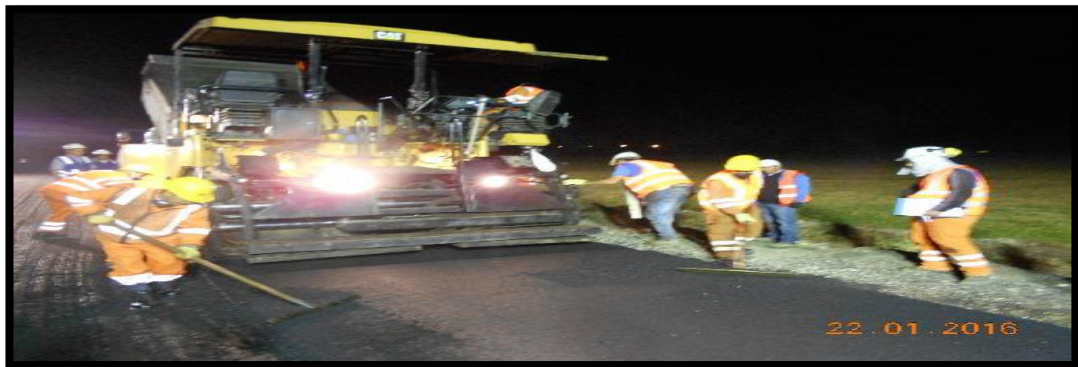


Figura 16. Instalación carpeta asfáltica.

- ✓ El equipo topográfico traza cuerdas de nivel en los pines para indicar la altura que debe estar la carpeta asfáltica; teniendo en cuenta que el bombeo tiene pendiente de 1.5%. La distancia de largo es de 92.6 metros, el ancho es 14 metros, la altura se estima de 4 a 5 centímetros la carpeta de nivelación. Para la instalación del asfalto es necesario la limpieza de la calle de rodaje por medio de la máquina sopladora.



Figura 17. Limpieza de calle de rodaje.

- ✓ La primera carpeta asfáltica, es decir, la carpeta de nivelación que se instala debe ser de 4 centímetros de espesor, luego de instalar la geomalla sobre la primera carpeta asfáltica se instala la segunda carpeta, es decir, la carpeta de rodadura con un espesor de 6 centímetros en promedio. La máquina luminaria ayuda a alumbrar el área de trabajo toda la noche.



Figura 18. Instalación de la primera carpeta asfáltica.

- ✓ Realizar el proceso de limpieza de la calle de rodaje constantemente, ya que el área donde se instala el asfalto es necesario que esté completamente limpia, luego de asegurar la limpieza se puede continuar con la actividad de la fundación del asfalto.



Figura 19. Limpieza calle de rodaje con máquina compresor.

- ✓ Insertar el material que está resguardado en la volqueta doble troque sobre la tolva de la finisher, las volquetas cuando traen el material de asfalto de la empresa deben venir cubiertas para que la temperatura del asfalto no tienda a disminuir y que no genere un impacto ambiental negativo.



Figura 20. Volqueta con material de asfalto inserta material a la finisher.

- ✓ La temperatura que debe tener el asfalto a la hora de insertarlo en la tolva de la finisher es de 140°C, cuando se extiende el material debe ser mínimo de 130°C, y cuando se compacta el material extendido con la máquina benitín debe tener temperatura de 120°C. Estas temperaturas están establecidas por la norma; es necesario que los requisitos se cumplan para que en un tiempo transcurrido el asfalto no tienda a fallar, pero teniendo en cuenta que la estructura esté bien construida, es decir, sin fallos lucidos o que en el transcurso del tiempo puedan presentarse.



Figura 21. Termómetro con temperatura de 120°C.

- ✓ Con el apoyo de topografía, los operadores de la finisher, rastrilleros y ayudantes instalan la carpeta asfáltica sobre la base imprimada de acuerdo a los niveles establecidos. La pendiente de bombeo de la carpeta asfáltica es de 1.5%, las calles de rodaje ni pista aérea tienen peralte.



Figura 22. Instalación de la carpeta de nivelación.

- ✓ Mientras se termina de extender el material asfáltico el vibrocompactador benitín entra a laborar, esta máquina compacta la carpeta instalada, esta pasa por la vía compactando 8 veces, tiene que ser constante el proceso ya que la temperatura del asfalto tiende a disminuir rápido por lo que la temperatura de ambiente es baja. Esta máquina ingresa de primero a compactar el asfalto instalado ya que el primer impacto al compactar no debe ser tan fuerte, por lo que este vibrocompactador no posee tanta masa comparada con los otros compactadores, ya cuando compacte cierta parte es que ingresan los otros vibrocompactadores.



Figura 23. Máquina vibrocompactador benitín compactando la carpeta asfáltica.

- ✓ Cuando el benitín esté compactando, al rato ingresa la máquina hyster, este vibrocompactador de llanta ayuda a esclarecer la fricción que existe entre la carpeta de rodadura y las llantas de los aviones y carros que circulan por tal vía. Compacta la vía pasando por ella en promedio 8 veces igual que el benitín.



Figura 24. Máquina vibrocompactador hyster compactando la carpeta asfáltica.

