

	INFORME DE CIERRE PLAN DE GERENCIA	Versión: 00
		Fecha de edición: 31/12/2022

INFORME DE CIERRE PLAN DE GERENCIA



Fig. 001 – Paso Boeing 747-400 sobre el deprimido de calle lima

Fuente Propia

CONTRATO: 20001188 H4 DE 2020

**TERMINACIÓN DE LA CALLE DE RODAJE LIMA,
CONSTRUCCIÓN DEL BOX CULVERT (PASO A DESNIVEL)
Y OBRAS COMPLEMENTARIAS**

AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO, BOGOTÁ DC.

FEBRERO 2023

	INFORME DE CIERRE PLAN DE GERENCIA	Versión: 00
		Fecha de edición: 31/12/2022

CONTENIDO

1	INTRODUCCIÒN	3
2	DATOS GENERALES	3
2.1	Antecedentes	3
2.2	Datos del contrato	3
2.3	Estrategia constructiva	3
3	OBJETIVO	4
4	MATRIZ DE RIESGOS.....	4
5	PROBLEMAS Y SOLUCIONES DURANTE LA EJECUCION.....	4
5.1	ETAPA DE PRECONSTRUCCION	4
5.1.1	Estructura del deprimido	5
5.1.2	Tuberías para el traslado de las redes húmedas.....	6
5.1.3	Muro en tierra armada.....	8
5.2	ETAPA DE CONSTRUCCION	9
5.2.1	Calle de rodaje:	9
5.2.2	Traslado de redes	10
5.2.2.1	Plan de contingencia.....	10
5.2.2.2	Túnel liner	12
5.2.3	Estructura del deprimido	14
6	GESTION POR AREAS DE CONOCIMIENTO.....	19
6.1	Gestión del alcance.....	19
6.2	Gestión del conocimiento:	21
6.3	Gestión de la integración y del cambio:.....	21
6.4	Gestión del cronograma	23
6.5	Gestión del costo	23
6.6	Gestión de la calidad:.....	24
6.7	Gestión de las comunicaciones.....	25
7	CONCLUSIONES	26
8	RECOMENDACIONES DE MANTENIMIENTO.....	26

	INFORME DE CIERRE PLAN DE GERENCIA	Versión: 00
		Fecha de edición: 31/12/2022

1 INTRODUCCIÓN

En cumplimiento de lo estipulado en el numeral 2.4 Obligaciones Específicas del Contratista, en relación con el numeral 25- El Contratista de Obra presentará a la Interventoría un Informe final de gestión, en el cual se evalúen los problemas y soluciones pendientes, con su prioridad de atención y se proponga un plan de mantenimiento anual durante los siguientes cinco (5) años, cuyo objeto del contrato es la terminación de la Calle de rodaje LIMA, construcción del Box Coulvert (paso a desnivel) y obras complementarias en el aeropuerto internacional El Dorado, Bogotá DC, presentamos el presente informe

2 DATOS GENERALES

2.1 Antecedentes

La calle de rodaje Lima tuvo dos contratos fallidos antes del presente contrato, en los cuales su mayor dificultad fue el cierre económico debido a las dificultades que se presentaron con los asentamientos que se presentaron durante la etapa constructiva y que podrían poner en riesgo el nivel de servicio de la calle en su operación.

La premisa para viabilizar el actual contrato era la apropiación de los diseños y las obras construidas por terceros, ajustar los diseños si fuese necesario, pero mantenerse dentro del presupuesto asignado por la entidad para la ejecución de la obra.

2.2 Datos del contrato

DATOS CONTRACTUALES	
Contratista:	CONSTRUCCIONES Y TRACTORES S.A.
Contrato No	20001188 H4 de 2021
Valor Inicial	\$ 60.425.858.014,00
Plazo inicial	16 meses
Fecha de iniciación	5-feb-21
Fecha de vencimiento inicial	5-jun-22
Prórroga No. 01	15-dic-22
Plazo actualizado	22 meses
Prórroga No. 02	07-feb-23
Plazo actualizado	24 meses
Valor final contrato	\$ 60.425.858.014

Cuadro No. 01- Datos contractuales Calle Lima - CONYTRAC. Origen: Fuente Propia

2.3 Estrategia constructiva

Se planteó la construcción de la calle de rodaje lima en cuatro grandes frentes de trabajo, el primero de ellos correspondiente a la estructura de la calle propiamente dicha, el segundo es la construcción del deprimido para darle paso a la vía vehicular que se intercepta con la calle a la altura del K0+470, el tercer frente de trabajo es el traslado de las redes que interfieren con la

	INFORME DE CIERRE PLAN DE GERENCIA	Versión: 00
		Fecha de edición: 31/12/2022

construcción del paso a desnivel (Deprimido) y el cuarto frente que corresponde al componente eléctrico del proyecto, tanto a las redes de media tensión para alimentar los sistemas de bombeo e iluminación del deprimido, como a las redes eléctricas para alimentar las ayudas visuales de la calle de rodaje.

3 OBJETIVO

El objetivo principal del presente informe es presentar un resumen de los inconvenientes que se tuvieron durante el desarrollo del contrato y como se surtieron las soluciones, de acuerdo con el plan de gerencia establecido para la ejecución de la obra.

4 MATRIZ DE RIESGOS

Con base en la información inicial y el análisis de las actividades a desarrollar se realizó una matriz de riesgos, donde se identificaba el tipo de riesgo, su impacto y el plan para mitigarlo si se llegara a manifestar durante la ejecución del contrato.

En el anexo 1, se presenta un resumen de los planes de mitigación a medida que se fueron materializando algunos de estos riesgos previstos.

5 PROBLEMAS Y SOLUCIONES DURANTE LA EJECUCION

A continuación, se presentan las situaciones mas relevantes que surgieron durante la ejecución del contrato y la forma como se solucionaron cada una de ellas:

5.1 ETAPA DE PRECONSTRUCCION

En esta etapa el contratista debería apropiarse de los diseños y obras construidas en contratos anteriores.

En esta etapa se realizó un estudio detallado de la ingeniería básica entregada por la Aerocivil, encontrando grandes deficiencias en la estructura prevista para el paso a desnivel y el comportamiento de las pantallas a largo plazo al ser sometidas a las cargas de diseño por el empuje resultante, por lo cual no fue posible que el contratista se apropiara de los diseños y los aceptara para su construcción.

Luego de varias mesas de trabajo con los diferentes especialistas, se encontró una solución viable, pero que requeriría de un gran esfuerzo de las partes para su ejecución, la primera de ellas y tal vez mas importante, era que para poder tener todo el proyecto diseñado y listo para pasar a la etapa de construcción se requeriría de un plazo adicional de 4 meses, ya que la solución implicaba rediseñar totalmente la estructura, hacer planos de construcción y obtener las aprobaciones de los especialistas de interventoría y la entidad.

