

**PRÁCTICA EMPRESARIAL COMO AUXILIAR DE INGENIERO RESIDENTE DE
CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL PK47+133-PK48+200 DE LA
UNIDAD FUNCIONAL 3 PAMPLONITA PROYECTO CORREDOR VIAL DOBLE
CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA**

FABIAN CIPRIANO PORTILLA CACUA

**PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA QUIMICA CIVIL Y AMBIENTAL**



**UNIVERSIDAD DE
PAMPLONA**

**PAMPLONA, 10 de diciembre
del 2021**

**PRÁCTICA EMPRESARIAL COMO AUXILIAR DE INGENIERO RESIDENTE DE
CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL PK47+133-PK48+200 DE LA
UNIDAD FUNCIONAL 3 PAMPLONITA PROYECTO CORREDOR VIAL DOBLE
CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA**

Autor

FABIAN CIPRIANO PORTILLA CACUA

Director

LUIS FERNEL VIRACACHÁ QUINTERO

Ing. civil

**PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA QUIMICA CIVIL Y AMBIENTAL**



**UNIVERSIDAD DE
PAMPLONA**

**PAMPLONA, 10 de diciembre
del 2021**

Dedicatoria

A Dios por darme fortaleza y serenidad para no desfallecer en el camino a mis padres Luis Olinto Portilla y María Jesusita Cagua quienes me ofrecieron apoyo incondicional y siempre estuvieron ahí para darme su consejo y voto de confianza para cumplir esta meta. A mis amigos y familiares quienes me daban aliento para seguir y culminar esta maravillosa meta.

Todo lo puedes si tienes determinación si te caes no importa lo importante es no quedarse allí “porque la disciplina tarde o temprano vencerá la inteligencia”. (Yokoi Kenji)

Agradecimientos

A la empresa Echeverry ingeniería E.I.E por darme la oportunidad de realizar mi práctica profesional en uno de los proyectos más importantes para la ciudad, al ingeniero Brihan Yépez por ofrecer su apoyo y disponibilidad, a todos mis amigos y compañeros quien estaban atentos para brindar su conocimiento. Todos los profesores de la universidad quienes con cada materia me ayudaron a forjarme como profesional y poder decir orgullosamente soy egresado de la universidad de Pamplona.

Índice General

Introducción	1
1. Objetivos.....	2
1.1 Objetivo general.....	2
1.2 Objetivos específicos	2
2. Planteamiento del Problema	3
3. Justificación.....	4
4. Marco Referencial	5
4.1 Caracterización de la Empresa.....	5
4.2 Marco Contextual.....	6
5. Marco Teórico	8
6. Marco Legal.....	16
7. Desarrollo	17
7.1 Descripción Inicial del Proyecto	17
7.2 Solicitud de Planos y Fichas Técnicas	18
7.3 Método Constructivo Utilizado.....	19
7.4 Liberación por Geología	20
7.5 Excavación de Avance en Túnel.....	23
7.5.1 Esquema de Voladura.....	24
7.5.2 Tipo de Explosivos Utilizados	26
7.5.3 Descombro o Rezaga.....	28
7.5.4 Saneamiento - Desabombado	29
7.6 Sostenimiento utilizado.....	30
7.6.1 Sostenimiento Tipo III	30
7.6.2 Sostenimiento Tipo IV	34
7.7 Seguimiento de Ensayos y Toma de Muestras en Obra.....	38
7.8 Seguimiento y Ensayos de Tracción a Pernos Instalados	42
7.8 Control de Espesores de Concreto	43
7.9 Registro de Acopio de Materiales.....	45
7.10 Resumen de Avance.....	46
8. Conclusiones.....	47
9. Recomendaciones	50
10. Bibliografía	52
11. Anexos	54

Indicé de Ilustraciones

Ilustración 1 Ubicación Municipio de Pamplonita.....	6
Ilustración 2 Ubicación túnel Pamplonita unidad funcional 3	7
Ilustración 3 Estado inicial de túnel interior	18
Ilustración 4 Estado inicial del túnel exterior.....	18
Ilustración 5 Inducción sobre fichas técnicas.....	18
Ilustración 6 Ciclo de excavación mediante perforación y voladura	20
Ilustración 7 Liberación Topografía.....	21
Ilustración 8 Liberación Geología.....	21
Ilustración 9 Jumbo Hidráulico 3 brazos.....	23
Ilustración 10 jumbo Hidráulico.....	24
Ilustración 11 Perforación Jumbo hidráulico	24
Ilustración 12 Esquema de voladura utilizado	25
Ilustración 13 Partes de una voladura en túnel.....	26
Ilustración 14 Explosivo encartuchado Emulind.....	27
Ilustración 15 Detonador EXCEL y MS	27
Ilustración 16 Cordón Detonante	27
Ilustración 17 Retiro de rezaga.....	28
Ilustración 18 Cargador de llantas.....	28
Ilustración 19 Cargue de rezaga	29
Ilustración 20 Desabombe.....	30
Ilustración 21 Retro excavadora con martillo hidráulico	30
Ilustración 22 Sección tipo III distribución de pernos	32
Ilustración 23 Perfil de avance	33
Ilustración 24 Detalle sostenimiento tipo III.....	33
Ilustración 26 Lanzado de concreto primario.....	34
Ilustración 25 Agregado de fibra sintética	34
Ilustración 27 Instalación de resina	34
Ilustración 28 Instalación de pernos.....	34
Ilustración 29 Sostenimiento tipo IV.....	36
Ilustración 30 Perfil excavación tipo IV.....	36
Ilustración 31 Sección perfil HEB 120.....	37
Ilustración 32 Chapa de unión entre perfiles.....	37
Ilustración 33 Detalle de perfil y unión.....	37
Ilustración 34 Instalación de marco.....	37
Ilustración 35 Instalación de tornillos y tuercas en arcos.....	37
Ilustración 36 Instalación de marcos metálicos.....	38
Ilustración 37 Instalación de separadores.....	38
Ilustración 38 Concreto lanzado en marcos	38
Ilustración 39 Panorámica de túnel	38
Ilustración 40 Toma de asentamiento de concreto	39
Ilustración 41 Toma de temperatura del concreto	39
Ilustración 42 Lanzado de arteza en túnel.....	40

Ilustración 43 Moldes de arteza Y placas.....	40
Ilustración 44 Toma de cilindros de concreto	41
Ilustración 45 Toma de placas en túnel	41
Ilustración 46 Transporte de muestras al laboratorio	41
Ilustración 47 Arteza de lanzado y placas de tenacidad.....	41
Ilustración 48 Placa fallada	42
Ilustración 49 Ensayo de tenacidad	42
Ilustración 50 Ensayo de rendimiento de pernos.....	43
Ilustración 51 Tramo de pernos ensayados	43
Ilustración 52 Ensayo de tracción de pernos	43
Ilustración 53 Medición de espesores	44
Ilustración 54 Toma de espesores	44
Ilustración 55 Perforación para toma de espesores	44
Ilustración 56 Evidencia espesor	44
Ilustración 57 Registro acopio en túnel.....	45
Ilustración 58 Registro acopio almacén	45

Lista de Tablas

Tabla 1 longitudes de paso.....	21
Tabla 2 Método de excavación según tipo de terreno.....	22
Tabla 3 Tramos sostenimiento tipo III.....	31
Tabla 4 Tramos sostenimiento tipo IV.....	35
Tabla 5 Avance quincenal.....	46

Glosario

Lechada: Es una relación de agua cemento que puede llevar algún aditivo y es utilizada para llenar vacíos como grietas en lugares donde los materiales superiores 2 mm no pueden llegar usada como material de inyección en micropilotes anclajes y mejoras de terreno.

(nacionaldeperforaciones, 2013)

Resina encapsulada: El cartucho de resina se compone de dos compartimientos separados por una barrera física. Un compartimiento contiene una masilla de resina de poliéster y el otro un catalizador químico. La rotación del perno durante la instalación rompe el cartucho y mezcla los dos componentes, lo que provoca una reacción química que transforma la masilla de la resina a un ancla sólida como roca. (yumpu, 2021)

Nuevo método austriaco: también conocido como Método de Excavación Secuencia es un método de diseño y construcción de túneles modernos. proviene de las ventajas económicas disponibles al aprovechar la fuerza geológica inherente disponible en la masa rocosa circundante para estabilizar el túnel. (wikipedia, 2011)

Barra de acero helicoidales: El Sistema Helicoidal para refuerzo de macizos rocosos, es un conjunto de alta resistencia, compuesto por un perno helicoidal de hilo izquierdo de gran paso en toda su extensión. Se usa en conjunto con planchuela (normalmente Vulcano Style) y tuerca mecanizada de rosca a izquierda. (Underground, 2021)

Fibra en el concreto: actúan como malla electrosoldada y varillas de refuerzo, incrementando la tenacidad del concreto y agregando al material capacidad de carga posterior al agrietamiento. (360enconcreto, 2020)

Sostenimiento: el conjunto de elementos estructurales que se colocan durante la excavación de una obra subterránea y que tiene como objetivo contribuir al equilibrio del entorno cercano a la cavidad. (Sistemas de sostenimientos , s.f.)

voladura de rocas: es una técnica aplicable a la extracción de roca en terrenos duros. Esta técnica consiste en la ejecución de perforaciones en la roca, donde posteriormente se colocan explosivos para su detonación. (posada, 2021)

Destroza: es la excavación del túnel desde el nivel de la bóveda (techo) al nivel de la contra bóveda (suelo), para poder ejecutar esta y los hastiales. (ecomovilidad.net, 2009)

Hastiales: son las paredes del túnel las cuales están en su lugar inferior dando continuidad luego de excavación de la bóveda siendo la excavación en secciones. (ecomovilidad.net, 2009)

Rezaga: Consiste en restirar la roca fracturada del lugar donde se realiza la excavación o voladura mediante un cargador y volquetas al lugar de disposición. (Guia trabajos seguros en excavaciones , 2014)

Cuña en voladura: Consiste en realizar perforaciones en el centro del túnel para poder dejar una cara libre y detonar contra ella pudiendo fracturar la roca con mayor efectividad. (wikipedia, 2011)

Detonadores no eléctricos: se componen de una cápsula de aluminio, que contiene en su interior una carga base de pentrita, una carga primaria de nitrato de plomo, un elemento cilíndrico metálico portador de la pasta de retardo. (SACYR, 2020)

Placa de reparto: Es el elemento que trasmite la fuerza de tensado a la pantalla. Por así decirlo, la placa de reparto es elemento de unión entre el anclaje y la pantalla. (Desdeelmurete, 2019)

RMR: La clasificación geomecánica consiste de una metodología de clasificación de macizos rocosos que permite relacionar índices de calidad con parámetros geotécnicos del macizo rocoso, criterios de excavación y sostenimiento. (Vallejo, 2002)

Longitud de pase: es la longitud máxima de perforación y voladura que se puede efectuar en un sólo ciclo sin sostenimiento. (SACYR, 2020)

Costura de voladura: Esta consiste en realizar perforaciones en todo el perímetro del túnel con el fin de dar un terminado más uniforme a la sección cuando se realiza la voladura. (SACYR, 2020)

Ensayo de tenacidad: se pretende analizar el comportamiento de una viga simplemente apoyada cuando esta es sometida a una carga. (Ensayo de tenacidad y impacto, 2018)

Bóveda: Conformar una parte del túnel según el procedimiento de avance sería la primera fase de excavación del túnel realizando en 2 fases.

Cordón detonante: es un accesorio de voladura formado por un núcleo central de explosivo recubierto por una serie de fibras sintéticas y una cubierta exterior de plástico coloreado, que conforman en conjunto un cordón flexible. (dynonobel, 2019)

Detonadores EXEL: son una serie de detonadores no eléctricos de alta potencia con períodos largos (LP) de intervalos de retardo entre los tiempos de detonación. (dynonobel, 2019)

Explosivos encartuchados: Accesorio de detonación ideal para la utilización en pozos de pequeño diámetro. ... Su velocidad y presión de detonación elevadas son ideales para iniciar explosivos de baja sensibilidad, liberando su máxima energía y produciendo mayor presión de detonación. Ministerio para la transición ecológica (Ministerio para la transición ecológica, 2019)

Resumen

Este trabajo tiene la finalidad de explicar los procesos constructivos y controles de calidad que se desarrollan dentro de una excavación subterránea “túnel”, En modalidad práctica profesional como auxiliar de ingeniería cumpliendo el requerimiento para la titulación de la carrera de ingeniería civil de la universidad de Pamplona Norte Santander.