- ✓ La máquina vibrocompactador Tandem ingresa a compactar el carril cuando el benitín y hyster estén compactando la carpeta asfáltica, esta máquina ingresa a laborar por el motivo de que la gran masa que posee hace que las partículas del material de asfalto tiendan a adherirse mucho más.



Figura 25. Máquina vibrocompactador tandem compactando la carpeta asfáltica.

- ✓ Ya instalada la primera carpeta de nivelación con material de asfalto se instala la geomalla de manera transversal dejando un traslape de 5 centímetros entre geomallas este es de material fibra de vidrio. Cuando esté instalada la geomalla se compacta con la máquina benitín ya que si se compactara con los otros vibrocompactadores estos podrían romper la geomalla.



Figura 26. Geomalla instalada sobre la primera carpeta asfáltica y compactación.

3.2.4 Actividad 4: Hay gran número de actividades en esta parte, ya que esta vez no se sitúa en las calles de rodaje, sino en la zona de plataforma de bomberos y hangares.

Se ejecutan actividades tales como excavación para instalación de tuberías así como también la instalación de la estructura de una vía con los materiales de rajón, subbase, geotextil, base, geocelda y asfalto.

Se presentan muchos imprevistos en la ejecución de actividades, el clima no favorecía avanzar, es decir, que llovía mucho y esto hizo que algunos materiales tendiesen a perder sus propiedades, lo que significa que no servía al instalarlo. Se tuvo que hacer estudios y diseños nuevos.



Figura 27. Se brinda capacitación de seguridad y ambiental al personal que labora en obra.

- ✓ Se da inicio a la actividad de fresado con la máquina fresadora con referencia 1500 DC, se fresa a una profundidad de 9 centímetros; se recolecta el material cortado en volquetas con capacidad de 15 m³, el rendimiento de esta máquina es de 40 m³/h, eso sí, dependiendo de la profundidad a la que se corte. Esta actividad se ejecuta gracias a un operador el cual maneja la máquina para el traslado, otro operador que es el encargado de ejecutar los niveles establecidos por topografía; la ejecución de la actividad va acompañada con ayudantes para que vayan limpiando y despejando la zona donde más adelante se va a imprimir.



Figura 28. Actividad de fresado en plataforma de bomberos.

- ✓ Los trabajadores y la máquina minicargador MC.-04 ejecutan la actividad de limpieza sobre la estructura base instalándole la barredora; es una de las ventajas de adquirir un minicargador, este tipo de máquinas se le puede instalar muchos artefactos que ayudan en todo tipo de actividades; a la máquina se le instala el artefacto de barredora por el motivo que cuando va a imprimir la estructura de base tiene que estar lo más limpio posible, ya que la emulsión tiende a adherir con el suelo lo que este toque, lo conveniente es que se adhiera solamente la base con el material de asfalto.



Figura 29. Minicargador limpiando sobre el área donde se fresó con el artefacto barredora.

- ✓ Se compacta la base de la estructura, donde se fresó, con la máquina vibrocompactador Tandem CB 434D; este procedimiento no se ejecuta en todos los casos, pero en este caso si fue necesario porque las lluvias constantes en el área pudieron haber hecho que las partículas de la estructura base se sobresaturaran, se decide compactar la base para no presentar diferentes tipos de fallos en el transcurso del tiempo.



Figura 30. Compactación sobre el área fresada.

- ✓ Limpieza en la plataforma de bomberos con el compresor, para posteriormente imprimir sobre la estructura de base; es necesario asegurar que el área donde se fresó esté lo más despejado posible, por eso se hace la labor de limpiarla constantemente.



Figura 31. Operador limpiando área fresada con máquina sopladora.

- ✓ Daño de una tubería por el motivo de que la fresadora fresó en un lugar donde se encontraba este objeto, el tubo no estaba presente en los planos. El personal de Doble A Ingeniería hace la labor de sacar la tubería averiada y el personal del consorcio hace la labor de instalar la tubería nueva. El personal del Doble A Ingeniería excava toda el área donde estaba situada la tubería de agua, utilizaron el artefacto martillo eléctrico para quebrar la estructura y con las palas sacaban los residuos que quedaban en el orificio; la profundidad que se encontraba el artefacto era de 10 centímetros. El tubo era de 3/8" PVC, por consiguiente se restauró el mismo, incluyendo que se instaló una válvula de cierre de 3/8" por el motivo de que habría ocasiones en donde sería necesario cerrar la llave de agua porque cuando hubiese labores de fresado en otro carril puede que se averíe la tubería y se desperdiciaría mucha agua.



Figura 32. Trabajadores excavando zona donde se averió la tubería.

- ✓ Base imprimada con emulsión, se da inicio a la actividad de extendida de la carpeta asfáltica con la finisher TA-09, la altura de la carpeta de nivelación es de 4 centímetros, para así luego imprimir de nuevo, seguido de esperar 24 horas se brinda luz verde para dar inicio a la fundación de la carpeta de rodadura. Los tráiler de las volquetas deben estar cubiertas por una carpa, lo cual hace que los gases que produce el asfalto por las altas temperaturas no sean liberados al aire libre, lo que significa que hay que mitigar el impacto ambiental y también prevenir que el asfalto disminuya su temperatura exponencialmente.