	INFORME DE CIERRE PLAN DE GERENCIA	Versión: 00
		Fecha de edición: 31/12/2022

Los principales cambios que se realizaron a los diseños se tienen en los siguientes aspectos:

- Ajuste del diseño geométrico a las nuevas especificaciones del RAC-14
- Cambio del diseño estructural del deprimido
- Diseño de muro para disminuir empuje sobre las pantallas
- Cambio en material de tuberías para el traslado de las redes húmedas
- Ajuste del diseño eléctrico por nuevos puntos de conexión

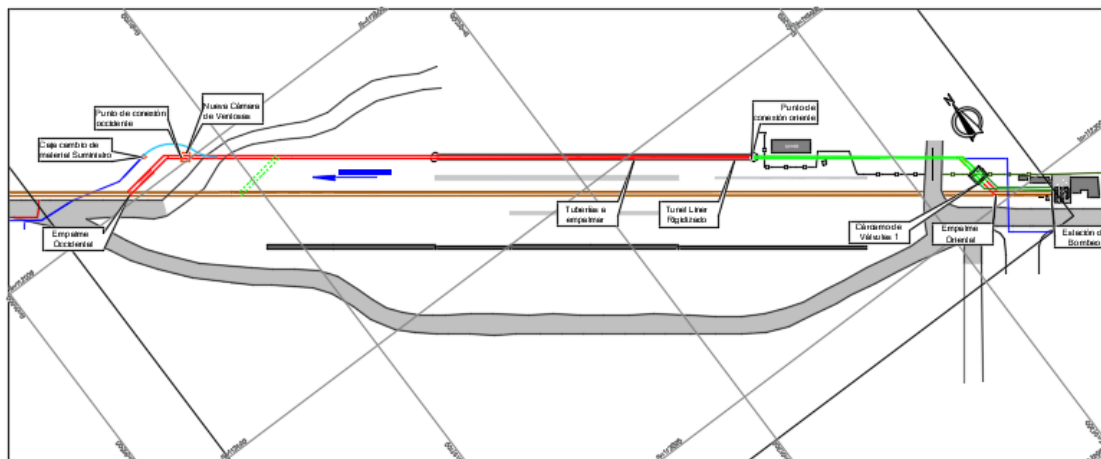
Adicionalmente se realizaron ajustes al resto del proyecto, tales como la estructura del pavimento tanto para la calle de rodaje como para la vía de servicio, también se ajustaron los drenajes y sistema de recolección de aguas superficiales y el sistema de evacuación de las aguas tanto superficiales como subterráneas que llegarían al punto más bajo del deprimido.

En diferentes mesas de trabajo se revisaron los resultados de los modelos de geotecnia, y se dedujo que los asentamientos que se han presentado hasta la fecha han alcanzado hasta 3 metros en la zona de mayores deformaciones localizada inmediatamente al norte de la estructura del túnel liner. Los análisis muestran que los máximos asentamientos remanentes son del orden de un metro en esta zona en un periodo de 30 años con posterioridad a la construcción del proyecto. Estos asentamientos totales son de gran magnitud, pero ocurren a lo largo de una extensión del orden de 900 metros en sentido norte sur y entre 100 y 200 metros en dirección este oeste, por lo que los asentamientos diferenciales son bajos. Se analiza el efecto de los asentamientos remanentes para las estructuras del proyecto, concluyendo que a pesar de su magnitud el proyecto es viable., y se dan las recomendaciones respectivas.

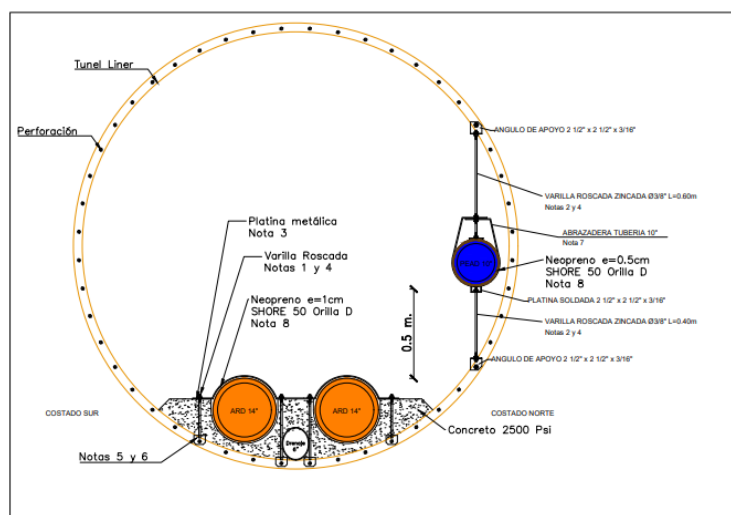
De esta forma se presentaron las siguientes soluciones para los puntos mas relevantes del diseño:

5.1.1 Estructura del deprimido

Se cambió la estructura rígida que estaba diseñada y que de acuerdo con el modelo de geotecnia, esta no reaccionaría convenientemente ante los asentamientos diferenciales. Por lo cual se propuso hacer una estructura articulada compuesta por una serie de vigas, pero que estuvieran ligadas con un sistema de cables de acero postensado.



El problema radica en que se debe hacer el traslado de estas líneas que se encuentran en funcionamiento y pasarlas por la estructura del Túnel Liner existente en el costado norte del deprimido y que estaba llenó de lodos, para el paso de las redes por debajo de la calle de rodaje lima, evitando la exposición directa de las tuberías a las cargas de las aeronaves.



Sección típica de tuberías en túnel liner

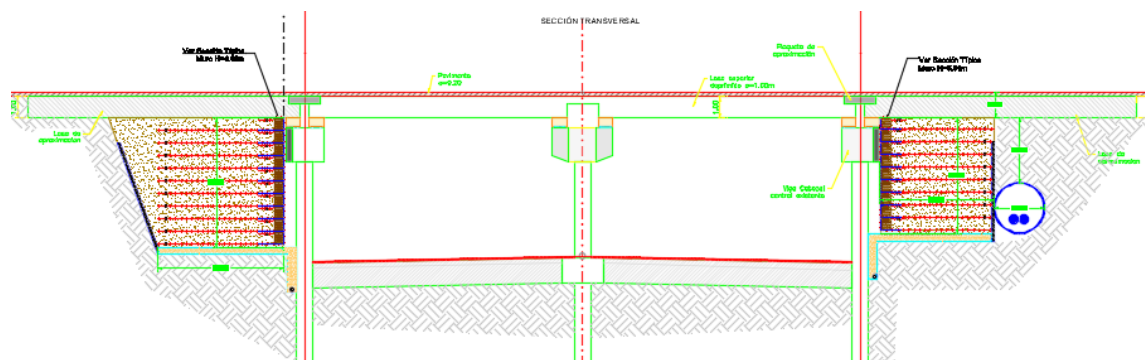
En relación con el material de los conductos, se ha escogido el uso de PEAD debido a la flexibilidad del material, baja rugosidad y posibilidad de acomodación para el manejo de asentamientos diferenciales. Para la tubería de alcantarillado que funciona a presión desde la Ebar hasta la Ptar se usará diámetro 14", con sus respectivos accesorios hidráulicos y válvulas de control para el correcto funcionamiento.