La práctica profesional se llevó a cabo en la empresa E.I.E Echeverry Ingeniería y Ensayos quien es un subcontratista encargado del área de calidad en el proyecto corredor vial doble calzada Pamplona -Cúcuta, El cual está conformado por 6 unidades funcionales entre las cuales en la unidad funcional 3 donde desarrolló la construcción del túnel 301 en el Municipio de pamplonita donde se colocó en práctica todos los conocimientos adquiridos durante la carrera desarrollando actividad como auxiliar de ingeniero residente de la calidad de concretos, lechadas, tensionamiento de pernos, control de espesores, toma de muestras y ensayos. control de las especificaciones técnicas del proyecto, vigilando que se cumplan normas y buenas prácticas de la construcción para asegurar su correcta puesta en marcha garantizando la adecuada instalación, además verificar que las condiciones del transporte, manipulación y protección de los materiales, les permitiera mantener sus propiedades originales.

Palabras clave: obra, túnel, calidad, lechadas, morteros, construcción

Abstract

This work has the purpose of explaining the construction processes and quality controls that are developed within an underground excavation "tunnel", in professional practical mode as an engineering assistant, fulfilling the requirement for the degree of civil engineering degree from the university of Pamplona Norte Santander.

The professional practice was carried out in the company EIE Echeverry Ingeniería y Ensayos who is a subcontractor in charge of the quality area in the Pamplona -Cúcuta dual carriageway corridor project, which is made up of 6 functional units among which in functional unit 3 where he developed the construction of tunnel 301 in the Municipality of Pamplonita where he put into practice all the knowledge acquired during the career developing activity as a supervisor of the quality of concrete, grouts, bolt tensioning, thickness control, sampling and testing. control of the technical specifications of the project, ensuring that standards and good construction practices are met to ensure their correct start-up, guaranteeing proper installation, in addition to verifying that the conditions of transport, handling and protection of materials, allow them to maintain their original properties.

Keywords: work, tunnel, quality, grouts, mortars, constructio

Introducción

Debido a la falta de personal capacitado en la zona la empresa a cargo del área de calidad Echeverry ingeniería y Ensayo E.I.E ofrece la oportunidad a los estudiantes de la universidad de Pamplona para realizar sus prácticas profesionales en modalidad pasantía para optar al título de ingeniero Civil, obteniendo experiencia laboral y desarrollo de sus capacidades como futuros profesionales.

Unas de las obras más importantes para el departamento como lo son los primeros túneles se dio la oportunidad de efectuar la practica en el túnel portal de entrada Pamplonita de la unidad funcional 3 comprendido entre el Pk47+130-Pk48+200 del proyecto corredor vial doble calzada Pamplona -Cúcuta.

Donde se pudo llevar a cabo el desarrollo de varias actividades de ingeniería, Las funciones delegadas por el ingeniero a cargo de este punto fueron las siguientes. Realizar seguimiento del proceso constructivo manual nuevo método austriaco para túneles, seguimiento y registros fotográfico de las actividades, tipos de sostenimiento utilizados, muestras y normas para la toma de las mismas, equipos para ensayos en obra, medición de espesores de concreto, estado de materiales, dosificaciones, tensionamiento de pernos, verificando así la buena ejecución de las actividades de acuerdo a los diseños establecidos.

1. Objetivos

1.1 Objetivo general

Desarrollar la práctica empresarial como auxiliar de ingeniero residente de calidad en la construcción del túnel de la Unidad Funcional 3 Pamplonita proyecto Corredor Vial Doble Calzada Pamplona-Cúcuta.

1.2 Objetivos específicos

- Efectuar el Seguimiento a las actividades en obra dando cumplimiento a los diseños establecidos de acuerdo a las especificaciones técnicas.
- Realizar seguimiento a los distintos ensayos, hechos en obra respecto a las normas vigentes y fallas presentadas.
- Realizar seguimiento a los concretos, morteros utilizados en las diferentes estructuras verificando el estado de estos previamente a su instalación.
- Verificación de instalación, ubicación, estado y resistencia de pernos a través de ensayos atracción.
- Brindar apoyo en la inspección de espesores de concretos lanzados mediante perforaciones en puntos estratégicos y realizando cuadros comparativos sobre el estado del mismo y lo establecido en los diseños

2. Planteamiento del Problema

El proyecto corredor vial doble calzada Pamplona-Cúcuta es uno de los proyectos más grandes que ha tenido Norte de Santander y dentro de su variedad de obras se encuentran los primeros túneles del departamento en los cuales se desea dejar un aprendizaje y experiencias a los Norte santandereanos en sus procesos constructivos. Una de las empresas a cargo de velar por la calidad de las obras es E.I.E Echeverry Ingeniería y Ensayos quienes se preguntan ¿cómo podrían aportar a la ciudad de Pamplona y a su gremio estudiantil?

Una de las problemáticas es tener control en todas las actividades con personal calificado el cual tenga los conocimientos idóneos para la verificación de sus procesos constructivos y poder dar tranquilidad al cliente del trabajo desarrollado. Por lo cual se crea la necesidad de recibir apoyo y así poder cubrir los frentes que demanden mayor atención.

3. Justificación

Una de las mejores formas de ayudar al gremio estudiantil y la comunidad pamplonesa es realizar un aporte a los profesionales en crecimiento dándoles la oportunidad de participar en el proyecto dejando una gran experiencia y enseñanza en el campo laboral. Abriendo las puertas de la empresa para aquellos que desean realizar sus prácticas en modalidad pasantía.

El plan de estudios académicos del programa de Ingeniería Civil de la Universidad de Pamplona representa todo un conjunto de herramientas de carácter técnico y conceptual para afrontar los distintos problemas de la vida profesional, ofreciendo personal calificado y pertinente cumplir con los requerimientos de la empresa, combinando el conocimiento académico con la experiencia brindada por la práctica, ofreciendo un acompañamiento en la actividad en la cual se va a desarrollar el proyecto evaluando el desempeño y realizando recomendaciones mejorando las capacidades y llegar hacer un profesional integro dando a conocer su buena formación académica.

4. Marco Referencial

4.1 Caracterización de la Empresa

Misión

E.I.E Echeverry INGENIERIA Y ENSAYOS S.A.S es una empresa que presta servicios de ensayos y control de calidad a nivel nacional e internacional, en muestras de suelos pavimentos, materias Y obras civiles. Tenemos gran experiencia en perforaciones para sector de minería, geotecnia e hidrocarburos, estudios y diseños, utilizando equipo e instalaciones de última tecnología y de más alta calidad, aplicando normas y especificaciones vigentes (locales, nacionales e internacionales), el talento humano competente, capacitado y motivado y un sistema de gestión de calidad puesto al servicio de la garantía y validez de los resultados. Contamos con toda la capacidad técnica, operativa y financiera para participar en grandes proyectos de infraestructura, Minera, hidrocarburos y Obra civil a nivel nacional.

Visión

E.I.E. ECHEVERRY IMGENIERIA Y ENSAYOS SAS ha alcanzado en sus primeros 15 años un reconocimiento y posicionamiento importante en el mercado nacional. A partir del año 2015 y hasta el año 2020, comenzamos una nueva fase de expansión que será implementada a través de 11 objetivos estratégicos y aplicada a sus unidades productivas para generar mayor crecimiento a nivel nacional e internacional siempre de la mano de la excelencia y la calidad en el servicio.

4.2 Marco Contextual

El proyecto está ubicado en el municipio de Pamplonita departamento de norte de Santander a 1886 m s. n. m. con una población de 5.296 habitantes. Se encuentra situado al norte de la ciudad de Pamplona de la que heredó su nombre. (es.wikipedia.org)

Ilustración 1

Ubicación Municipio de Pamplonita

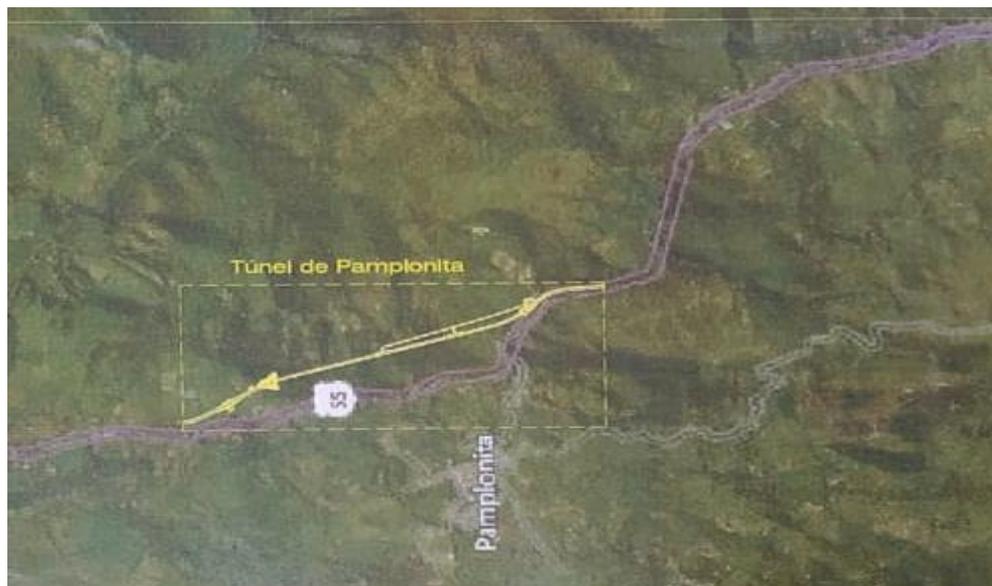


Nota. (wikipedia, 2011)

La construcción del túnel de la unidad funcional 3 se está desarrollando en el municipio de Pamplonita aledaño a la vía existente con una longitud de 1024 m, el cual atraviesa una de sus montañas por donde se abrirá paso a la doble calzada Pamplona-Cúcuta ofreciendo seguridad a los conductores y favoreciendo a este gremio reduciendo el tiempo de traslado entre una ciudad y otra.

Ilustración 2

Ubicación túnel Pamplonita unidad funcional 3



Nota. (SACYR, 2019)

5. Marco Teórico

Espacios Confinados

Recinto con aberturas limitadas de entrada y salida y ventilación natural desfavorable, en el que se pueden acumular contaminantes tóxicos o inflamables o puede existir una atmósfera deficiente de oxígeno y que no puede estar concebido para su ocupación continua de trabajadores. (Barqueros, 2009)

Método para el Control de Calidad

El área Administrativa de una obra es quizá la que mayor variedad de problemas ofrece al Ingeniero Residente, en primer lugar, porque suelen escaparse de los alcances del conocimiento técnico con los que él cuenta (administración financiera, leyes, etc.) y, en segundo lugar, porque es el área que involucra al aspecto laboral y de interrelación con personas el cual, por supuesto, es sumamente complejo para la mayoría. Es de vital importancia conocer en su totalidad los alcances del proyecto, mantener y custodiar los documentos que sean requeridos durante la ejecución (permisos, planos, actas, memorias, especificaciones, comunicaciones, etc.). (RAS 200, 2016 p.120)

Túnel

Un túnel es una obra subterránea de carácter lineal que comunica dos puntos para el transporte de personas o materiales. Normalmente es artificial.

Un túnel, o puente de bajar, puede servir para peatones o ciclistas, aunque generalmente

sirve para dar paso al tráfico, para vehículos de motor, para ferrocarril o para un canal. Algunos son acueductos, contruidos para el transporte de agua (para consumo, para aprovechamiento hidroeléctrico o para el saneamiento). (HILDER DAVID GIRALDO, 2013, p11.)

Método Austriaco para Construcción de Túneles

El método puede considerarse por tanto observacional, ya que inicialmente se recogen los datos geológicos, mecánica de rocas, de las propias dimensiones del túnel, y se elabora un diagnóstico de carga y deformación para varios casos de calidad de la roca, con base a la traza del túnel, con base a ellos se establece un plan de soporte preliminar, incluyendo aspectos como el espesor del hormigón proyectado, la cantidad, dirección y resistencia de los bulones, cerchas y separaciones entre ellas. (Rubén Pérez Álvarez, 2015, p23.)

Métodos Convencionales para Excavación de Túneles en Suelos Blandos

Con el propósito de indagar sobre métodos constructivos, utilizados en la construcción de túneles en suelos blandos, para poder encontrar la manera más adecuada de desarrollar una propuesta metodológica para el soterramiento del sistema. (Johan Gonzalo Veloza, 2014, p23)

Caso del Terreno Bueno

El método se caracteriza por ejecutar una excavación rápida, utilizados en la construcción de túneles en suelos blandos, para poder encontrar la manera más adecuada de desarrollar una propuesta metodológica para el soterramiento.