Figura 33. Extendida de material asfáltico en plataforma de bomberos.

- ✓ La actividad de compactación de la carpeta asfáltica es dada por las maquinarias de benitin Bomac CP-02, hyster CL-07 y Tamdem CB-434D, mientras que la finisher continua con la labor de extendida de aglomerados acompañado con el equipo de trabajadores. La labor se ejecuta en horario diurno por lo que en esta área no circulan los aviones, es decir, que hay luz verde para laborar las 24 horas. El equipo de laboratorio hace las pruebas para sacar densidades del asfalto con la máquina densímetro.



Figura 34. Compactación, extendida de asfalto y pruebas de laboratorio.

- ✓ Se presenta lluvias constantes en el aeropuerto, el agua lluvia daña la estructura de base donde se había ejecutado la actividad de fresado. Es un imprevisto de gran magnitud, ya que por varios días no hubo actividades de obra. Se trata de restaurar y generar un nuevo orden de ideas y estudios para saber qué tipo de estructura se va a instalar en el área donde ocurrieron los daños.



Figura 35. Trabajadores drenando agua estancada.

- ✓ Inicio de la actividad de fresado con la máquina minicargador, se le instala el artefacto de fresadora a esta máquina; se construye un canal para que desagüe el agua a las cajas de drenaje y se inserta una tubería PVC para que el agua estancada sobre la base que se fresó tienda a drenar por la tubería.



Figura 36. Construcción del canal para drenar agua estancada.

- ✓ Instalación de la tubería PVC, esta fue instalada para que desaguara el agua estancada, se construye el canal con tubería a desnivel para que drene el agua por gravedad; la máquina fresadora del minicargador fresaba hasta cierta profundidad, luego los trabajadores excavaban de manera detallada como lo anunciara el inspector de obra, para así, insertar el tubo sobre este canal a desnivel; esta actividad produjo que la circulación de vehículos en esta zona estuviese detenido en todo el día. Fue un trabajo que se ejecutó contrarreloj.



Figura 37. Instalación de tubería en el canal.

- ✓ Se construye un área de acopio, se ubican varias estibas para situar las pampinas de gasolina y ACPM, esto se instala para que las pampinas no toquen la plataforma y evitar derrames de esto; también se sitúan útiles de mantenimiento de obra como lo son las palas, picas, barras, carretillas, taladros, canguro, entre otros; de igual modo se funda un campamento de zona de descanso para los trabajadores. Al lado del campamento se sitúa el baño portable, a este baño se le hace mantenimiento higiénico semanalmente; las canecas de basuras reciclables también son incorporadas. Las geoceldas que se van a incorporar como refuerzo del material base de la vía se sitúan en esa área también.



Figura 38 Área de acopio.

- ✓ Inicio de actividad de fresado con la máquina minicargador, se hace esta actividad porque en la zona que está alrededor de la plataforma de bomberos el agua lluvia tiende a estancarse, las cajas de inspección no desaguan de la forma adecuada por el desnivel no apropiado que tienen, el minicargador deja marcado sobre el canal donde tiene que excavar la retroexcavadora para cuando se instale la tubería, igualmente el equipo de topografía va indicando donde se va a excavar.



Figura 39. Actividad de fresado en la caja de inspección.

- ✓ Llegada al aeropuerto de la máquina retroexcavadora, cumple muchas labores, como lo son las actividades de excavación en la zona fresada donde se efectuaron fallos por acumulación de aguas lluvias, instalación de tuberías en las zonas laterales y cajas de inspección.



Figura 40. Llegada de máquina retroexcavadora al aeropuerto.

- ✓ Se inicia actividad de excavación con la máquina retroexcavadora, se excava en promedio a una profundidad de 70 centímetros según estudios, el equipo de topografía ofrece orientar al operador de la retroexcavadora los niveles que debe tener cada sección. El material que se excavaba se acopiaba en el tráiler de las volquetas, luego de estar rellenas las volquetas se cubrían con una carpa, esto se hace para que las volquetas cuando vayan al sitio de descargue el material no caiga sobre la vía, el material de excavación se trasladaba a un sitio de acopio llamado CTU. Esta actividad siempre estuvo supervisada por interventoría.



Figura 41. Retroexcavadora excava estructura de área averiada por aguas lluvias.

- ✓ El minicargador ayuda a nivelar el terreno natural, esto se hace por lo que la retroexcavadora al cortar el terreno no lo empareja de la manera adecuada, es ahí donde entra a laborar esta máquina, con el artefacto de recogedor o palustre equilibra y brinda los niveles adecuados que están estipulados según estudios, el equipo de topografía orienta los niveles en las secciones, con la estación el topógrafo orienta al cadenero los niveles que debe tener en cada sección con la mira.



Figura 42. Arreglo de nivelación del terreno natural.

- ✓ Se extiende geotextil T-2400, esto sirve para separar el terreno natural del material subbase. El geotextil viene presentado en rollos, lo cual se extiende a lo largo del área de terreno natural. Este geotextil se instala porque los estudios hechos por especialistas lo asignaron de este modo.