Igual situación con la línea de acueducto que pasa también por la vía de servicio y que debe ser relocalizada por dentro del túnel liner. Esta tubería es diámetro de 10", actualmente en PVC y en funcionamiento.

	INFORME DE CIERRE PLAN DE GERENCIA	Versión: 00
		Fecha de edición: 31/12/2022

5.1.3 Muro en tierra armada

Como resultado del análisis estructural de las pantallas existentes se concluyó que es necesario hacerles algún tipo de rehabilitación para cumplir con los criterios de diseño estructural. Dentro de las opciones que se evaluaron para asegurar el adecuado funcionamiento y el cumplimiento con las normas de diseño estructural para las pantallas se consideró la opción de excavar el material de relleno que contiene las pantallas y construir unos rellenos en tierra reforzada para restituir los niveles de la calle dejando un espacio libre entre las pantallas y la cara del muro con el fin de aliviar en la medida de lo posible los empujes del terreno sobre las pantallas.



Sección típica de los dos muros en tierra armada detrás de las pantallas Norte y Sur

Para el análisis de esta alternativa se incorporó en el proceso constructivo la construcción del relleno de tierra reforzada el cual se pre dimensionó utilizando elementos de refuerzo típicos y se realizó el análisis correspondiente con el proceso de excavación y construcción del muro evaluando su desempeño a largo plazo teniendo en cuenta aquí en la zona se presentan asentamientos que continuarán en el tiempo y afectarían los elementos de refuerzo de la tierra reforzada.

Para el costado sur se plantea hacer la excavación y el reemplazo del relleno existente por un muro en tierra reforzada en toda la altura de la pantalla que será excavada en su parte interna.

Para el costado norte se tienen una condición de interferencia con la estructura del túnel liner existente. Este muro deberá construirse por etapas para evitar desconfinar el Túnel Liner, avanzando en tramos de 20 o 30 mts según el suelo encontrado durante la excavación y una vez se haya superado la altura del túnel liner, se continuará con el siguiente tramo hasta lograr subir el muro en toda la extensión paralela al túnel liner.

	INFORME DE CIERRE PLAN DE GERENCIA	Versión: 00
		Fecha de edición: 31/12/2022

El material para usar como lleno del MSR, corresponde a una mezcla de RAP con material de la excavación en proporción 1:4, con lo cual se logra un material granular estable y que al contacto con la geomalla el buen funcionamiento del refuerzo.

Como resultado de estas soluciones se surtió la etapa de diseños y estos fueron aprobados el día 30 de septiembre de 2021, dando paso a la etapa de construcción.

5.2 ETAPA DE CONSTRUCCION

Para el desarrollo de las actividades constructivas se dividió la obra en tres grandes frentes de trabajo, a saber:

Frente 1: Calle de rodaje

Frente 2: Traslado de redes

Frente 3: Estructura del deprimido

Durante la construcción se presentaron varios inconvenientes, dentro de los que se destacan los siguientes:

5.2.1 Calle de rodaje:

El principal inconveniente durante la construcción de la calle de rodaje fue la conservación de los niveles desde la misma excavación hasta la colocación de las capas finales de mezcla asfáltica, debido a los asentamientos que se presentan propios de la geología y por tratarse de un antiguo cauce del río Bogotá.

Solución durante las excavaciones

Para las excavaciones y la definición de la cota de la subrasante se tomó como solución, una cota de 10 cms por encima de la cota de diseño con lo cual se previó que durante los 10 meses de ejecución de la calle de rodaje, se asentara 1,0 cms por mes y la estructura final quedara muy aproximada a la cota de diseño.

Solución durante las capas de granulares

Debido a la falta de continuidad del proceso constructivo a lo largo de toda la calle en las 4 zonas definidas, se realizaron ajustes a las rasante teniendo en cuenta los asentamientos presentados, durante la colocación de la base granular P-209.

Solución durante las capas de mezcla asfáltica

	INFORME DE CIERRE PLAN DE GERENCIA	Versión: 00
		Fecha de edición: 31/12/2022

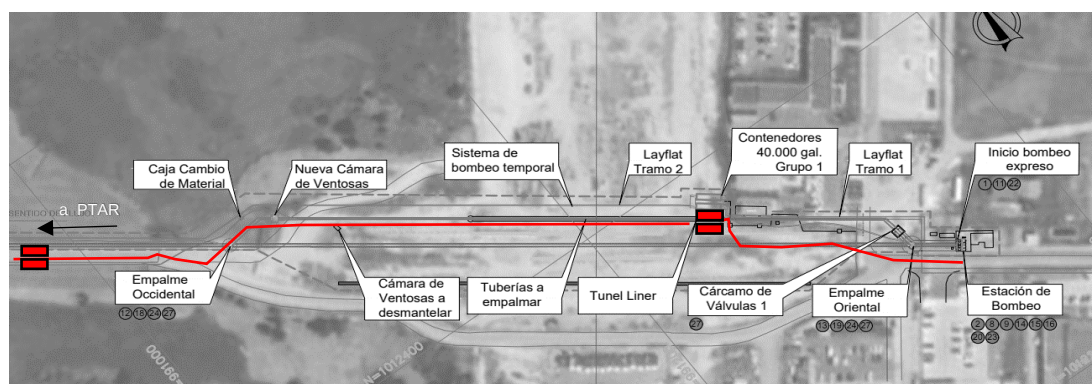
A pesar de haber previsto asentamientos en el suelo de fundación, estos se presentaron de forma diferente entre zonas adyacentes como lo ocurrido entre la zona 3 y zona 4, donde fue necesario hacer nivelaciones para conservar los niveles de diseño y las pendientes tanto transversales como longitudinales.

La situación mas compleja ocurrió en los aproches a deprimido, donde los asentamientos se presentaron de forma mas acelerada que el resto de la calle, con datos del orden de 3,5 cms mes, cuando en el resto de la calle estaban del orden de 1,0 cms. Con el agravante que hasta no terminar la estructura del deprimido, la cual no tuvo asentamientos de la misma forma que el resto de la calle, ya que dependiendo de la etapa constructiva las pantallas subían o bajaban y no era claramente previsible los niveles finales de esta estructura, lo que obligó a renivelar continuamente estos aproches hasta que se terminó el apuntalamiento con la losa inferior del deprimido.

5.2.2 Traslado de redes

5.2.2.1 Plan de contingencia

De acuerdo con los diseños y al análisis de riesgos, para el traslado de las redes de alcantarillado fue necesario implementar un plan de contingencia, que garantizara el paso de las aguas servidas desde la EBAR hasta la PTAR, para ello fue necesario instalar 3 puntos de regulación conformados por 6 tanques móviles (tipo frack Tanks de 20.000 Gns cada uno) con los cuales se mantuvo una reserva calculada en caso de tener algún inconveniente con el bombeo, adicionalmente se instalaron dos líneas en tubería flexible de 6" de diámetro para conducir las aguas por los frack tanks y un sistema de bombeo para pasar de los puntos de regulación hasta la PTAR.