La bóveda para proteger la obra por encima. Terminando después el revestimiento por los

muros, como dice (Galabru, 1965), se ataca el túnel en galería de avance de pequeña sección en el eje del túnel y la parte superior, el ancho de la galería varía de 2.50 a 3 m, su altura de 2 a 4 m y su sección de 5 a 2 m. Se construye esta galería a nivel de los arranques de la bóveda, ensanchado después a derecha e izquierda para dejar al descubierto la bóveda. Estos ensanches se realizan con un rendimiento de excavación muy superior al de la galería de avance, pues se trabaja por los costados y no de frente. (Johan Gonzalo Veloza,2014, p27)

Talud

El vocablo francés *talus* llegó al castellano como talud. El término refiere a la pendiente que registra el paramento de una pared o de una superficie. La idea de paramento, por su parte, se vincula a las caras de un muro. Para la ingeniería y la arquitectura, el talud es la diferencia que existe entre el grosor del sector inferior del muro y el grosor del sector superior, creando una pendiente. Esto permite que el muro pueda resistir la presión que ejerce la tierra detrás de él. Analizar la estabilidad del talud es indispensable para el desarrollo de un proyecto arquitectónico o de ingeniería civil. Un desnivel y la naturaleza de los materiales pueden amenazar dicha estabilidad.(significadoconcepto.com/talud,2018)

Corredor Vial

Es importante en este sentido involucrar el concepto de corredores viales, el cual se refiere a una amplia franja geográfica que sigue un flujo direccional general o que conecta generadores importantes de viaje. Puede contener un número de calles, carreteras, vías, canales y líneas de transporte público. (Diana Marcela Arbeláez Peñaranda, 2014, p34)

Vía

El primer paso para analizar en profundidad el término vía que ahora vamos a estudiar detenidamente es descubrir su origen etimológico. En este sentido podemos exponer que dicho concepto procede del latín, y en concreto de la palabra vía que puede traducirse como “camino”. El concepto de vía tiene diversos usos vinculados al lugar por el que se circula o se desplaza. La vía, en este sentido, es un camino. Vía puede utilizarse como sinónimo de calle, rúa, pasaje, alameda, sendero, paseo o avenida, entre otros términos, aunque cada uno suele tener un significado más específico. (definicion.de/vía 2010, p1)

Concreto Lanzado

El concreto lanzado es un sistema de colocación de concreto, que se aplica en la obra por compresión neumática a través de un conducto y es proyectado a gran velocidad sobre una superficie requerida. Es un concreto con agregado pequeño que forma una mezcla relativamente seca, la cual se consolida a través de la fuerza de impacto y se puede colocar tanto en superficies verticales como horizontales. (freysinet.com,2008, p1)

Pernos de Roca

Los sistemas de reforzamiento con pernos de roca minimizan las deformaciones inducidas por el peso muerto de la roca aflojada, así como también aquellas inducidas por la redistribución de los esfuerzos en la roca circundante a la excavación.

En general, el principio de su funcionamiento es estabilizar los bloques rocosos y/o las deformaciones de la superficie de la excavación, restringiendo los desplazamientos relativos de los bloques de roca adyacentes. (Seguridad Minera,2012, p2)

Tipos de Pernos

Actualmente hay disponibles diferentes tipos de pernos de roca. Varios tipos de pernos muestran sólo diferencias menores en su diseño y son básicamente variedades de un mismo concepto. Según las técnicas de anclaje que se utilizan, podemos agruparlos de la siguiente manera: pernos anclados mecánicamente, pernos de varillas cementados o con resina y pernos anclados por fricción.

Los más utilizados en la industria minera. Para el caso de los pernos cementados o con resina consideramos a las varillas de fierro corrugadas y las barras helicoidales, para el caso de los pernos anclados por fricción considerado. (Seguridad Minera,2012, p3)

Lechada

Mortero de cemento que contiene una gran cantidad de agua que le da la consistencia de un líquido viscoso y permite ser utilizado para rellenar cavidades y juntas entre materiales adyacentes. (Parro.co.ar,2021, p1).

Contratación Directa

Proceso de selección para la contratación prescindiendo de las formalidades establecidas para el proceso licitatorio o concursal, en los casos enumerados taxativamente por la ley, garantizando el cumplimiento de los principios consagrados en el Estatuto de Contratación. (GARCÍA, s.f.)

Contratista

Persona natural o jurídica, consorcio o unión temporal a quien se le ha adjudicado una licitación, concurso o convocatoria, contratación directa y con quien se celebra el respectivo contrato. (GARCÍA, s.f.)

Contrato de Obra

Es el que celebra la entidad contratante para la construcción, el mantenimiento, la instalación y en general para la realización de cualquier otro trabajo material sobre bienes inmuebles, cualquiera que sea la modalidad de ejecución y pago. (Édgar González López,2018, p5).

Clasificación de las Carreteras

Según su funcionalidad Determinada según la necesidad operacional de la carretera o de los intereses de la nación en sus diferentes niveles. (Invias,2018, p1)

Primarias

Son aquellas troncales, transversales y accesos a capitales de Departamento que cumplen la función básica de integración de las principales zonas de producción y consumo del país y de este con los demás países. Este tipo de carreteras pueden ser de calzadas divididas según las exigencias particulares del proyecto. Las carreteras consideradas como Primarias deben funcionar pavimentadas. (Invias,2018, p2)

Secundarias

Son aquellas vías que unen las cabeceras municipales entre sí y/o que provienen de una cabecera municipal y conectan con una carretera Primaria. Las carreteras consideradas como Secundarias pueden funcionar pavimentadas o en afirmado. (Invias,2018, p2)

Terciarias

Son aquellas vías de acceso que unen las cabeceras municipales con sus veredas o unen veredas entre sí. Las carreteras consideradas como Terciarias deben funcionar en afirmado. En caso de pavimentarse deberán cumplir con las condiciones geométricas estipuladas para las vías Secundarias. (Invias,2018, p2)

Pavimentos Rígidos

Son aquellos formados por una losa de concreto Portland sobre una base, o directamente sobre la subrasante. Transmite directamente los esfuerzos al suelo en una forma minimizada, es auto- resistente, y la cantidad de concreto debe ser controlada. (Invias,2018, p2)

Se entenderá por pavimento flexible aquel que está compuesto por una capa o carpeta asfáltica es decir el pavimento flexible utiliza una mezcla de agregado grueso o fino (piedra machacada, grava y arena) con material bituminoso obtenido del asfalto o petróleo, y de los productos de la hulla. Esta mezcla es compacta, pero lo bastante plástica para absorber grandes golpes y soportar un elevado volumen de tránsito pesado. (Invias, 2018)

Pavimentos Flexibles

La construcción de pavimentos flexibles se realiza a base de varias capas de material. Cada una de las capas recibe cargas por encima de la capa. Cuando las supera la carga que puede sustentar traslada la carga restante a la capa inferior. De ese modo lo que se pretende es poder soportar la carga total en el conjunto de capas. (Invias, 2018, p3)

Las capas de un pavimento flexible que conforman un suelo se colocan en orden descendente en capacidad de carga. La capa superior es la que mayor capacidad de soportar cargas tiene de todas las que se disponen. Por lo tanto, la capa que menos carga puede soportar es la que se encuentra en la base. La durabilidad de un pavimento flexible no debe ser inferior a 8 años y normalmente suele tener una vida útil de 20 años. (Invias, 2018, p2)

Pavimento Articulado

Pavimento formado por elementos prefabricados de pequeñas dimensiones que individualmente son muy rígidos y se asientan sobre una capa de arena. Estos van apoyados sobre la subbase o directamente sobre la subrasante dependiendo de la calidad de esta. Transmitiendo los esfuerzos al suelo de soporte mediante un mecanismo de disipación de tensiones. Estos elementos instalados en una base adecuada, y un buen ensamblado conforman una superficie apta para soportar las cargas repetitivas del rodamiento de los autos. (Invias, 2018, p4)

Corredor: franja geográfica de ancho variable en la cual se ubican uno o varios trayectos o alternativas para la circulación del tránsito vehicular entre dos puntos conocidos. (Manual de carreteras y túneles, invias 2020, p21)

6. Marco Legal

NTC 5721: (2009-10-21) Método de ensayo para la determinación de la capacidad de absorción de energía (tenacidad) de concreto reforzado con fibra.

NTC 3318: Para el mezclado de concreto producidos en obra debe realizarse mecánicamente y el equipo debe tener la competencia para combinar los materiales con el fin de obtener una mezcla uniforme, en el tiempo y velocidad estipulado para que no se produzcan segregaciones de materiales; para ello, se debe tener mínimo una mezcladora auxiliar para asegurar que la programación en el vaciado sea sucesiva. No obstante, la excepción de mezclado manual se realizará en situaciones difíciles de transporte o uso de la mezcladora mecánica con previa autorización de la interventoría; dicha mezcla, debe realizarse sobre espacios limpios que garanticen calidad en la mezcla del concreto.

Acuerdo No 186 del 02 de diciembre de 2005 de la Universidad de Pamplona: En este acuerdo se cita y se actualiza las modalidades de trabajo de grado bajo las atribuciones legales que le confieren al Consejo Superior. Donde se permite la modalidad de pasantía o práctica empresarial consignada en el ítem D del artículo 36 del acuerdo. (UNIPAMPLONA, 2019).

NTC 396: Norma Técnica Colombiana, método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto.

NTC 454: Norma Técnica Colombiana, que describe los procesos para toma de muestras de concreto en estado fresco.

TNC 4344: Ingeniería civil y Arquitectura concreto elaboración en obra cura y ensayos de especímenes de concreto lanzado.

NTC 550: Ingeniería civil y arquitectura elaboración y curado de especímenes de concreto en obra.

NTC 673: Ingeniería civil y arquitectura. Ensayos de resistencia a la compresión de cilindros de concreto.

NTC 3658: Ingeniería civil y arquitectura. Método para la obtención y ensayo de núcleos extraídos y vigas de concreto aserradas.

Norma INVÍAS Capítulo 6 – ESTRUCTURAS Y DRENAJES Art. 623: Establece que las resinas sintéticas deben ser aprobadas por el interventor, si los documentos del proyecto o el interventor lo indican, se deberán suministrar dos tipos de resina: una de fraguado rápido de tres a cinco minutos (3 a 5 min) a cinco grados Celsius (5° C), y otra de fraguado lento de quince a treinta minutos (15 a 30 min) a veinticinco grados Celsius(25°C)

7. Desarrollo

7.1 Descripción Inicial del Proyecto

Al iniciar la práctica profesional se realiza una inducción por parte del ingeniero encargado del área de calidad dando unas pautas de las respectivas actividades que se debían ejecutar para realizar el seguimiento de la obra, En la cual se encontraron las siguiente condiciones en la construcción del túnel 301 Pamplonita ubicado en la unidad funcional 3 con un avance de 230 metros en su primera fase denominada bóveda en su portal de entrada, el cual tenía como sostenimiento tipo 3 con el cual se aborda la pasantía.

Ilustración 4*Estado inicial del túnel exterior*

Nota. Elaboración Propia

Ilustración 3*Estado inicial de túnel interior*

Nota. Elaboración Propia

7.2 Solicitud de Planos y Fichas Técnicas

Se realiza la solicitud de planos y fichas técnicas con las cuales se está desarrollando el proyecto y así poder verificar el procedimiento y trazabilidad de la misma las cuales fueron dadas a conocer durante la inducción.

Ilustración 5*Inducción sobre fichas técnicas*

Nota. Elaboración Propia

Entrega de Material de Trabajo

Se realiza entrega en forma digital de documentos los cuales contienen planos, estudios y diseños utilizados para el desarrollo de proyecto. Al igual se realiza la recomendación por parte del ingeniero encargado de investigar y estudiar las normas que rigen los ensayos en campo como lo son toma de asentamiento, temperatura, muestras de concreto en cilindros, placas de adsorción de energía, artesas de concreto lanzado, lo cuales fueron investigados a satisfacción apoyando en la norma NTC.