Figura 43. Geotextil extendido sobre el terreno natural.

- ✓ Extendida de material subbase B-400 sobre el geotextil con la retroexcavadora, la máquina acopia el material subbase en el borde de la zona donde se empieza a excavar, luego con el balde recoge el material y lo inserta sobre el geotextil. Cuando haya extendido suficiente material de subbase a una distancia determinada del borde es ahí cuando ingresan las volquetas doble troque a descargar la subbase para que la retroexcavadora no tenga que estar yendo y devolviéndose al mismo lugar, esto hace que la instalación del material subbase sea fluido. La altura de la estructura de la subbase en promedio es de 15 centímetros. Durante los días laborados para instalar el geotextil ya la subbase no se presentaron lluvias constantes.



Figura 44. Extendida de material subbase sobre geotextil.

- ✓ Se perciben daños estructurales de la vía en entre las abscisas 45-50, por consiguiente se decide excavar hasta la profundidad donde se presentaron los fallos, sorpresivamente lo que se encuentra es el nivel freático a una profundidad de 5 metros. Inmediatamente se brindan un nuevo orden de ideas para evaluar como restaurar el daño. La idea que se implementa es reforzar la base del nivel freático con material de rajón con el minicargador, seguido compactarlo con el balde de la máquina retroexcavadora, luego insertar material de fresado con el artefacto de palustre del minicargador, para después compactar el material fresado con la retroexcavadora, finalizando insertándole el material de subbase.



Figura 45. Nivel freático.

- ✓ La solución que se brindó con respecto al nivel freático fue insertar material de rajón con ayuda del minicargador, así mismo compactarlo con la máquina retroexcavadora. Fueron dos capas de rajón que se introdujeron a la falla; la máquina retroexcavadora y la motobomba retiraban el agua acumulada que estaba en el orificio. El material que se excavaba se acopiaba detrás de la zona del nivel freático, luego cuando las volquetas se llevan el material de excavación para CTU.



Figura 46. Reforzamiento de zona de nivel freático.

- ✓ Se retira el agua con ayuda de la motobomba y retroexcavadora. También se inserta material fresado que estuvo acopiado en el aeropuerto por el motivo de que pudiese ocurrir este tipo de imprevistos. Se utilizó como sello para el rajón y refuerzo para la estructura.



Figura 47. Reforzamiento en zona de nivel freático con material de rajón y fresado.

- ✓ Después de terminar el relleno de material de fresado se inserta material subbase para acoplarlo a la capa que se había instalado anteriormente, hay que tener en cuenta que el geotextil en esta área fue retirada para poder excavar, después de instalar la estructura se sella y compacta con vibrocompactador tandem para que las partículas de cada material tiendan a adherirse.



Figura 48. Compactación en zona de nivel freático.

- ✓ Cuando el material subbase esté extendido en toda el área de la vía se compacta y sella con el vibrocompactador. Se hace este procedimiento para que las partículas del material subbase tiendan a ser cohesivas. Se ejecuta varias veces el proceso por varios días, el motivo es que se presentan lluvias constantemente, aunque no son lluvias muy torrenciales es necesario compactar seguido para que las partículas del material subbase no tiendan a perder sus propiedades.



Figura 49. Compactación de subbase con el vibrocompactador.

- ✓ Se presentan imprevistos de condiciones climáticas, lo que perjudica la continuación de actividades en la obra. Todos los días que se presentaban lluvias se intenta desaguar el agua lluvia por medio de la motobomba y ayuda del personal.



Figura 50. Obra detenida por condiciones climáticas.

- ✓ Se construye un canal para drenar el agua de manera eficiente y ágil, la manguera de la motobomba se coloca en el borde del canal, y por desnivel el agua fluye por esta conducción hasta llegar a la caja de inspección. La motobomba se conecta a la planta eléctrica para que le brinde electricidad a esta.



Figura 51. Canal drenando aguas lluvias.

- ✓ Inicio de la actividad de excavación y nivelación para instalar tubería metálica de 8" y 6 metros de largo con ayuda de la retroexcavadora y equipo de topografía. El sitio donde se excava es el mismo sitio donde la fresadora del minicargador había fresado anteriormente formando un canal para drenar cierta agua estancada en los alrededores de la caja de inspección. Se excava a una profundidad de 70 centímetros y una longitud de 52 metros.



Figura 52. Excavación del canal donde se instalará tubería.

- ✓ Se compacta material subbase para dar niveles establecidos con el canguro apisonador en el canal donde se insertarán los tubos metálicos de 8". La base de esta conducción tiene pendientes de 1.8% desde la caja de inspección hasta el box culvert, que es el sitio donde drena el agua acumulada de la caja de inspección. Con la estación y la mira el equipo de topografía orienta los niveles que debe tener el conducto.



Figura 53. Compactación de la base del canal con el canguro.

- ✓ El método que se utiliza para insertar los tubos metálicos de 8" en la zona excavada del canal es instalar una guaya en los brazos de la máquina minicargador, luego se amarra cada tubo con la guaya, y así queda conectado con el minicargador, la máquina sostiene los tubos alzándolos para insertarlos en la zona excavada.