Disposición del plan de contingencia para el traslado de redes

	INFORME DE CIERRE PLAN DE GERENCIA	Versión: 00
		Fecha de edición: 31/12/2022

El principal problema ocurrió cuando se debía hacer el empalme a la nueva red y los niveles en la EBAR se mantenían altos, debido a conexiones erradas que llegan a los colectores que llevan las aguas servidas y con el agravante de las lluvias que se presentaron en los días en que se realizó el traslado.

La Solución fue activar el plan de contingencia, el cual mantuvo el normal funcionamiento del sistema entre la EBAR y la PTAR.

Para los trabajos de traslado de redes de alcantarillado, se programó trabajo 24 horas, con tres cuadrillas que se relevaron continuamente, se hizo una buena coordinación con el operador de las redes y el compromiso de Conytrac, se logró hacer un traslado exitoso, sin afectar la operación del aeropuerto.



Instalación de frack tanks, sistema de bombeo y tuberías flexibles tipo Lay Flat



Instalación de 3 bombas de 40 LPS en EBAR y 3.000 mts de tubería Lay flat

	INFORME DE CIERRE PLAN DE GERENCIA	Versión: 00
		Fecha de edición: 31/12/2022

5.2.2.2 Túnel liner

En cuanto al traslado de las redes y la nueva línea construida que debió instalarse por el túnel liner que ya estaba construido, se tuvo un inconveniente con las aguas que se filtran y como es un punto bajo, este se llenaba de agua permanentemente.

La solución consistió en realizar un desalojo total de los componentes al interior del túnel liner, se realizó una limpieza exhaustiva y se colocó material filtrante en el fondo, luego se identificaron los puntos bajos del túnel que ya ha sufrido alguna deformación por los asentamientos del terreno de fundación, y en estos puntos bajos se instalaron desagües conectados al sistema de drenaje del muro en tierra armada construido entre la pantalla norte y el túnel liner, el cual a su vez está conectado a la red de drenajes del deprimido que finalmente es evacuada en el tanque de bombeo hacia el canal sur del aeropuerto.

Adicionalmente se construyeron una serie de apoyos en concreto para la tubería y la red contraincendios se instaló con soportes metálicos a un costado del túnel sobre las líneas de alcantarillado.



Limpieza de túnel liner, construcción de filtros e instalación de tuberías



Conexión de los drenajes del túnel liner al sistema de drenajes del muro en tierra armada

	INFORME DE CIERRE PLAN DE GERENCIA	Versión: 00
		Fecha de edición: 31/12/2022

- Empalmes a tuberías PVC existente

En cuanto al empalme occidental nos encontramos con la problemática de realizar excavaciones en un sector muy reducido por las redes eléctricas y de datos existentes, y a una profundidad de 6 mts, para poder realizarla conexión a las dos líneas de alcantarillado existentes en PVA y que debían conducirse a la caja de válvulas # 1 también existente, lo cual impedía hacer una excavación con taludes para que se mantuviera estable.

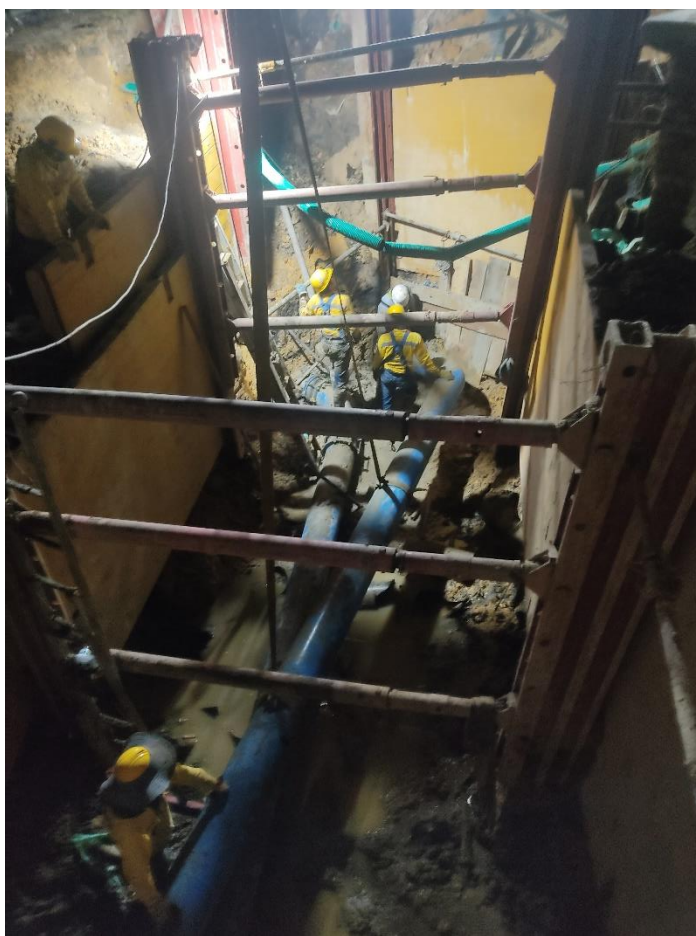
La solución fue implementar un sistema de excavación formaleta tipo Krings, con la cual se pudieran hacer excavaciones de taludes verticales y con el formato de vigas y tableros sostener la excavación mientras se realizaba el empalme.



Instalación de entibado tipo Krings en empalme occidental de la red de alcantarillado



Instalación de laminas verticales para entibar la excavación para el empalme de la red de alcantarillado



Maniobra de empalme de tuberías nuevas con red existente en PVC 14"

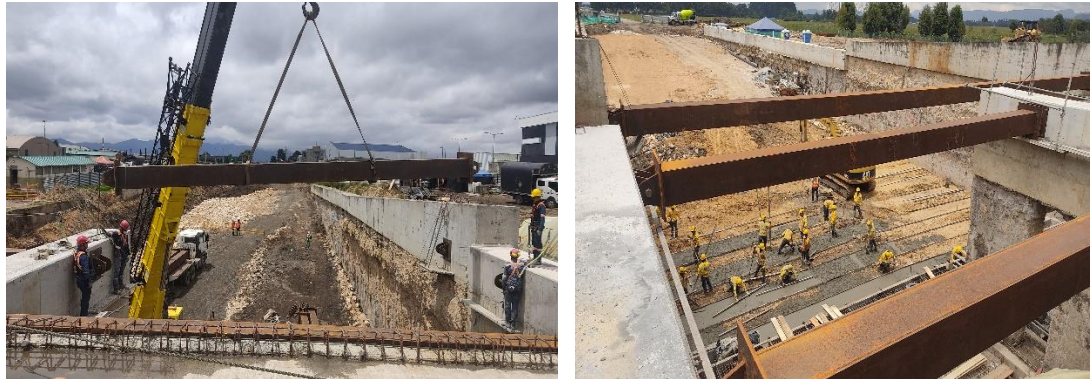
5.2.3 Estructura del deprimido

Durante la construcción del paso a desnivel en la calle de rodaje Lima, se tuvieron varios inconvenientes debido a la dificultad del terreno que corresponde a un antiguo lecho del cauce del río Bogotá, con unos suelos limosos de baja consistencia y donde las pantallas construidas sufrieron movimientos por el proceso constructivo.