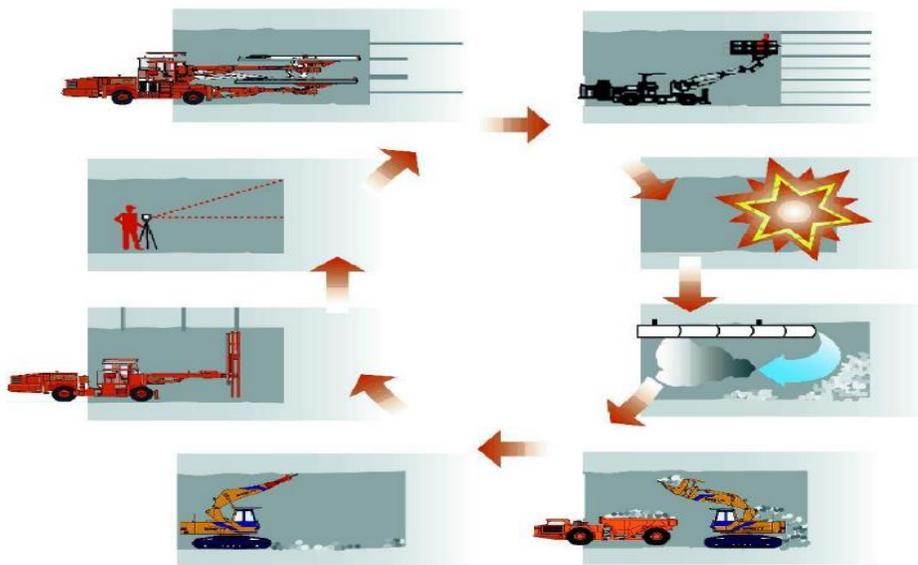
7.3 Método Constructivo Utilizado

El método constructivo para aplicar en los túneles en mina en UF3, se ha definido en la fase de diseño con base tanto al estudio del macizo rocoso como a las secciones geométricas y longitudes de los túneles. Se considera oportuno adoptar un sistema constructivo basado en el empleo de medios convencionales de excavación mecánica, mixta o mediante perforación y voladura, A este respecto, se ha optado por plantear una tipología de excavación y sostenimiento basado en el llamado Nuevo Método Austriaco. (Manual técnico excavación y sostenimiento de túnel, Sacyr 2020 edición 3, p18)

El Nuevo Método Austriaco (NATM) se basa en la utilización del terreno que rodea la sección del túnel como elemento resistente frente a los incrementos locales de tensión que se producen durante la excavación, Para ello se ha de relajar el estado tensional del macizo rocoso del entorno del túnel, permitiendo su deformación hasta un punto de equilibrio en que el sostenimiento es capaz de hacer frente a la tensión generada por el terreno y controlar la deformación . (Manual de excavación y sostenimiento de túnel, Sacyr 2020 edición 3, p18.

Ilustración 6

Ciclo de excavación mediante perforación y voladura



Nota: (Metodos de excavación, 2019)

7.4 Liberación por Geología

Se realiza acompañamiento y registro fotográfico a la liberación por parte de geología quien se encarga de efectuar el levantamiento geológico que determina las características del terreno y el tipo de sostenimiento a emplear según procedimiento RMR. El cual tiene en cuenta dirección de resistencia a la compresión uniaxial de la roca, (RQD), espaciamiento de discontinuidades, condición de las discontinuidades, condición del agua subterránea y orientación de las discontinuidades. (Vallejo, 2002)

Luego de la realización del levantamiento geológico según el RMR encontrado en el frente de avance se procede a revisar el tipo de sostenimiento y longitud de avance según las

tablas del manual “ *manual técnico excavación y sostenimiento de túneles Sacyr*” las cuales se observan a continuación en tabla 1 y tabla 2 del presente informe

Ilustración 7

Liberación Topografía



Nota. Elaboración Propia

Ilustración 8

Liberación Geología



Nota. Elaboración Propia

Tabla 1

longitudes de paso

SC	EXCAVACIÓN	LONGITUD DE PASE
I	Avance	4.0/5.0 m
Areniscas RMR >75	Destroza	8,0/10.0
II	Avance	3.0/4.0 m
Areniscas 60<RMR <75	Destroza	6,0/8.0
III	Avance	2.0/3.0 m
Areniscas 45<RMR <60	Destroza	4,0/6.0
IV	Avance	1.5 m
Areniscas 30<RMR <45	Destroza	3.0m

V	Avance	1.0 m
Areniscas	Destroza	2.0 m
RMR <30	Contra bóveda	2.0 m
VI	Avance	1.0 m
Arcillolitas	Destroza	2.0 m
	Contra bóveda	2.0 m

Nota. (SACYR, 2020)

Tabla 2

Método de excavación según tipo de terreno

SOPORTE	CALIDAD DEL TERRENO	RECUBRIMIENTO (m)	RMR	LITOLOGIA	MÉTODO EXCAVACIÓN
SC- I	Muy bueno	130	RMR >75	Areniscas	Perforacion y voladura
SC- II	Buenos	130	60<RMR <75	Areniscas	Perforacion y voladura
SC- III	Regular	130	45<RMR <60	Areniscas	Perforacion y voladura
SC- IV	Pobre	130	30<RMR <45	Areniscas	Perforacion y voladura
SC- V	Muy pobre	130	RMR <30	Areniscas	Mecanica
SC- VI	Muy pobre	80	RMR <30	Arcillolitas	Mecanica

Nota. Manual técnico PTO.09.20.CO Sacyr.P3.

7.5 Excavación de Avance en Túnel

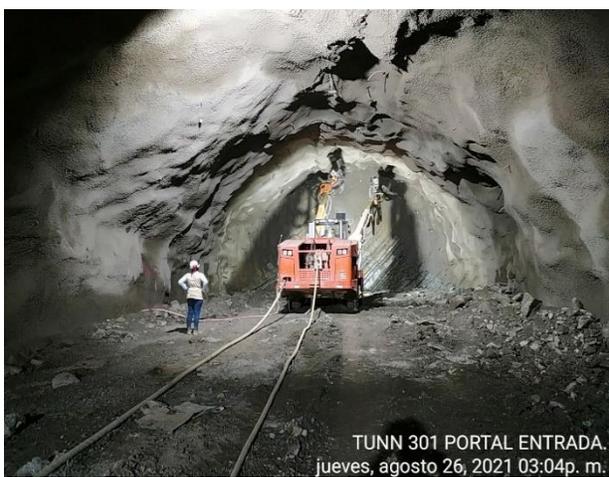
Se realiza registro fotográfico evidenciando el método de excavación utilizado para el avance del túnel según características geológicas y geotécnicas del material. Esta excavación se realiza en fases según el tipo de terreno encontrado, inicialmente se avanza con la bóveda que es una parte del túnel teniendo la mayoría de la sección para luego seguir con destroza siendo esta la parte inferior completando todo el túnel el perfil se puede ver en las ilustraciones de cada sostenimiento explicado a continuación, Se considera el método más adecuado ya sea avance con excavación mecánica o perforación y voladura, en el transcurso de la práctica profesional se observó solo el método de perforación y voladura el cual es llevado a cabo por un maquina llamada jumbo hidráulico, Con el cual se realizan perforaciones en el frente de trabajo formando una malla de perforación según el esquema de voladura diseñado, estos orificios tienen como diámetro 42 mm por los cuales ingresan los cartuchos. La longitud de perforación es dada por la “Tabla 4 longitud de avance del manual técnico excavación y sostenimiento de túneles Sacyr”, ver tabla 1.

Ilustración 9

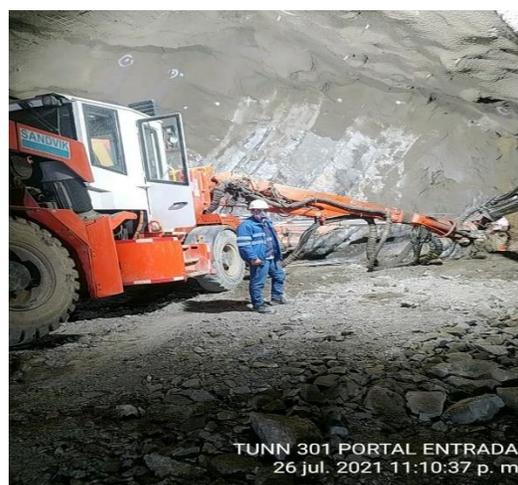
Jumbo Hidráulico 3 brazos



Nota. (Sandvik, 2019)

Ilustración 11**Perforación Jumbo hidráulico**

Nota. Elaboración Propia

Ilustración 10**jumbo Hidráulico**

Nota. Elaboración Propia

7.5.1 Esquema de Voladura

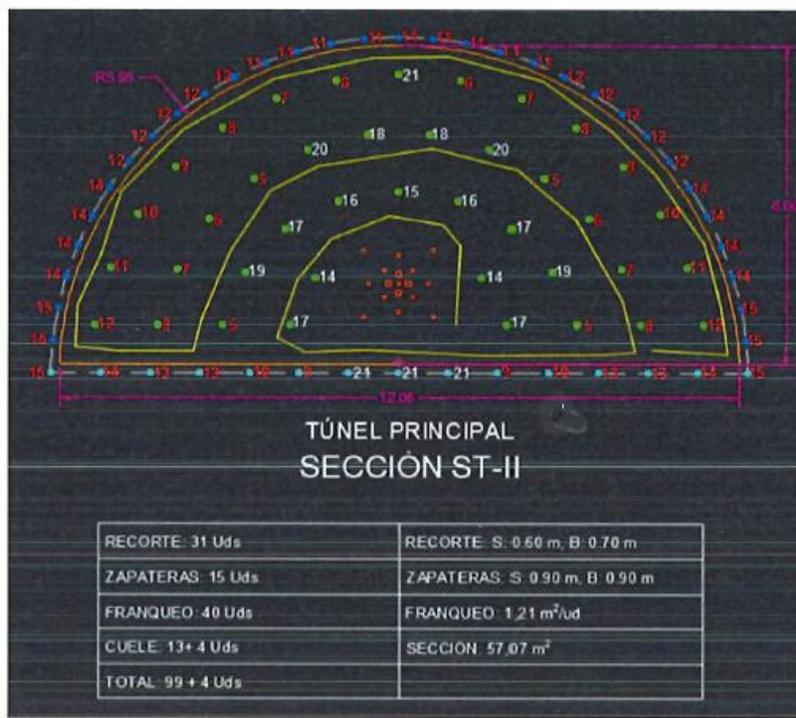
El esquema de voladura que se llevó a cabo en el túnel Pamplonita está reflejado en el Manual técnico de excavación y sostenimiento, En cual podemos exponer a continuación resaltando que debido a las recomendaciones del personal de SST no se pudo ingresar o tomar un registro fotográfico del cargue de explosivos ya que en el momento no se cuenta con el curso de explosivos el cual debe encontrarse vigente para poder estar presente en esta delicada actividad permitiendo solo personal capacitado para realizarla.

El esquema general de avance consiste en realizar un cuele para la abertura inicial en el frente del túnel el cual tiene como finalidad crear una cara libre contra la que actuaran el resto de los barrenos de voladura. Se realiza una malla de tiros con ruptura progresiva hacia el hueco creado por el cuele. (SACYR, 2020)

La perforación de la malla tendrá por finalizado una perforación de contorno la cual sirve para delimitar el perímetro de la sección de avance, Se efectuará como complemento de lo anterior una voladura de costura en todo el perímetro de la bóveda para conseguir una superficie residual de roca lo más sana posible. (SACYR, 2020)

Ilustración 12

Esquema de voladura utilizado



Nota. Manual técnico PTO.09.20.CO Sacyr2020.P36

Ilustración 13

Partes de una voladura en túnel



Nota. (Camara latinoamericana SST LAMATSST, 2018)

7.5.2 Tipo de Explosivos Utilizados

Las voladuras a ejecutar son de tipo no eléctrica, cebando por tanto cada barreno con detonadores EXEL no eléctricos en las versiones LP y MS. (SACYR, 2020)

La carga de fondo de columna de todos los barrenos excepto los de corte o costura consiste en tipo de cartucho tipo Emulind. (SACYR, 2020)

La carga de barrenos de corte o costura se realizará preferiblemente medio utilización de cartucho de fondo de Emulind (Podría utilizarse Indugel como alternativa) más cordón detonante como carga de columna. (SACYR, 2020)

Ilustración 15

Detonador EXCEL y MS



Nota: (terraexplosivos, 2017)

Ilustración 14

Explosivo encartuchado Emulind



Nota: (Encrypted, 2019)

Ilustración 16

Cordón Detonante



Nota: (Encrypted, 2019)

7.5.3 Descombro o Rezaga

Se realiza un registro fotográfico al descombro o rezaga que deja una vez se efectúa la voladura, proceso constructivo de excavación que se llevó a cabo, Se esperan los 15 a 25 minutos antes de iniciar la actividad ya que se debe evacuar el aire contaminado de residuos de explosivos dañinos para la salud. Esta actividad se lleva a cabo con un cargador sobre llantas y volquetas doble troque capaces de trabajar en el espacio confinado. Este material es dejado en un acopio a las afueras del túnel donde volquetas y maquinaria del área de cielo abierto disponen para emplearlo en terraplenes según su condición, cuando el material no es el adecuado para reutilizar es dispuesto en vertederos y estabilizado en puntos estratégicos del proyecto.