Figura 54. Instalación de tuberías en el canal que conecta caja de inspección con box culvert.

- ✓ Luego de insertar los tubos a el área que se excava, se prosigue a insertar las uniones tipo Dresser entre tubos, se instalan de forma manual, es decir, que los trabajadores son los que insertan estos artefactos y los unen por medio de tuercas y llaves; se instalan 7 uniones tipo Dresser. En el proceso de instalación se presentan desniveles de la base en el área donde se excavó, ya que al insertar la tubería la altimetría de estos tubos no iba de acuerdo a lo que se había diseñado, por tal motivo los trabajadores tuvieron que excavar unos centímetros más para poder hacer cumplir los niveles que estaban en planos. Se tuvo que retirar la tubería que estaba en la zona excavada con ayuda del minicargador para poder continuar con la excavación manual que hacía falta.



Figura 55. Instalación de tubería metálica con uniones tipo Dresser.

- ✓ Perforación de la caja de inspección por medio del taladro percutor. Se perfora esta caja para poder empalmar la tubería metálica con la caja de inspección. La caja de inspección estuvo reforzada con concreto reforzado, con varillas de acero corrugado de diámetros 3/8", lo cual hizo que el trabajo de perforación fuese tedioso al principio porque se fraccionaban las varillas con el taladro percutor, observando que no era viable el método que se estaba utilizando se procede a llamar a un soldador, lo cual fue un método rápido.



Figura 56. Caja de inspección empalmada con tubería metálica.

- ✓ Para finalizar se inserta material subbase con máquina minicargador en donde se instaló la tubería metálica, cuando esté relleno se compacta con el canguro apisonador, luego de que esté compactado la base se hacen arreglos de limpieza en la plataforma para brindar luz verde a la circulación de vehículos en esta área.



Figura 57. Relleno de material subbase a la zona de excavación para instalación de tubería.

- ✓ En horario nocturno se continua con la actividad de fresado con la máquina fresadora, esta máquina tiene un rendimiento máximo de 40 m³/h, la profundidad a la que se fresa en promedio es de 9 centímetros. El material de fresado se acopia en el tráiler de las volquetas, seguido, estas las distribuyen en las bermas de la paralela del aeropuerto, es decir, donde circulan los aviones cuando van a salir a despegar o parquear. El operador de la fresadora encargado de accionar el fresado va acompañado de otro operador el cual está encargado de hacer cumplir los niveles establecidos por estudios de topografía, también lo acompañan el equipo de trabajadores que se encargan de la limpieza en el área donde se fresa. Esta actividad se ejecuta en horario nocturno porque el área donde se fresa es cercana a la paralela, distancia menor de 30 metros lo cual es lo mínimo que está permitido estar ya sean personas o máquinas mientras el aeropuerto esté prestando servicios.



Figura 58. Actividad de fresado en horario nocturno.

- ✓ Cuando las volquetas descargan el material fresado en las bermas de la paralela lo hacen del modo que al descargar no se acumule tanto material en una sección, sino que se descargan varios tumultos de este material para cuando el minicargador extienda sobre la berma no se le dificulte el trabajo. Esta actividad se ejecuta al mismo tiempo que se ejerce la actividad de fresado en la plataforma de bomberos, mientras fresan y acopian el material en las volquetas el minicargador extiende el material sobre las bermas. Observando que es mucho trabajo para un solo minicargador se decide añadir otro operador con un minicargador para que ayude a extender.



Figura 59. Minicargador extendiendo material fresado sobre las bermas de la paralela.

- ✓ Se da inicio a la actividad de extender y nivelar el material base en la zona donde se excavó por el motivo de poseer fallos por acumulación de aguas lluvias. Se extiende este material con ayuda de la máquina motoniveladora 120-B Baukema. El proceso de nivelación se ejecuta con ayuda del equipo de topografía, el topógrafo usa la estación que orienta al cadenero los niveles que debe tener por secciones de cada 5 metros. Este proceso se repite varias veces para tener el mínimo margen de error.