En primer lugar se estableció un proceso donde se excavara de forma simultánea al interior y al exterior de la pantalla para ir descargando el elemento y que este no sufriera mayor afectación, el problema se presentó cuando el traslado de redes no se pudo realizar al mismo tiempo que el muro en tierra armada por la entrada de la ola invernal, lo cual obligó realizar una excavación solo en la pantalla sur y esto descompensó las cargas.

	INFORME DE CIERRE PLAN DE GERENCIA	Versión: 00
		Fecha de edición: 31/12/2022

Como solución se decidió construir el muro en tierra armada del costado norte, para eliminar el empuje por este lado y como complemento instalar las vigas puntales metálicas que estaban diseñadas, pero que se colocaban mas adelante según el cronograma de obras. Con esto logramos estabilizar nuevamente el sistema y terminar las excavaciones sin mayor afectación a las pantallas.



Instalación de vigas metálicas en la entrada y salida del deprimido que funcionan como puntales entre pantallas



Excavación del deprimido, entre pantalla Norte y Barretes centrales

Otro inconveniente que se presentó durante la construcción del deprimido fue el alto nivel freático, compuesto por líneas subterráneas que permanecen del antiguo cauce del río Bogotá y que representaron un reto grande para estabilizar el terreno donde construiríamos la losa inferior.



Excavación permanentemente inundada por las aguas subsuperficiales

Para solucionar este inconveniente fue necesario hacer una cama con rajón y mantener unos pozos de achique mientras se construían los drenajes que conducirían las aguas al sistema de bombeo del deprimido.



Estabilización con rajón y pozos de achique

Poco a poco se fue estabilizando el terreno con rajón y la ubicación de pozos de achique cercanos al área de trabajo, hasta lograr una plataforma de trabajo estable. Una vez se construyeron los drenes y se conformó la zona de trabajo para las vigas que conforman la losa inferior se debían construir rápidamente los tanques de regulación y el cárcamo de bombeo para evacuar las aguas que confluyen en el deprimido, el problema fue la cantidad de tareas simultáneas que se presentaban

	INFORME DE CIERRE PLAN DE GERENCIA	Versión: 00
		Fecha de edición: 31/12/2022

en ese momento y el riesgo de trabajar con maquinaria pesada en varios sectores a la vez.



Construcción de filtros para el manejo de aguas subterráneas en el deprimido



Estabilización de piso y construcción de pozos de achique para la losa inferior



Construcción de tanques para el manejo de las aguas en el deprimido

La solución fue construir los tanques del costado occidental, mientras se avanzaba por el costado oriental con vigas y el ingreso de mixer y camiones con acero, se hizo por este sector.

Una vez terminados los tanques del costado occidental, se procedió a cambiar el frente de trabajo de las vigas de la losa inferior para completar las losas de acceso por ese costado y el frente de tanques se pasó a ejecutar al costado oriental. Con esto logramos mantener la simultaneidad en el avance de estas dos tareas críticas y sostener el nivel freático en los niveles que nos permitieron trabajar en superficie sin mayores contratiempos.



Construcción de vigas de la losa inferior en simultanea con los tanques

	INFORME DE CIERRE PLAN DE GERENCIA	Versión: 00
		Fecha de edición: 31/12/2022

6 GESTION POR AREAS DE CONOCIMIENTO

6.1 Gestión del alcance

El alcance definido en el contrato es “Realizar la terminación de la calle de rodaje Lima, construcción del Box Coulvert (paso a desnivel) y obras complementarias en el aeropuerto internacional El Dorado, Bogotá D.C.”

Dicho alcance se define con un presupuesto de obra, en donde establece como actividades complementarias, las siguientes:

- Cerramiento provisional
- Traslado de redes de alcantarillado
- Traslado de red de media tensión
- Traslado de red contra incendios
- Demolición de estructuras deficientes
- Construcción de calle de rodaje
- Construcción de sistema de drenajes
- Construcción de sistema de ayudas visuales
- Construcción de elementos de contención
- Construcción de estructura del deprimido
- Construcción de vía para el paso a desnivel
- Señalización horizontal y vertical
- Cerramiento definitivo
- Conformación de franja nivelada y formación de pradera
- Red de media tensión para alimentar sistemas eléctricos del deprimido
- Sistema de iluminación del deprimido
- Sistema de Bombeo del deprimido

Uno de los principales inconvenientes durante la etapa de preconstrucción, fue mantener el alcance dentro del presupuesto asignado por la entidad, debido a las alzas que sufrieron algunos materiales durante los años 2021 y 2022, además de las deficiencias encontradas en los diseños, que hacían inviable el proyecto.

Como primera medida se elaboró un diseño acorde al informe geotécnico, disciplina que daba los lineamientos para todas las demás intervenciones requeridas.

Con los requisitos de geotecnia como INPUT, para lo demás diseños se elaboró una propuesta de construcción controlando el cumplimiento del alcance definido, pero si sobre pasar el presupuesto, sin embargo, esto requería mayor tiempo tanto en la etapa de diseño como en la etapa de construcción.

Adicionalmente para cumplir el alcance se le propuso a la entidad hacer un balance de cantidades, realizar un ajuste en el precio del acero e introducir 16 precios No Previstos,

	INFORME DE CIERRE PLAN DE GERENCIA	Versión: 00
		Fecha de edición: 31/12/2022

para lo cual se realizaron ajustes al contrato a través de una serie de modificatorios como se relaciona a continuación:

- ✓ Modificadorio # 1: Traslado de vigencias del año 2021 al año 2022
- ✓ Modificadorio # 2: Introducción de Precios No Previstos
- ✓ Modificadorio # 3: Ajuste del acero y prórroga hasta el 15 de diciembre de 2022
- ✓ Modificadorio # 4: Prórroga hasta el 7 de enero de 2023 por reparación de obras construidas en contratos anteriores.
- ✓ Modificadorio # 5: Balance presupuestal mediante ajuste de cantidades de obra
- ✓ Modificadorio # 6: Balance presupuestal mediante ajuste de cantidades de obra

Durante la etapa de construcción se realizaron las siguientes optimizaciones, con el fin de mantener el alcance del contrato de acuerdo con las condiciones encontradas en terreno y los planos de diseño elaborados:

- ✓ Construcción de Muro en Suelo Reforzado (MSR): Con el fin de agilizar la construcción de esta estructura, se contrató la asesoría de una empresa especializada en este tipo de obras "GEOMATRIX", con la cual se implementaron mejoras en la fachada del muro y refuerzos con geomallas, que hicieron un proceso mas rápido entre capa hasta alcanzar las cotas de diseño.
- ✓ Construcción de muro en gaviones: Con el fin de optimizar el presupuesto, se prolongó el muro de gaviones previsto en los diseños para completar toda la longitud de la pantalla Norte al costado oriental, dicho muro se optimizó con una combinación de Muros por gravedad como son: Sistema Terramesh, Muro en suelo reforzado y Muro en gaviones, para las alturas mayores a 5 mts.
- ✓ Sello de rajón: Para colocar la capa de granulares sobre el rajón, se instaló previamente un material sellante encontrado en el sitio de obra y usado como material de precarga, lo cual optimizó el recurso para hacer un balance entre actividades que se requerían para completar el alcance definido en el contrato.
- ✓ Urbanismo: Con las optimizaciones en el costo de algunas actividades como el sello del rajón se logró complementar el área de urbanismo, dejando zonas verdes en los alrededores de la subestación eléctrica y en los accesos al deprimido.
- ✓ Red de media tensión: Debido al cambio del punto de conexión para la alimentación de los sistemas eléctricos del deprimido, fue necesario hacer ajustes en el diseño desde la celda de media tensión dentro de la subestación Nuevo Dorado hasta los elementos de conexión en la subestación # 2 del deprimido. Estas modificaciones requirieron ajustes en las cantidades de obra, optimización en el trazado de la canalización con el fin de ajustar las cantidades para mantener el alcance del contrato.
- ✓ Ayudas visuales: El sistema eléctrico para alimentar las balizas de la calle de rodaje, se modificó logrando una conexión en la subestación C del aeropuerto, con lo que se logró optimizar los tramos de canalización para mantener el alcance del contrato dentro del presupuesto de obra definido por la entidad.

En el anexo 2, se presentan los diferentes documentos firmados que dan cuenta de la gestión del alcance durante la ejecución del proyecto .

	INFORME DE CIERRE PLAN DE GERENCIA	Versión: 00
		Fecha de edición: 31/12/2022

6.2 Gestión del conocimiento:

El proyecto de construcción de la calle de rodaje Lima, requiere de una capacitación y conocimiento de la normatividad aplicable, dentro del plan de capacitaciones implementado para la ejecución de la obra se desarrollaron los siguientes aspectos:

- Normatividad aplicable: Desarrollo de un plan de inspección y ensayos con base en las normas FAA, RAC-14, especificaciones Aeronáuticas y un detallado estudio del plan maestro del aeropuerto El Dorado.
- Seguridad aeroportuaria y operacional: Se realizaron capacitaciones al personal de obra sobre la importancia del cumplimiento de las normas de seguridad al interior del aeropuerto, las prohibiciones y posibles sanciones aplicables si se causare interferencias a la operación.
- Seguridad y salud en el trabajo: Se cumplió con una serie de capacitaciones a todo el personal de Conytrac, mediante un cronograma de charlas diarias, semanales y mensuales, en donde se informaron sobre todos los programas que tiene la empresa para el desarrollo de las tareas de forma segura.
- Ambiental: Se cumplió con el cronograma de capacitaciones para el correcto manejo y disposición de residuos de obra, puntos ecológicos, campañas de reciclaje y se complementó con la brigada de control de fauna del aeropuerto, dando excelentes resultados con la reubicación de varios especímenes que se encontraron en obra durante la construcción.
- Técnico: La participación de los ingenieros de obra en las charlas diarias, donde se transmitió el conocimiento de los profesionales al personal operativo, llevando términos técnicos a la práctica. Adicionalmente se premiaron algunos colaboradores con la capacitación en oficios como soldadura y manejo de acero.

En el Anexo 3, se presentan los documentos que dan cuenta de las capacitaciones que se brindaron al personal de obra durante la ejecución del proyecto.

6.3 Gestión de la integración y del cambio:

El proyecto para la terminación de la calle de rodaje Lima, requirió integrar varias disciplinas de la ingeniería civil, la coordinación y la implementación de una estrategia que mantuviera el control del presupuesto, el cronograma y la buena calidad de las actividades de obra, lo cual se logró con éxito al terminar el alcance definido, dentro del plazo pactado y con el presupuesto asignado.

Durante la etapa de preconstrucción se realizó una planeación detallada de todas las actividades a ejecutar, estableciendo una estructura de trabajo organizada en los diferentes

	INFORME DE CIERRE PLAN DE GERENCIA	Versión: 00
		Fecha de edición: 31/12/2022

capítulos que conformaban el alcance, con ello se realizó un programa de trabajo desglosando las actividades a ejecutar en tareas por frentes de trabajo, con lo que se logró definir un presupuesto conforme los requerimientos de la entidad lo exigían, para hacer un seguimiento mensual a la ejecución soportada por memorias de cantidades y registro fotográfico, para ir haciendo los desembolsos de pago correspondientes al avance de obra durante la etapa de construcción.

La correcta integración de las diferentes áreas de conocimiento redundó en un excelente control de las actividades desarrolladas, obteniendo trazabilidad documental de cada una de ellas y permitiendo un seguimiento a la correcta ejecución de la obra.

La gestión de la integración y adecuado control de cambios, el cual a pesar de no tener un comité de cambios formal, se compuso de los especialistas tanto del contratista de obra como de la interventoría, donde cada solicitud de cambios fue revisada por la especialidad correspondiente, y una vez definida su procedencia se propuso la solución a la interventoría, la cual fue revisada desde el punto de vista técnico, programación y presupuestal para poder ser aprobada para su implementación en obra. Es así como se tramitaron los siguientes cambios, durante la ejecución:

- Ajuste a la red de media tensión
- Ajuste a los muros en suelo reforzado
- Ajuste a la rasante de la calle de rodaje
- Ajuste a la rasante de la vía vehicular del paso a desnivel
- Ajuste a la losa inferior del deprimido
- Ajuste a las vigas puntales
- Ampliación del muro en gaviones
- Rediseño del sistema de bombeo del deprimido
- Ajuste a las cunetas perimetrales
- Ajuste a los subdrenajes de la calle de rodaje
- Ajuste al cerramiento perimetral
- Ajuste al sistema de ayudas visuales

Algunos cambios requirieron de la participación de autoridades especializadas como el comité colegiado de la autoridad aeronáutica de Colombia, la cual aprobó el diseño final de la señalización y ayudas visuales.

Para la aprobación de la conexión de la red de media tensión, se conformó un comité de cambios con representantes de la aeronáutica civil con el fin de aprobar tanto el punto de conexión como de la celda para tal fin.

Otros cambios requirieron la validación de entidades certificadoras como la obtención de la certificación RETIE, para la red de media tensión.

También se integraron comités de cambios temporales, como el que se hizo para la aprobación del plan de contingencia para el traslado de la red de alcantarillado que opera OPAIN, en el

	INFORME DE CIERRE PLAN DE GERENCIA	Versión: 00
		Fecha de edición: 31/12/2022

cual se le hizo participe convirtiéndose en un acierto, ya que este se realizó de manera exitosa en los tiempos establecidos y con el presupuesto determinado para esta actividad.