Ilustración 17

Cargador de llantas



Nota: (Equipment, 2018)

Ilustración 18

Retiro de rezaga



Nota. Elaboración propia

Ilustración 19

Cargue de rezaga



Nota. Elaboración Propia

7.5.4 Saneo - Desabombe

Se verifica en cada avance la realización de esta actividad y se toma un registro fotográfico dejando constancia de la ejecución de esta siguiendo los lineamientos del “*manual de excavación y sostenimiento Sacyr 2020*” que se está manejando, Ya que esta actividad ofrece al trabajador mayor seguridad en el momento de ingresar al frente mitigando el desprendimiento de roca y asegurando el área. la actividad se realiza con una retro excavadora de orugas con martillo hidráulico el cual remueve todo el material suelto que se observe en todo el contorno del túnel desde los hastiales hasta la clave con apoyo de la comisión de topografía verificando en que lugares debe hacer énfasis para perfilar y tener la sección de túnel adecuada.

Ilustración 21*Retro excavadora con martillo hidráulico*

Nota: (Safaniuk, 2017)

Ilustración 20*Desabombe*

Nota. Elaboración Propia

7.6 Sostenimiento utilizado

En el transcurso de la práctica profesional se pudieron observar 2 tipos de sostenimientos utilizados para tratamiento del túnel según sus características geológicas, a los cuales se realizó un seguimiento y acompañamiento en su instalación realizando un registro fotográfico y un informe quincenal el cual contiene las actividades desarrolladas, observaciones y anomalías presentadas en el transcurso de su ejecución el cual se puede verificar un modelo en el anexo N° 1. se expondrá cada uno de los sostenimientos y registro de los mismos.

7.6.1 Sostenimiento Tipo III

Luego de terminada las actividades desabombe se realiza el levantamiento por parte del área geología los cuales determinan mediante el RMR del macizo rocoso, el tipo de sostenimiento de acuerdo a la “Tabla 4 longitudes de pase del manual técnico de excavación y

sostenimiento Sacyr 2020”, el cual para determinar sostenimiento tipo III debe estar entre $45 < \text{RMR} > 60$ con un avance de 2 a 3 metros y en destroza de 4 a 6 metros. Los tramos en los cuales se utilizó este tipo de sostenimiento se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 3

Tramos sostenimiento tipo III

TIPO DE SOSTENIMIENTO	PK INICIAL	PK FINAL	LONGITUD (m)	N° DE FASE	FECHA INICIAL	FECHA FINAL
sección tipo III	PK47+574	PK47+586	12	I	24/07/2021	30/07/2021
sección tipo III	PK47+650	PK47+675	25	I	24/07/2021	30/07/2021

Nota. Elaboración Propia

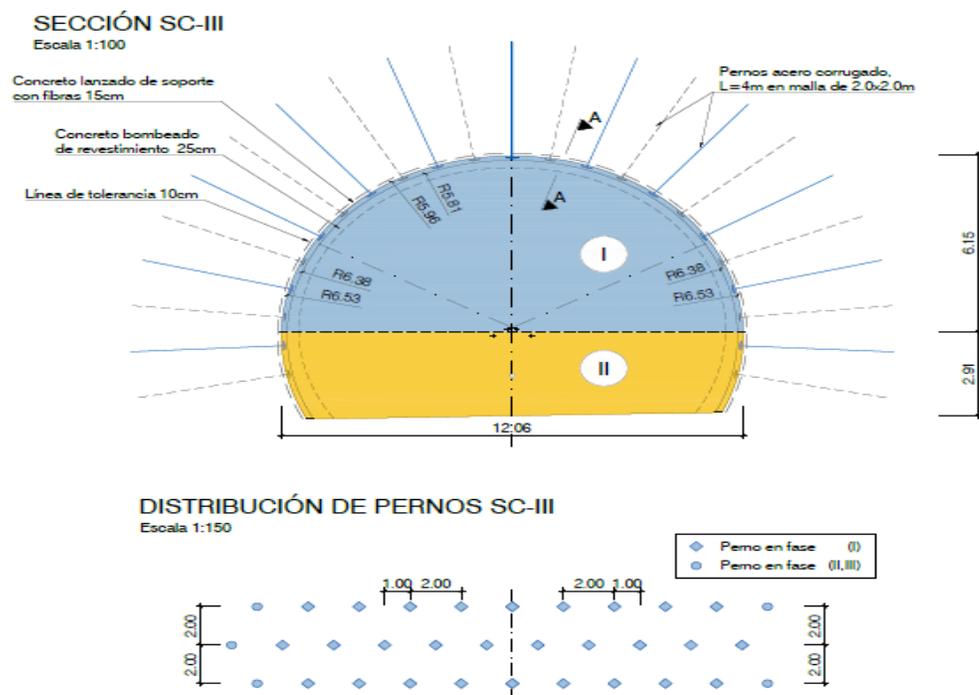
Según las especificaciones técnicas el sostenimiento se inicia lanzando 5 centímetros de concreto denominado primario de 32 Mpa con fibra sintéticas en toda la circunferencia del túnel mitigando el riesgo de desprendimiento de rocas ofreciendo mayor seguridad a los trabajadores. Este tipo de sostenimiento cuenta con una malla de pernos intercalados y separados a cada 2 metros estos a su vez cuentan con una varilla helicoidal N° 8 de 25 mm de diámetro y 4 metros de longitud utilizado como perno con una placa de reparto de 200*200*6 mm instalados con resina epoxica los cuales para su instalación se debe realizar la perforación con el jumbo hidráulico con un diámetro de 42 mm de diámetro y lleno con los cartuchos de resina rápida y lenta cuya cantidad este dado por las pruebas en campo se debe ingresar el perno con el jumbo hidráulico dando giros para generar la mezcla del epóxico, luego se instala la placa de reparto y

tuerca hasta ajustar al concreto primario. Concluyendo la actividad se lanzan 10 centímetros de concreto de 32 Mpa con fibra cubriendo los pernos instalados.

El concreto lanzado se realiza mediante el método húmedo con un equipo conocido como robojet su funcionamiento es mecánico mediante bombas hidráulicas el cual proyecta en concreto entre 6 y 8 bares. Durante ese proceso se realiza una mezcla en la boquilla de aire comprimido y aditivo cuya cantidad es recomendada por el proveedor entre 6 % y 9 % respecto al peso de los cementantes por metro cúbico.

Ilustración 22

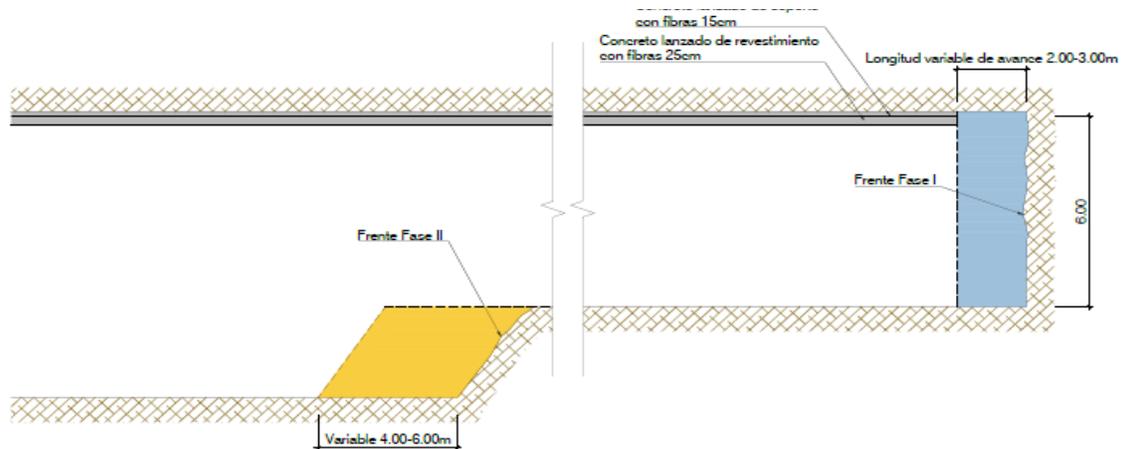
Sección tipo III distribución de pernos



Nota. (SACYR, 2019)

Ilustración 23

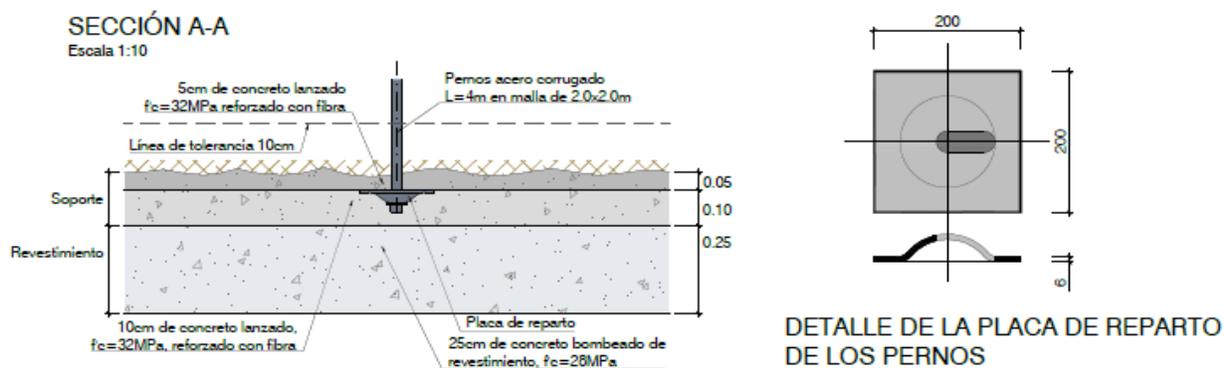
Perfil de avance



Nota. (SACYR, 2019)

Ilustración 24

Detalle sostenimiento tipo III



Nota: (SACYR, 2019)

Ilustración 26*Lanzado de concreto primario*

Nota. Elaboración Propia

Ilustración 25*Agregado de fibra sintética*

Nota. Elaboración Propia

Ilustración 27*Instalación de resina*

Nota. Elaboración Propia

Ilustración 28*Instalación de pernos*

Nota. Elaboración Propia

7.6.2 Sostenimiento Tipo IV

Para el sostenimiento tipo IV luego de terminar actividades desabombe se realiza el levantamiento por parte el área de geología los cuales determinan mediante el RMR del macizo

rocoso el tipo de sostenimiento de acuerdo a la “*Tabla 4 longitudes de paso del manual técnico de excavación y sostenimiento Sacyr 2020 pagina 29*” “El cual para determinar que el sostenimiento tipo IV debe estar $30 < \text{RMR} < 45$. Pudiendo realizar un avance de 1.5 metros y 3 metros en destroza. Los tramos en los que se utilizó este sostenimiento se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 4

Tramos sostenimiento tipo IV

TIPO DE SOSTENIMIENTO	PK INICIAL	PK FINAL	LONGITUD (m)	Nº DE FASE	FECHA INICIAL	FECHA FINAL
Sección tipo IV arcos a cada 1.5 m con 25 cm de concreto lanzado de 32 Mpa con fibra.	PK47+565.5	PK47+573	7.5	I	21/07/2021	23/07/2021
	PK47+574	PK47+624	50	I	1/08/2021	15/08/2021
	PK47+624	PK47+649	25	I	16/08/2021	20/08/2021
	PK47+676	PK47+721	45	I	1/09/2021	15/09/2021
	PK47+721	PK47+774.5	53.5	I	15/09/2021	30/09/2021
	PK47+774.5	PK47+831	56	I	1/10/2021	15/10/2021
	PK47+831	PK47+896	65	I	15/10/2021	30/10/2021
	PK47+896	PK47+948	52	I	1/11/2021	15/11/2021

Nota. Elaboración Propia

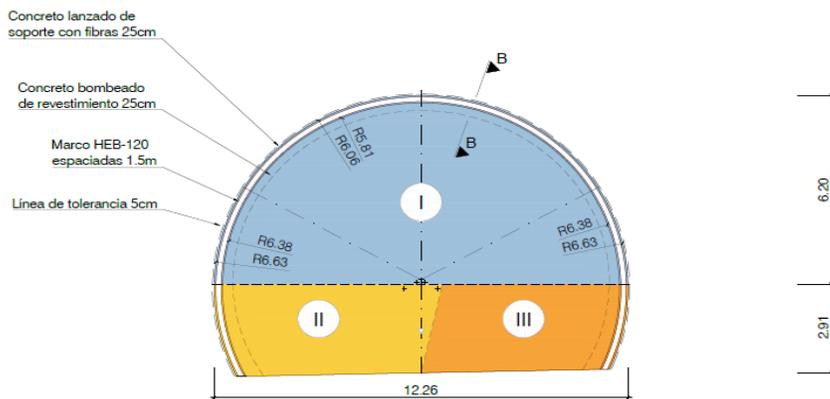
Los elementos que conforman este sostenimiento son marcos metálicos HEB 120 mm separados a 1.5 metros, Estos marcos metálicos están compuestos por varias piezas las cuales son unidas por tuercas y tornillos hasta conformar la sección de túnel. luego de armar y colocar los separadores los cuales son hechos de varilla corrugada de 5/8” y colocados en los lugares llamados bolsillos que traen instalados los marcos metálicos, se instalan bajo la dirección comisión de topografía para luego de hacer la liberación se lanzan de 20 centímetros de concreto de 32 Mpa con fibra cubriendo la sección del marco según las especificaciones técnicas planos Sacyr.