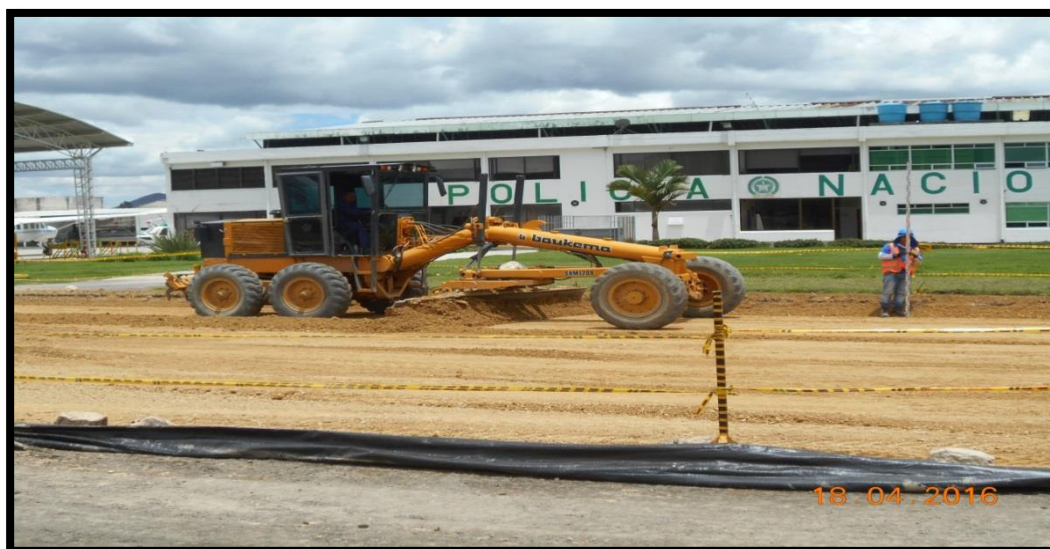


Figura 60. Motoniveladora extendiendo material base.

- ✓ Se presentan fallos en la estructura subbase, por el motivo de que el material acopiado absorbió gran cantidad de aguas lluvia y por tal razón la estructura falló.



Figura 61. Fallo presentado en la base después de haberse extendido.

- ✓ Se brindó la solución de excavar las zonas de fallo con la retroexcavadora, retirando también el geotextil que estuvo extendido en esta área. El minicargador ayuda a extender el rajón y subbase sobre el área donde se situaban los fallos, la instalación del rajón se ejerce para brindarle más resistencia donde se sitúa el terreno natural, luego se prosigue a instalar toda la estructura.



Figura 62. Arreglo en zona de fallo.

- ✓ Se prosigue a extender el nuevo geotextil donde se situaban los fallos, que fueron reforzados con material rajón. Anteriormente se había retirado el geotextil para poder sacar los fallos. Finalizando se extiende capa por capa la estructura de la vía.



Figura 63. Extendida de nuevo geotextil donde se situaban los fallos.

- ✓ Se extiende de nuevo material subbase con la motoniveladora en el área donde se situaban los fallos, los pines insertados en la zona lateral del área de excavación orientan los niveles que debe tener cada capa. El equipo de topografía vuelve a brindar apoyo de orientar los niveles que están estipulados.



Figura 64. Extendida de material subbase sobre el área donde se ubicaban los fallos.

- ✓ Todas las capas de la estructura han sido selladas y compactadas gracias al vibrocompactador. Después de haber ubicado cada capa de la estructura se sella el material con el vibrocompactador, luego de asegurarse de haberse sellado se le aplica compactación para que el terreno integral se junte por completo.



Figura 65. Sellado y compactación en zona de falla con el vibrocompactador.

- ✓ Inicio a la instalación de geocelda Geowed. Este es un reforzamiento a la estructura de base, cuando se le inserta el material base en cada cubo estas tienden a confinarse y compactarse mucho más comparado cuando solo se extiende el material base sin reforzamiento, ya que no es lo mismo extender un volumen de gran magnitud sin reforzamientos laterales en vez de instalarlo por cajones pequeños; esto es lo que lo hace mucho más resistente, los cajones tienen una serie de orificios para que el desagüe de líquidos sea mucho más efectivo. Se extiende la geocelda sobre la estructura subbase, tienen dimensiones de 3x8 metros y altura de 10 centímetros y se conectan entre geoceldas con un conector llave llamado mariposa. Está formado por tiras de polietileno de alta densidad, son estabilizadas contra la radiación ultravioleta, y soldadas mediante uniones ultrasónicas, lo cual aportan una alta resistencia estructural que no se puede comparar con otros sistemas. Por estas propiedades es que los especialistas deciden usar este método para prevenir cualquier otro tipo de imprevistos como fallos También se pueden utilizar para instalar grava, concreto, tierra, etc.



Figura 66. Instalación de geocelda Geoweb.

- ✓ Con la maseta se clavan pines sobre la capa de la subbase, es decir, se insertan los pines sobre esta estructura para dar soporte, ya que cuando se inserten los cajones de cada geocelda queden tensionadas. Se hincan los pines lo más cercano al borde de donde se excavó, por consiguiente se extiende y estira hasta llegar a las distancias de 8 metros de largo y 3 metros de ancho, uno de los trabajadores sostiene tensionando la geocelda mientras que otro trabajador va incrustando los pines para mantenerlo templado.



Figura 67. Instalación de geocelda.

- ✓ La retroexcavadora y el minicargador extienden el material base con referencia B-600 sobre la geocelda ya instalada. La retroexcavadora es el que primero extiende; desde el borde donde se excavó se acopia una cierta cantidad de material base, luego la máquina distribuye el material hasta llegar a una distancia para que las volquetas puedan entrar al área donde se extiende la base y puedan descargar de manera ágil, lo cual facilita la labor del operador de la retroexcavadora. Prontamente de haber extendido el material base entra a laborar el minicargador para así emparejar los niveles que debe tener la capa de base. La geocelda puede soportar la carga de una volqueta doble troque cargado con material base, lo cual antes de insertarlo era una incertidumbre porque no había experiencia en este tipo de instalación.