Adicionalmente durante toda la obra se realizaron comités de obra semanales, a muchos de los cuales se llevaron solicitudes de cambios menores por parte del contratista, se discutieron y se presentaron los soportes para su aprobación.

Algunas definiciones en cuanto a método constructivo o reprogramación de actividades se consignaron en la bitácora de obra después de haber sido analizadas en campo por los profesionales del contratista y de la interventoría.

Todo lo anterior representa las medidas tomadas para el seguimiento y control de los cambios propuestos en obra, para llevar a cabo la terminación exitosa del proyecto.

En el Anexo 4, se presentan las diferentes versiones de los diseños aprobados

6.4 Gestión del cronograma

Para el seguimiento y control del cronograma, se definió desde la aprobación de los diseños y como condición para la ejecución de la obra, que era necesario pactar entre las partes una ampliación del plazo ya que se logró encajar el proyecto en costo y alcance dentro de los requerimientos contractuales pero la restricción de plazo era necesario cambiarla.

Se presentó entonces una primera versión del cronograma de obra con fecha de terminación 15 de diciembre de 2022, la cual debía gestionarse mediante un acto administrativo aprobado por la entidad que se firmó por las partes en el modificadorio No. 2.

Sin embargo y debido al imprevisto por la deficiente conexión realizada por contratistas anteriores, en la unión entre pantallas y viga superior de amarre, fue necesario tramitar una segunda prorroga mediante acto administrativo con el modificadorio No. 4, en el cual se amplió el plazo de terminación hasta el 7 de febrero de 2023.

La gestión del cronograma se presenta con mayor detalle en el informe final de obra.

6.5 Gestión del costo

En cuanto al seguimiento y control del presupuesto de obra, esta era una restricción del contrato que debió mantenerse inmodificable desde el principio y fue un condicional para trabajar desde los diseños para lograr encajar el alcance con la partida presupuestal dispuesta por la entidad, de otra forma el contrato no se podría ejecutar.

Con esta premisa se elaboró un diseño, que incluyó el cambio de algunas actividades establecidas en los diseños originales de Cemosa y que fueron remplazadas por otras necesarias para la terminación de la calle de rodaje, pero sin adición presupuestal. Esto se tramitó mediante el modificadorio No. 2, en el cual se incluyeron 16 precios No Previstos y que

	INFORME DE CIERRE PLAN DE GERENCIA	Versión: 00
		Fecha de edición: 31/12/2022

junto con un balance de mayores y menores cantidades se pudo conservar el valor del contrato dentro del rubro disponible.

Adicionalmente y como parte de los acuerdos entre las partes, el contratista Conytrac solicitó el ajuste del precio del acero, dado que con los imprevisibles incrementos que sufrió este elemento a nivel mundial era inviable ejecutar el contrato con el precio de licitación. Este ajuste se tramitó en el modificatorio al contrato No. 3, en el cual se incluyó el ajuste de todos los ítems que contenían esta materia prima, como son:

- Acero de refuerzo $f_y=430$ Mpa
- Acero de preesfuerzo, $f_{pu}= 1.890$ Mpa
- Vigas puntales metálicas, acero estructural A-500

Como parte de la gestión del costo, se mantuvo permanentemente un seguimiento a los asentamientos diferenciales tanto en la calle de rodaje como en la estructura de concreto del deprimido, revisando las cantidades y ajustando el balance entre menores cantidades dejadas de ejecutar en algunas actividades y las resultantes mayores para atender diferencias causadas por estos asentamientos u otros componentes producto de la problemática propia de la ejecución de las actividades constructivas. Las actualizaciones del presupuesto se legalizaron mediante actas de mayores y menores cantidades en los modificatorios No. 2, 5 y 6.

La gestión del costo se presenta con mayor detalle en el informe final de obra.

6.6 Gestión de la calidad:

Para el aseguramiento de la calidad durante la ejecución del contrato, se estableció un plan de inspección y ensayos, determinando que controles se realizarían a las diferentes actividades que se desarrollaron en la etapa constructiva.

Mensualmente se presentaron informes de calidad a la interventoría, donde se demostraba el cumplimiento de la normatividad aplicable para las diferentes tareas de obra y se adjuntaron los certificados de calidad de los materiales empleados para su elaboración.

Adicionalmente y como parte del registro de calidad, se realizó una prueba de carga a la estructura del deprimido, mediante la instrumentación con sensores infrarrojos para la medición de la deformación de los elementos de la losa superior al paso de los aviones durante los primeros días de operación, la cual arrojó resultados satisfactorios como se muestra en el informe correspondiente.

En cuando al control de la calidad del producto terminado se entregaron los planos asbuilt con su correspondiente manual de mantenimiento, para garantizar los niveles de servicio que requiere la infraestructura construida durante su vida útil.

Los resultados de la gestión de calidad se presentan con mayor detalle en el informe final de calidad del proyecto.

	INFORME DE CIERRE PLAN DE GERENCIA	Versión: 00
		Fecha de edición: 31/12/2022

6.7 Gestión de las comunicaciones

Como parte fundamental de la gestión de la comunicación se realizó una matriz de interesados donde se indican los datos de contacto de cada uno de ellos, a quien representan y el nivel de detalle de lo que se debe comunicar.

Para mantener una buena comunicación entre las partes interesadas se establecieron las siguientes prácticas de comunicación oral y escrita:

- Reuniones: se realizaron comités de obra semanales y extraordinarios entre interventoría y contratista, donde se hizo seguimiento a las actividades constructivas, dejando actas de reunión firmadas y con registro numerado para cada encuentro.
- Informes: mensualmente se presentaron informes de gestión con el formato establecido por la entidad para tal fin, anexando los soportes correspondientes.
- Cortes de obra: Mediante actas de obra ejecutada se comunicó a la entidad sobre las cantidades realizadas por el contratista y que son objeto de pago de acuerdo a la validación realizada por interventoría.
- Correo electrónico: A través del correo electrónico relacionado en el directorio de interesados se comunicó de forma escrita las siguientes acciones: solicitudes, respuestas, gestión de PQRs, correspondencia, citaciones y cambios en los diferentes componentes constructivos (procedimientos, diseños, carteras de topografía, etc)
- Correspondencia: De forma escrita se mantuvo comunicación entre interventoría, contratista, Aerocivil, Autoridades, Diseñadores, proveedores, subcontratistas y proveedores, garantizando el recibo de la misma mediante sellado de cada interesado, con la Aerocivil se utilizó el canal de correo electrónico de atención al cliente, en donde se recibía la confirmación y transmisión al usuario de destino dentro de la entidad.
- Reuniones virtuales: Debido a la imposibilidad de concretar a los interesados de temas especializados en un mismo espacio físico, ya que algunos se encuentran constantemente viajando o en otras ciudades, se realizaron reuniones virtuales por diferentes plataformas como Zoom, Teams o Google meets, en donde se aprobaron grabaciones para el seguimiento a los compromisos adquiridos.
- Reuniones de pie diarias: Se establecieron reuniones cortas, en el sitio de la obra en donde se definían temas específicos con buenas prácticas de ingeniería, las cuales se consignaban posteriormente en la bitácora de obra.
- Bitácora de obra: Libro de obra en donde se consignaron a diario detalles de la construcción, tales como personal, equipo, estado de tiempo y temas relevantes o definiciones de obra para agilizar el proceso constructivo.