Ilustración 29

Sostenimiento tipo IV

SECCIÓN SC-IV

Escala 1:100



Nota. (SACYR, 2019)

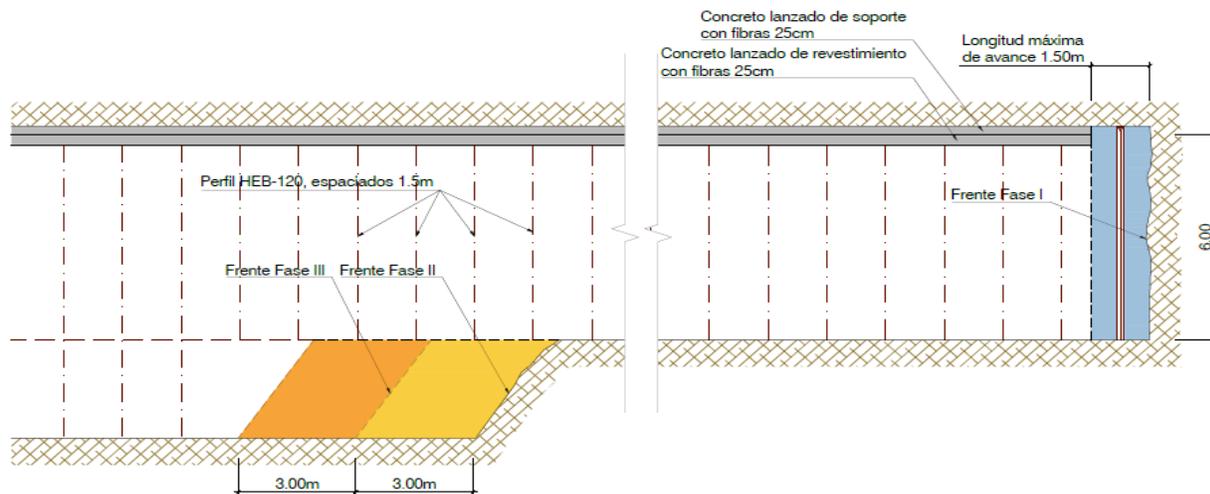
Ilustración 30

Perfil excavación tipo IV

PERFIL DE AVANCE SC-IV

Escala 1:100

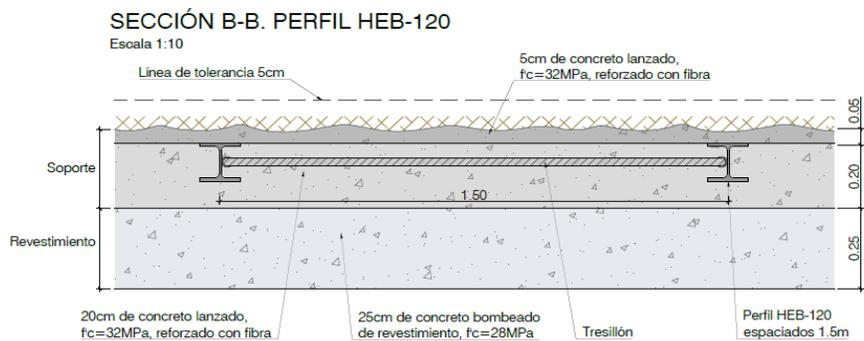
ESCALA 1:5 (COTAS EN MILÍMETROS)



Nota. (SACYR, 2019)

Ilustración 31

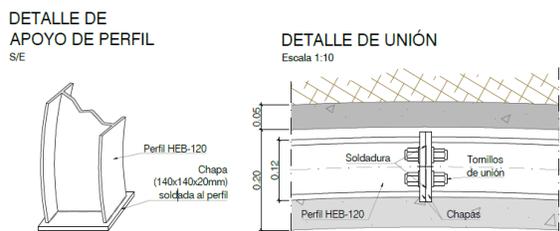
Sección perfil HEB 120



Nota. (SACYR, 2019)

Ilustración 33

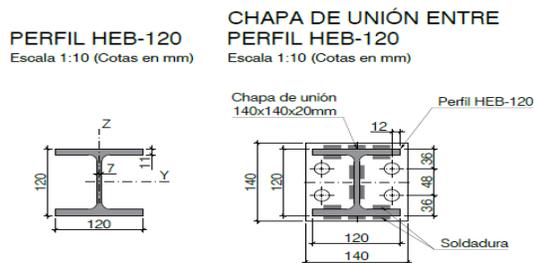
Detalle de perfil y unión



Nota. (SACYR, 2019)

Ilustración 32

Chapa de unión entre perfiles



Nota. (SACYR, 2019)

Ilustración 34

Instalación de marco



Nota. Elaboración Propia

Ilustración 35

Instalación de tornillos y tuercas en arcos



Nota. Elaboración Propia

Ilustración 37*Instalación de separadores*

Nota. Elaboración Propia

Ilustración 36*Instalación de marcos metálicos*

Nota. Elaboración Propia

Ilustración 38*Concreto lanzado en marcos*

Nota. Elaboración Propia

Ilustración 39*Panorámica de túnel*

Nota. Elaboración Propia

7.7 Seguimiento de Ensayos y Toma de Muestras en Obra

Se realiza un seguimiento y registros fotográfico de cada uno de los ensayos y toma de muestras hechos en obra para verificar su estado previo a su instalación según la norma vigente,

Para el seguimiento al concreto se realiza un formato en cual se puede observar fecha, Planta de procedencia número de remisión ,asentamiento de salida de planta, temperatura de salida de planta ,asentamiento en obra, temperatura en obra, cantidad de fibra aplicada, muestras tomas y ubicación de instalación de cada mixer con el cual se puede realizar un control del comportamiento del concreto y lugar de instalación uno de los informes se pude ver en anexos.

Se realiza la verificación de los equipos y toma de ensayo de asentamiento según la norma NTC 396 “*Norma Técnica Colombiana, método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto*”

Ilustración 41

Toma de temperatura del concreto



Nota. Elaboración Propia

Ilustración 40

Toma de asentamiento de concreto



Nota. Elaboración Propia

El seguimiento a la toma arteza de concreto lanzado se realiza bajo la norma NTC 4344 “*Ingeniería civil y Arquitectura concreto elaboración en obra cura y ensayos de especímenes de concreto lanzado*” con la cual se pudo verificar el cumplimiento de esta, la frecuencia de toma de muestras está reflejada en el PPIE (Plan de inspección de ensayos)la cantidad de fibra

recomendada para obtener la resistencia es suministrada el proveedor, las muestras de artezas fueron transportadas al laboratorio donde se realiza la toma de núcleos y ensayo de los mismos los resultados son enviados y analizados por el jefe de calidad a cargo.

Ilustración 43

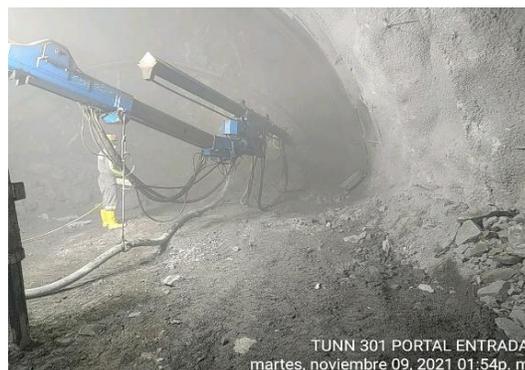
Moldes de arteza Y placas



Nota. Elaboración Propia

Ilustración 42

Lanzado de arteza en túnel.



Nota. Elaboración Propia

Para la toma placas de absorción de energía o tenacidad se tiene en cuenta la norma NTC 5721 “(2009-10-21) Método de ensayo para la determinación de la capacidad de absorción de energía (tenacidad) de concreto reforzado con fibra”. la cual se toma en conjunto con cilindros bajo la norma NTC 550 “Ingeniería civil y arquitectura elaboración y curado de especímenes de concreto en obra”. y arteza de lanzado, la frecuencia con las que esta se deben tomar está reflejadas en el PPIE (Plan de inspección de ensayos) esto con el fin de realizar comparación de resistencia del concreto lanzado y como llega obra, ya que el robojet aplica una cantidad de aditivo al concreto cuando este sale por la boquilla para acelerar el fraguado. La cantidad de fibra varía según el tipo de sostenimiento y es recomendada por el proveedor. Se efectúa un registro fotográfico de la forma en cómo se transportan y como se toman evitado generar micro fisuras.

Los ensayos para estas placas se realizan en el laboratorio luego de mantener 30 días en el cuarto de curado, los resultados obtenidos son enviados al ingeniero de calidad a cargo quien se encarga de analizar y tomar decisiones en conjunto con calidad Sacyr.

Ilustración 45

Toma de placas en túnel



Nota. Elaboración Propia

Ilustración 44

Toma de cilindros de concreto



Nota. Elaboración Propia

Ilustración 47

Arteza de lanzado y placas de tenacidad



Nota. Elaboración Propia

Ilustración 46

Transporte de muestras al laboratorio



Nota. Elaboración Propia

Ilustración 49*Ensayo de tenacidad*

Nota. Elaboración Propia

Ilustración 48*Placa fallada*

Nota. Elaboración Propia

7.8 Seguimiento y Ensayos de Tracción a Pernos Instalados

Se realiza un acompañamiento en la realización de ensayos de tracción de pernos instalados según documentos técnicos del proyecto, el cual para este caso se realiza el ensayo al 5 % de los pernos instalados, se verificará y aprobarán los pernos hasta el 80 % de su carga. Los ensayos se llevarán hasta 14 ton, realizando ciclos durante 1 minuto de espera cada uno iniciando con 7 ton manteniendo la tensión por 1 minuto una vez observado el comportamiento se aumenta la tensión a 14 ton con espera de 1 minuto finalizada la tensión se verifica si hubo desplazamiento de la barra. Si el perno no aguanta se considera falla, la elección del perno ensayado se toma en campo dejándolo bajo criterio del inspector de calidad, se elabora un formato de seguimiento en el cual se refleja la ubicación según en la circunferencia del túnel en forma horaria, Pk de ubicación, tipo de perno, longitud de perno y tracción aplicada. Ver anexos.

Ilustración 50

Ensayo de rendimiento de pernos.

Ensayos de arranque de Pernos (Pull-Out)			
Ensayo de rendimiento - Performance test (ISRM)			
Diámetro (mm)	Carga de fluencia	Carga de trabajo	Carga de rendimiento
D	$f_{pu} = \pi/4 * d^2 * 550/10000$	$T_w = 50\% \text{ de } f_{pu}$	$Tr 133\% \text{ de } T_w$
25	27	13,50	18,0

Nota: (Manual técnico Sacyr.2020)

El equipo utilizado en esta actividad consta de una bomba hidráulica manual ajustada a un cilindro hidráulico la cual se coloca mediante unos acoples en la parte libre del perno instalado, esta ejerce una fuerza de reacción permitiendo controlar por medio de manómetros teniendo como apoyo el concreto lanzado.