Figura 68. Extendida de material base.

- ✓ Se da inicio a las actividades de excavación para poder instalar 10 tubos de 12" Novafort. Esta tubería se instala en las zonas laterales de la vía que se están trabajando, situado también al frente de los hangares y cercano a la plataforma de bomberos. Al ubicar este sistema se presentan inconvenientes como el rompimiento de tubos, lo cual tuvo que ser remendado. Al reventarse los conductos de agua desaguaron donde se estaba formando la excavación, los trabajadores instalaron la motobomba para poder drenar el agua donde se establecía el orificio. La pendiente que contiene el sistema de tubería es de 1.4%, lo cual son ejecutadas con ayuda del equipo de topografía.



Figura. 69. Instalación de tubería Novafort.

- ✓ Se inicia la actividad de imprimación con el carro irrigador cerca de la paralela de la pista aérea; la actividad se ejecuta en horario nocturno, al día siguiente se elabora la actividad de extendida de asfalto por la empresa Doble A Ingeniería. Como se había dicho anteriormente se tiene que imprimir la estructura de base 24 horas antes para poder instalar la carpeta de nivelación y carpeta de rodaje. Se imprima toda la base donde anteriormente se había fresado. En la tarde del día siguiente se extiende el aglomerado en el área donde no esté cercano a la paralela de la pista aérea.

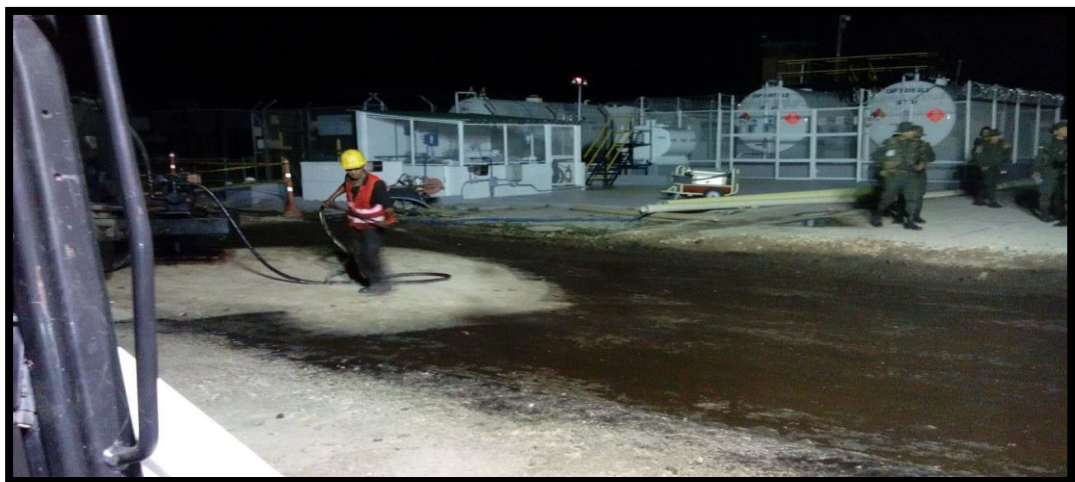


Figura 70. Imprimación en área donde se fresó.

- ✓ Se ubica la carpeta de nivelación 24 horas después de haber imprimado. Se extiende el asfalto en el área donde no sobrepase los 30 metros a la paralela de la pista aérea antes de las 6 de la tarde, en la noche se prosigue a extender el aglomerado en el área faltante. El espesor de la carpeta de nivelación es de 4 centímetros, cuando se termine de instalar esta carpeta se imprima de nuevo, seguido, al día siguiente se instala la carpeta de rodadura que tiene espesor promedio de 6 centímetros. Los días que se hizo esta actividad se presentaron lluvias, lo cual hizo que la actividad no fuese continua, sin embargo, la temperatura del asfalto que estaban acopiadas en las volquetas doble troque estuvieron cubiertas con sus respectivas carpas, lo que significa que mantuvieron la temperatura adecuada de 140°C para poder extender el material. En esta actividad no se presentaron inconvenientes por la temperatura del asfalto, lo cual se presenciaba que podía suceder.



Figura 71. Extendida de material asfalto por la máquina finisher.

- ✓ Se presentan varios fallos en el área donde se extendió el asfalto, los fallos se presentaron porque la estructura de la base no estuvo cubierta en algunas zonas cuando estaba lloviendo en las noches anteriores. Por tal motivo se decide sacar los fallos al día siguiente con la retroexcavadora; acopiando el material en volquetas simples para que este lo trasladara a CTU. Los trabajadores ayudaban a retirar el material de sobra que no podía sacar la retroexcavadora. Luego de sacar los fallos se inserta material base nuevo, se vuelve a compactar el área donde se presentaban los fallos.



Figura. 72. Excavación de los fallos presentados.

- ✓ Se imprima el área excavada donde se instaló la carpeta de base nueva para poder ubicar de nuevo el asfalto. No es necesario utilizar la finisher para extender el asfalto; esta actividad la ejecuta el personal de Doble A Ingeniería por el método manual. Sin embargo, cuando llega el momento de compactar tales zonas de fallos lo hacen las máquinas vibrocompactadoras benitín, hyster y tamdem.