En el Anexo 5 se presentan las diferentes evidencias de las comunicaciones sostenidas durante las etapas de desarrollo del contrato y la matriz de interesados.

	INFORME DE CIERRE PLAN DE GERENCIA	Versión: 00
		Fecha de edición: 31/12/2022

7 CONCLUSIONES

- 1- De acuerdo con la matriz de riesgos se manifestaron varios de los riesgos identificados desde el principio y fueron gestionados de acuerdo con el plan de acción.
- 2- Las reuniones de comité semanal son una gran herramienta para resolver los inconvenientes que se presentan durante la ejecución y es donde las partes pueden llegar a acuerdos que beneficien el normal desarrollo del proyecto.
- 3- La gestión del cronograma se realizó de forma correcta y se socializaron a tiempo los problemas con sus correspondientes soluciones, acordando las prorrogas necesarias para completar el alcance del contrato.
- 4- Las restricciones presupuestales fueron correctamente gestionadas a lo largo de toda la obra, debiendo hacer varias actas de mayores y menores cantidades, pero manteniendo el contrato dentro del presupuesto contractual.
- 5- El plan de contingencia previsto para el traslado de las redes de alcantarillado, fue correctamente ejecutado y funcionó como estaba contemplado, sin afectaciones a la operación del aeropuerto.
- 6- Los asentamientos previstos durante la etapa de construcción fueron bien manejados para lograr la terminación de la obra, sin embargo estos seguirán presentándose por muchos años mas lo cual puede en algún momento afectar el nivel de servicio de la calle de rodaje Lima.

8 RECOMENDACIONES DE MANTENIMIENTO

- 1- Dado que las condiciones geotécnicas del proyecto implican el desarrollo de grandes asentamientos en el tiempo, se recomienda que se establezca una red de puntos de control topográfico tanto en la estructura del deprimido como a lo largo del túnel liner y a lo largo de las estructuras de drenaje y el eje de la calle de rodaje. Estos puntos de control se deben monitorear mediante el nivel de precisión con amarre a referencias por fuera del área de influencia de la zona cargada por los rellenos que se hicieron en el cauce del río en el sector de la Calle Lima y los sectores aledaños al Oriente y al Occidente. La frecuencia de estas mediciones recomendada es cada 6 meses de forma permanente durante el periodo de operación de la calle.
- 2- Se recomienda hacer verificación de las condiciones superficiales del pavimento y en particular de la zona de transición entre la calle y la estructura del deprimido con el fin de verificar que no se presenten deformaciones fisuras u otras condiciones que puedan ser peligrosas para la operación de la vía. En caso de que se presenten se deben realizar labores de mantenimiento en función del tipo y magnitud de la afectación. Esto

	INFORME DE CIERRE PLAN DE GERENCIA	Versión: 00
		Fecha de edición: 31/12/2022

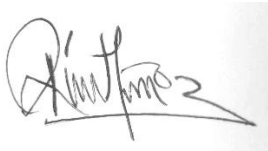
puede ser sellado de fisuras, renivelación con carpeta asfáltica, con fresado si se requiere y de acuerdo con las recomendaciones pertinentes en el estudio de pavimentos.

- 3- Con base en el análisis de la información de seguimiento se deberán determinar los momentos y el alcance de reparaciones que se puedan llegar a requerir en los drenajes. Las labores de mantenimiento se deberán realizar de acuerdo con las condiciones observadas, desde sellado de fisuras, hasta reparación o reconstrucción de cunetas y otros elementos de drenaje que se puedan afectar por los asentamientos que seguramente sucederán en los próximos años.
- 4- El túnel liner fue construido principalmente para mantener un monitoreo periódico de las tuberías y las posibles afectaciones que pueda sufrir por los asentamientos que se prevé sucedan durante la operación de la calle de rodaje Lima, por lo cual se recomienda mantener una cuadrilla de vigilancia y amarrar al sistema de control topográfico los accesos del túnel para verificar su comportamiento con respecto a los asentamientos en la calle de rodaje, abscisa K0+500.
- 5- En cuanto a la estructura del deprimido se recomienda igualmente hacer un seguimiento topográfico en los ejes de las pantallas desde la parte superior y sobre la calle de rodaje, como se espera que sucedan asentamientos diferenciales muy seguramente se reflejarán algunas fisuras en la carpeta de rodadura de la calle de rodaje, las cuales deben sellarse para garantizar el nivel de servicio.
- 6- El sistema de bombeo del deprimido está configurado para un funcionamiento automático, mediante sensores y boyas de nivel de agua, sin embargo los motores y accesorios hidromecánicos deben inspeccionarse regularmente cada mes, y programar mantenimientos cada 6 meses, verificando los niveles de aceite refrigerante y sellos de partes eléctricas. Igualmente se recomienda hacer una limpieza del tanque cada mes y antes de épocas de lluvia con el fin de retirar palos y elementos que puedan dañar las bombas.
- 7- Las superficies duras como andenes y pavimentos del deprimido deben barrerse periódicamente al menos una vez por semana, para retirar cualquier elemento dañino a estas superficies, y en caso de derrames de aceites o agentes contaminantes es necesario recoger inmediatamente y seguir el protocolo ambiental para su disposición, limpiando muy bien las superficies para evitar desgaste prematuro por estas causas.
- 8- Las franjas niveladas que fueron protegidas con pasto deben podarse mensualmente, para evitar la proliferación de fauna y mantener las condiciones de transitabilidad si se requiere para mantenimientos o paso de vehículos de emergencia.
- 9- Se recomienda hacer una inspección visual en las cajas de los drenes paralelos a la calle de rodaje y los colectores que recogen las aguas subterráneas, los cuales deben mantenerse operativos para evitar que estas aguas ingresen a la estructura del pavimento y puedan ocasionar daños.
- 10- En el canal nor-oriental se dejó prevista una estructura desarenadora, la cual debe limpiarse cada 3 meses para garantizar el paso del agua hacia el colector C.

	INFORME DE CIERRE PLAN DE GERENCIA	Versión: 00
		Fecha de edición: 31/12/2022

- 11- En el canal sur-oriental se construyó una estructura de disipación que puede retener sólidos, por lo cual se recomienda su limpieza mensual para garantizar el correcto transito de las aguas que salen del sistema de bombeo del deprimido y que tienen un caudal mayor al esperado en el resto de las canales.
- 12- Para el cerramiento perimetral en malla eslabonada se recomienda realizar inspecciones visuales mensuales para verificar la integridad y anualmente proteger los elementos metálicos soldados con pintura anticorrosiva.

Elaboró:



RICARDO ALBERTO MUÑOZ
DIRECTOR DE OBRA
CALLE DE RODAJE LIMA
CONYTRAC SAS