Ilustración 52

Ensayo de tracción de pernos



Nota. Elaboración Propia

Ilustración 51

Tramo de pernos ensayados



Nota. Elaboración Propia

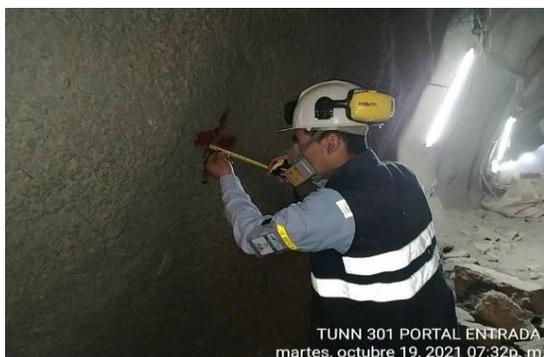
7.8 Control de Espesores de Concreto

El control de espesores de concreto se realiza según el PPEI (Plan de inspección de ensayos) realizando 3 perforaciones a cada 17 metros distribuidos en las circunferencia del túnel

en tres lugares, hastial derecho, hastial izquierdo y clave, la perforación es hecha por el jumbo hidráulico con un diámetro de 42 mm en los lugares escogidos por el inspector de calidad las profundidades son verificadas con cinta métrica, Para el control y seguimiento se realiza un registro fotográfico y un formato en el cual se lleva el registro de ubicación, espesor, tipo de sostenimiento, espesor encontrado y si cumple según el espesor de diseño.

Ilustración 54

Toma de espesores



Nota. Elaboración Propia

Ilustración 53

Medición de espesores



Nota. Elaboración Propia

Ilustración 56

Evidencia espesor



Nota. Elaboración Propia

Ilustración 55

Perforación para toma de espesores



Nota. Elaboración Propia

7.9 Registro de Acopio de Materiales

Se realiza un registro fotográfico de los materiales utilizados para el sostenimiento del túnel verificando el estado en cómo se encuentran almacenados.

Ilustración 58

Registro acopio almacén



Nota. Elaboración Propia

Ilustración 57

Registro acopio en túnel



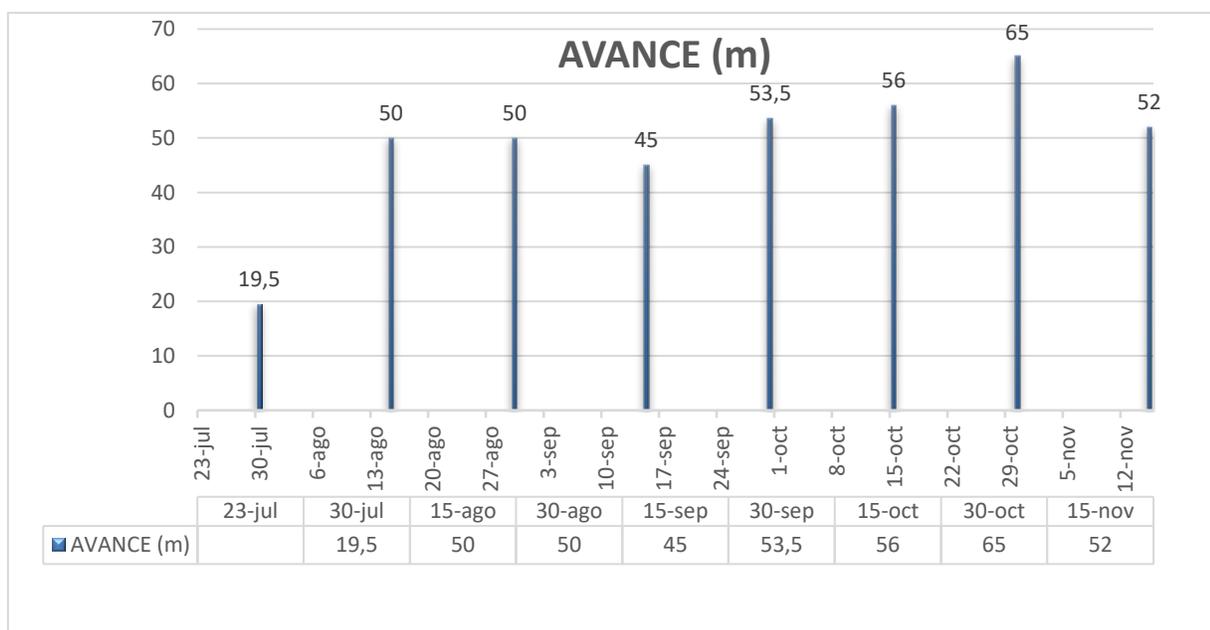
Nota. Elaboración Propia

7.10 Resumen de Avance

Durante la realización de la práctica se realizó un cuadro resumen de avance quincenal con el cual se verificaba los metros avanzados en la primera fase llamada bóveda, tipo de sostenimiento y anomalías presentadas. Se presenta la gráfica como se efectuaron los avances en cada quincena pudiendo verificar la fecha en el cual se obtuvo mayor rendimiento.

Tabla 5

Avance quincenal



Nota. Elaboración Propia

8. Conclusiones

Se realiza un registro fotográfico e informe de seguimiento de todas las actividades correspondientes a la construcción de túnel obteniendo el registro del sostenimiento utilizado en cada sitio evidenciando su proceso constructivo según especificaciones técnicas en el portal de entrada desde el Pk47+565-Pk47+948 cumpliendo con los parámetros establecidos para cada tipo de sostenimiento.

Se realiza a cabalidad el ensayo de asentamiento de concreto según la norma NTC 396 a todas las mixers que ingresan al túnel para lanzado de sostenimiento, el cual la mayoría se encontraban en el rango según el diseño de mezcla siendo este 9 ± 1 . Se encontró una mínima cantidad de viajes con un asentamiento menor a 8" y superior a $7 \frac{1}{2}$ " estando por debajo del permitido a los cuales se les dio un manejo en obra en común acuerdo con el jefe de túnel, quien manifestaba poder realizar la actividad de lanzado con la manejabilidad presentada, ya que el asentamiento por debajo de 8" tiene mayor dificultad de bombear y más posibilidad de provocar taponamiento en las mangueras del robojet.

Se efectúa control de temperatura a cada una del mixer con mezcla de concreto para lanzado verificando el estado de estas antes de iniciar el lanzado evidenciando temperaturas menores a 32°C dando cumplimiento a las especificaciones técnicas del manual SACYR 2020 las cual permite temperaturas hasta los 35°C .

Se verifica el procedimiento utilizado para toma de muestras en campo según NTC correspondiente a cada una, evidenciando el cumplimiento de los parámetros que recomienda la norma. Además, se realiza un seguimiento en campo de la forma que son transportadas las

muestras al laboratorio dando cumplimiento a la norma Invias 2021 sección 400 concreto hidráulico. Mitigando la generación de micro fisuras garantizando la efectividad de los ensayos.

Se realizan ensayos a tracción a pernos helicoidales instalados con resina epoxica que hacen parte del sostenimiento tipo III, con gato y cilindro hidráulico con capacidad de 25 toneladas bajo los parámetros del manual de ensayos a tracción de pernos SACYR 2020. Iniciando desde el Pk47+574-Pk47+586 y Pk47+650-Pk47+675 dando como resultado la capacidad de 14 toneladas cada uno. Cumplimiento lo establecido según el diseño y la carga recomendada aplicada en el ensayo de acuerdo al manual siendo esta del 80% de su capacidad de trabajo.

Se efectuó la verificación de instalación de pernos según las especificaciones técnicas realizando un registro fotográfico de la ejecución de cada actividad garantizando la buena práctica en la instalación de cada pieza que conforma el perno garantizando la efectividad del sostenimiento instalado en el macizo rocoso.

De acuerdo al PPIE (Plan de inspección de ensayos) se realiza inspección de espesores de concreto cada 17 metros, haciendo 3 perforaciones con ayuda del jumbo hidráulico con un diámetro 42 mm. Tomando medidas de profundidad con cinta métrica, en el hastial derecho, hastial izquierdo y clave. Realizando la comparación de lo establecido en los diseños para cada tipo de sostenimiento y lo observando campo, desde el PK 47+568-PK47+897 Cumpliendo a satisfacción el espesor de cada sostenimiento los cuales fueron registrados en informes entregados .

Se lleva a cabo la realización de un formato para el control y medición de espesores de concreto en el cual se puede encontrar la ubicación, espesor de diseño, espesor encontrado. evidencia el cumplimiento del espesor según el tipo de sostenimiento.

Se obtuvo una gran experiencia en uno de los proyectos más importantes que ha tenido el departamento como lo son los túneles ya que académicamente no se tiene una materia o contenido respecto a este, obteniendo mayor conocimiento en el área de excavaciones subterráneas generando mayores posibilidades en el campo laboral.

Se pudo observar el buen manejo de los materiales recibiendo de manera organizada y almacenando estos correctamente sin perder sus propiedades físicas y químicas previas a su utilización garantizando la calidad del producto final.

Se logra realizar un buen papel dentro de la empresa siguiendo las recomendaciones del jefe directo ejecutando las actividades delegadas dejando el nombre de la universidad en alto por los buenos conocimientos que esta nos aportó generando profesionales íntegros.

9. Recomendaciones

Cada vez que se realice instalación de marcos metálicos se recomienda verificar y ajustar todas las piezas, ya que en el traslado y movimiento constante hace que estas queden sueltas y le impida realizar la transferencia de carga en toda el área de unión de las partes que lo conforman.

Siempre que se inicien las actividades de concreto lanzado verificar el porcentaje de aditivo que suministra el robojet al concreto, sabiendo que este en cantidades inapropiadas afecta directamente la resistencia, de igual manera la baja adición del aditivo provoca desprendimientos causando pérdida de material y riesgo de accidentes.

Para la toma de muestras de placas de tenacidad y arcezas de concreto lanzado se debe buscar un lugar donde no afecte el avance de la construcción y se puedan dejar mínimo 20 horas luego lanzadas ya que el movimiento de estas puede provocar micro fisuras y alteración de los resultados.

Cuando se adiciona la fibra al concreto se debe colocar a mezclar 15 minutos con alta revolución del mixer para garantizar una mezcla homogénea de los 2 materiales y evitando taponar las mangueras del robojet por acumulación de fibras en un solo lugar y obteniendo resistencias iguales en todo el lanzado.

En la realización de instalación de pernos es de vital importancia instalarlo con jumbo hidráulico dando giros del perno a medida que ingresa al barreno, generando la mezcla del epóxico el cual genera la adherencia entre la barra de acero y el macizo rocoso.

Siempre que se instalen pernos es importante verificar la posición de la placa de reparto ya que esta debe quedar en contacto con el macizo rocoso y total mente ajusta con su respectiva tuerca permitiendo sostener la mayor área posible.

Cuando se instalan los separadores de cada marco metálico se debe verificar la longitud de cada uno, ya que, si su distancia varia se refleja en la posición del marco provocando perdida de verticalidad, esto a su vez provoca que las piezas faltantes que se colocan al realizar la destroza tiendan a quedar dentro de la sección.