Figura 73. Extendida de aglomerados de forma manual hecha por trabajadores.

APORTE AL CONOCIMIENTO

- ✓ No se debe dejar expuesto el material de base y subbase sin protección alguna, es necesario cubrirlo con polisombra para que las aguas lluvias no caigan sobre el material y este no tienda a perder sus propiedades.
- ✓ Se puede reemplazar el material de sello o filler por material de subbase para cubrir los espacios que deja el rajón cuando está instalado. Esto se aplicó para la instalación de la estructura de la calle de rodaje ECO. Otra forma de cubrir los vacíos dejados por el rajón es con material de fresado, pero este proceso solo se puede hacer cuando se van a remendar fallos presentados sobre la vía, sin embargo, el sello de material fresado tiene que ir combinado con otro material que lo refuerce, lo cual puede ser material subbase.
- ✓ Cuando se instale la geocelda es conveniente que hubiese una persona en cada esquina del artefacto, las cuatro personas estiraran lo máximo que se pueda estirar el objeto en cada esquina, luego con un flexómetro se toman las dimensiones establecidas, seguido de tener las dimensiones se inserta un pin en cada esquina. Se divide el número de cajones que tiene la geocelda y se insertan los pines con su respectivo espaciamiento entre cajones.
- ✓ Al instalar la carpeta asfáltica se debe tener en cuenta las condiciones climáticas, ya que la temperatura del asfalto tiende a disminuir de manera rápida cuando se extiende, incluyendo que normalmente se instaló la carpeta asfáltica en horario nocturno. Es por eso que las volquetas cuando salen de la fábrica de aglomerados deben traer el material con una temperatura bastante alta para cuando llegue al aeropuerto no haya inconvenientes con la instalación.

ANEXOS

- ✓ Están prohibidas las fotos anexas a las actividades de obra, ya que se sitúa en una base militar. Si alguna persona toma una foto, puede ser multada económicamente. Solo el personal de obra puede tomar fotos a las actividades que se estén ejecutando.
- ✓ Se debe abrir paso primordialmente a los aviones y helicópteros, no se puede interferir en el paso de estos, por consiguiente si un avión está circulando por la pista las personas tienen que esperar a que este deje de transitar.
- ✓ Prohibido fumar en el aeropuerto.
- ✓ Para poder circular por zonas de rodaje en el aeropuerto se necesita el permiso y el acompañamiento del inspector de seguridad de planta que esté laborando.
- ✓ Los trabajadores que están en obra tienen que usar los artefactos de seguridad tales como cascos, chaleco reflector, botas con punta de acero, tapabocas y tapaoídos.
- ✓ En horario nocturno es necesario que las personas usen abrigos, overol, pasamontañas y guantes.
- ✓ Cada personal debe tener su ARL y sus documentos actualizados.

CONCLUSIONES

- ✓ Se presentaron varios inconvenientes como la meteorización del suelo debido al clima variado que se presentó en el trayecto de ejecución de obra, por lo tanto se tuvo que implementar tareas nuevas para mitigar los daños, como fue el sistema de drenaje que se implementó para evacuar el agua retenida. La lluvia constante hacía también que el agua se estancara en el sitio donde se estaba excavando, sin embargo, con ayuda de la motobomba se desaguaba constantemente el agua del terreno; cuando se instalaba la carpeta asfáltica de noche se presentaban lluvias, lo cual había que esperar a que se detuviera para que el asfalto no bajara su temperatura cuando se extendiera.
- ✓ Trabajar en horario nocturno rinde mucho más que en horario diurno, porque la circulación de vehículos, aviones y personas que no estén involucradas a la obra hacen que se retrasen un poco las actividades cuando se hacen las labores de día. Este método sería bueno implementarlo no solo en aeropuertos, sino también en otras áreas donde no se interrumpa el descanso de las personas que vivan en los alrededores; la limpieza de las áreas de trabajo pueden ser más fáciles de implementar.
- ✓ Los trabajos implementados en área de plataforma de bomberos y hangares da visto bueno al número de actividades que se pueden hacer al tiempo, aunque ejecutar una actividad a la vez con todo el personal que se disponga se avanza mucho más comparado con ejecutar varias labores a la vez.
- ✓ En la calle de rodaje ECO se determinó el proceso de excavación por lo que no existía estructura sobre esta; se determinó por estudios de laboratorio y los especialistas determinaron la estructura de la calle de rodaje.

BIBLIOGRAFÍA

- ✓ Fotografías (Autor).
- ✓ Diseño Geométrico de Carreteras (Marcel Prevost).
- ✓ Manual de Consultoría e Interventoría para Estudios y Diseños y Gerencia de Proyectos en INVIAS.
- ✓ Norma AASTHO.
- ✓ La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres Carreteras, Ferrocarriles y Aeropistas (Rico del Castillo).
- ✓ Comportamiento de Asfaltos, Producto de Mezclas, Cabeza (Hidalgo).
- ✓ Análisis de Interacción Suelo o Estructura (Jorge Rodríguez).