10. Bibliografía

- Normas APA 7ma edición.
- Barqueros, I. (14 de 11 de 2009). *Los túneles en Madrid*. Obtenido de ecomovilidad.net: <https://ecomovilidad.net/madrid/tuneles-madrid-metodos-clasicos/>
- SACYR. (2020). *MANUAL TECNICO EXCAVACIÓN Y SOSTENIMIENTO DE TUNELES*. Pamplonita.
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Normas Colombianas Para la presentación de trabajos de investigación. Sexta actualización. Santa fe De Bogotá D.C .ICONTEC, 2013.
- Vallejo, |. L. (2002). Ingeniería Geologica. En L. G. Vallejo, *Ingeniería Geologica* (pág. 516). Madrid .
- (2019). Obtenido de Desdeelmurete: desdeelmurete.com/elementos-principales-de-anclajes/
360enconcreto. (2020). Obtenido de 360enconcreto: www.360enconcreto.com/blog/detalle/que-es-concreto-reforzado-con-fibras
- Barqueros, I. (14 de 11 de 2009). *Los túneles en Madrid*. Obtenido de ecomovilidad.net: <https://ecomovilidad.net/madrid/tuneles-madrid-metodos-clasicos/>.
- *Camara latinoamericana SST LAMATSST*. (2018). Obtenido de [watch?v=v3dKjF8x4WI&ab_channel=CámaraLatinoamericanadeSSTLatamSST](https://www.youtube.com/watch?v=v3dKjF8x4WI&ab_channel=C%C3%A1maraLatinoamericanadeSSTLatamSST)
- *dynonobel*. (2019). Obtenido de www.dynonobel.com/south-america/~/_media/Files/Dyno/ResourceHub/Technical%20Information/Latin%20America%20Spanish/Primacord-PrimalineDetCord_esp.pdf
- *ecomovilidad.net*. (2009). Obtenido de ecomovilidad.net: <https://ecomovilidad.net/madrid/tuneles-madrid-metodos-clasicos/>
- *Encrypted*. (2019). Obtenido de <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSD8ZgOTNd3yeU8AuLS3ILwVuNPWish5AWEXg&usqp=CAU>
- *Ensayo de tenacidad y impacto*. (2018). Obtenido de 2018: https://www.researchgate.net/publication/328190098_ENSAYO_DE_TENACIDAD_O_I_MPACTO

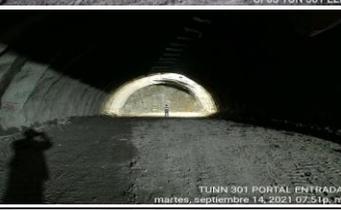
- *Equipment*. (2018). Obtenido de i.pinimg.com/236x/38/78/e0/3878e0d2371dc18be77053aa912a2ddf--equipment-for-sale-heavy-equipment.jpg
- *Guia trabajos seguros en excavaciones* . (2014). Obtenido de <https://www.mintrabajo.gov.co/documents/20147/51963/Gu%C3%ADa+de+Escavaciones+09+FEB.pdf/1892a703-82bc-3652-cdd7-5380e6e2079c>
- *Ministerio para la transición ecológica*. (2019). Obtenido de https://energia.gob.es/mineria/Explosivos/Guias/Guia_buenas_practicas_diseno_ejecucion_voladuras_banco.pdf
- *nacionaldeperforaciones*. (2013). Obtenido de nacionaldeperforaciones: http://www.nacionaldeperforaciones.com/inyeccion_de_lechada.php
- *posada*. (2021). Obtenido de posada: posada.pe/voladura-de-rocas-en-mineria-subterranea/
- *Sandvik*. (2019). Obtenido de <https://onx.la/091b0>
- *Sistemas de sostenimientos* . (s.f.). Obtenido de Sistemas de sostenimientos : https://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Manuales/Manual_Tuneles/CAP08.pdf
- *terraexplosivos*. (12 de 09 de 2017). Obtenido de http://terraexplosivos.com/upload/productos/productos/m_2017091220071034-exelms.jpg
- *Underground*. (2021). Obtenido de Underground: <https://www.dsiunderground.com/es/latam/productos/sistemas-de-anclaje/sistema-helicoidal>
- [es.wikipedia.org/wiki/Nuevo_Método_Austriaco_de_Construcción_de_Túneles](https://es.wikipedia.org/wiki/Nuevo_M%C3%A9todo_Austriaco_de_Construcci%C3%B3n_de_T%C3%BAneles)
- *yumpu*. (2021). *yumpu*. Obtenido de yumpu: www.yumpu.com/es/document/view/37483952/cartuchos-para-resina-loksetar-minova

11. Anexos

Se anexa uno de los informes quincenales completo como modelo de los formatos realizados cada quincena.

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA		PAMPLONITA NORTE DE SANTANDER		INFORME SEGUIMIENTO	
CONTRATISTA	SACYR	AREA	CALIDAD	NOMBRE DEL PROYECTO	PROYECTO CORREDOR VIAL DOBLE CALZADA PAMPLONA -CÚCUTA
TIPO DE OBRA	TUNEL	FECHA	15 de Septiembre 2021		
FRENTE DE TRABAJO	PORTAL DE ENTREADA	UF	3		
INGENIRO A CARGO	BRIAN YÉPEZ	REALIZADO	FABIAN PORTILLA		
ACTIVIDAD	DESCRIPCION	OBCERVACION	RESGISTRO FOFOTRAFICO		
Toma de temperatura del concreto	Se evidencia la temperatura con la cual es recibido el concreto en obra para luego alimentar el formato de seguimiento de concreto.	no sobre pasan los grados permitidos encontrándose en el rango			
Registro foto grafico asentamiento	se toma registro foto grafico del asentamiento con el cual el concreto llega a obra.	No se encuentran novedades			
Agregado de fibra sintética Mapei	Se agrega la fibra sintética Mapei con una cantidad de 5 kg/m3 para sostenimiento tipo IV esta se deja mezclar en la mixer por 15 minutos con gran revolución de la olla del equipo.	Se agrega la cantidad según las especificaciones técnicas			
Concreto lanzado	Se realiza la supervisión del concreto lanzado con fibra sintética verificando que se cubran en totalidad el espesor del arco y realizando observaciones con respecto al acabado dando mejor apariencia al sostenimiento.	Las observaciones realizadas son acatadas inmediatamente por el operador del robojet.			
Registro fotográfico avance	Se evidencia el avance desde bahía de parqueo hasta el frente donde se encuentran realizando labores de instalación de arcos.	Sin novedad			

		UNIVERSIDAD DE PAMPLONA			
		PAMPLONITA NORTE DE SANTANDER			
		INFORME SEGUIMIENTO			
CONTRATISTA	SACYR	AREA	CALIDAD	NOMBRE DEL PROYECTO	PROYECTO CORREDOR VIAL DOBLE CALZADA PAMPLONA -CÚCUTA
TIPO DE OBRA	TUNEL	FECHA	15 de Septiembre 2021		
FRENTE DE TRABAJO	PORTAL DE ENTREADA	UF	3		
INGENIRO A CARGO	BRIAN YÉPEZ	REALIZADO	FABIAN PORTILLA		
ACTIVIDAD	DESCRIPCION	OBCERVACION	RESGISTRO FOFOGRAFICO		
Barrenación perforación para voladura de avance	Se realiza una perforación con el jumbo en lugares puntuales especificados por el experto en explosivos para realizar el cargue y generar la voladura de avance la longitud varia según tipo de suelo.	Se evidencia un buen manejo de las aguas industriales que alimentan el funcionamiento del jumbo por medio de cunetas	 viernes, 03 septiembre 2021 UF03 TUN 301 EEN		
Retiro de rezaga	Se realiza retiro de material de excavación luego de realizar la voladura para avance del frente de túnel.	Sin novedad	 martes, 07 septiembre 2021 UF03 TUN 301 EEN		
Lanzado de concreto primario	Se evidencia arco de 12 cm instalado en la sección normal de túnel y se realiza concreto primario en el frente de avance para estabilizar el terreno	Se instala correctamente con separadores y fijación de piezas atreves de tornillos.	 sábado, 04 septiembre 2021 UF03 TUN 301 EEN		
Instalación de arcos	Instalación de arcos de 12 cm a cada 1.5 m para sostenimiento tipo IV en compañía de comisión de topografía para garantizar la ubicación de los mismos.	No se presenta novedad por el momento.	 viernes, 03 septiembre 2021 UF03 TUN 301 EEN		
Instalación de separadores	Se realiza instalación de separadores de arcos garantizando su distanciamiento correcto y ayudado a la estabilidad del mismo en el momento del lanzado de concreto. estos separadores son de diámetro 3/4" con ganchos en los extremos los cuales van empotrados en cada arco.	Instalación correcta sin ninguna novedad	 martes, 07 septiembre 2021 UF03 TUN 301 EEN		

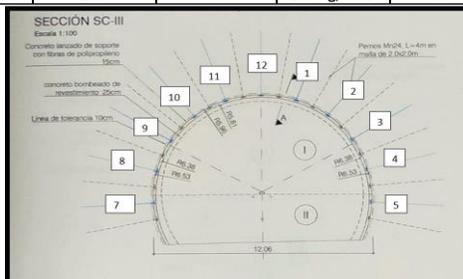
	UNIVERSIDAD DE PAMPLONA				
	PAMPLONITA NORTE DE SANTANDER				
	INFORME SEGUIMIENTO				
CONTRATISTA	SACYR	AREA	CALIDAD	NOMBRE DEL PROYECTO	PROYECTO CORREDOR VIAL DOBLE CALZADA PAMPLONA - CÚCUTA
TIPO DE OBRA	TUNEL	FECHA	15 de Septiembre 2021		
FRENTE DE TRABAJO	PORTAL DE ENTREADA	UF	3		
INGENIRO A CARGO	BRIAN YÉPEZ	REALIZADO	FABIAN PORTILLA		
ACTIVIDAD	DESCRIPCION	OBCERVACION	RESGISTRO FOFOGRAFICO		
Medición de espesores	Con ayuda del jumbo se pudieron llevar a cabo las perforaciones en los sitios marcado aleatoriamente y separados entre 17 y 20 m de cada serie de 3 unidades la cuales cuentan con una perforación en el hastial derecho, izquierdo y clave pudiendo realizar las mediciones a cabalidad.	Todos los espesores cumplen según el diseño			
Retiro de rezaga	Retiro de rezaga de frente de avance fotografía previa a realizar actividades de concreto lanzado primario para protección.	Las condiciones son apropiadas.			
Liberación de arco	En compañía del encargado de calidad Sacyr se realiza el acompañamiento a la comisión de topografía para dar liberación de instalación de arcos de 12 cm sostenimiento tipo IV.	Se libera a satisfacción			
Registro fotográfico avance quincenal	Se realiza el registro fotográfico del frente de trabajo en el cual se puede visualizar el avance realizado en la quincena del presente informe.	Sin novedades			
Acopio de rezaga en túnel	Se efectúa acopio de rezaga para dar prioridad a las actividades de voladura y poder cumplir con el avance y generar mayor rendimiento.	No presenta anomalía			

	UNIVERSIDAD DE PAMPLONA				
	PAMPLONITA NORTE DE SANTANDER				
	INFORME SEGUIMIENTO				
CONTRATISTA	SACYR	AREA	CALIDAD	NOMBRE DEL PROYECTO	PROYECTO CORREDOR VIAL DOBLE CALZADA PAMPLONA - CÚCUTA
TIPO DE OBRA	TUNEL	FECHA	15 de Septiembre 2021		
FRENTE DE TRABAJO	PORTAL DE ENTREADA	UF	3		
INGENIRO A CARGO	BRIAN YÉPEZ	REALIZADO	FABIAN PORTILLA		
ACTIVIDAD	DESCRIPCION	OBCERVACION	RESGISTRO FOFOTRAFICO		
Ajuste de tuercas en unión de piezas de arco	Se realiza ajuste de tuercas en unión de piezas de arco previo al concreto lanzado secundario para fijación y recubrimiento de arco.	Se evidencia la actividad ejecutada			
Retiro de muestras	Retiro de muestras de concreto de túnel tomadas el 14 de septiembre, contando con 3 placas, 1 arteza y 8 cilindros.	Se retiran con cuidado para evitar fisuras prematuras			
Supervisión de área de lanzado	Se realiza supervisión del área de lanzado verificando en esta que se realiza la debida limpieza de polvo garantizando mayor adherencia del concreto en la superficie.	Las recomendaciones son acatadas por el operador de robojet			
Instalación de equipo para tensionamiento de pernos	Se efectúa la instalación del equipo para realización de tensionamiento de pernos en los lugares indicados en con junto con calidad SACYR en el sostenimiento ejecutado tipo III pernos de 4 m con resina y placa de reparto.	Se realiza con las medidas de seguridad necesarias			
Resultados de tensionamiento de pernos	Resultados de los tensionamientos de pernos estos resultados serán plasmados en el formato de seguimiento en el cual se especificara el lugar y resultado de cada uno de los ensayos.	Todos los pernos cumplen con el tensionamiento mínimo			

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA		PAMPLONITA NORTE DE SANTANDER										CONTROL DE CONCRETO LANZADO EN TUNEL PORTAL ENTRADA		E.I.E. Echeverry Ingenieros Grupo S.A.S. SALUD QUE GENERA CONFIANZA	
CONTRATISTA		SACYR		AREA		CALIDAD		NOMBRE DEL PROYECTO		PROYECTO CORREDOR VIAL DOBLE CALZADA PAMPLONA - CÚCUTA					
TIPO DE OBRA		TUNEL		FECHA		15 de Septiembre 2021									
FRENTE DE TRABAJO		PORTAL DE ENTREADA		UF		3									
INGENIRO A CARGO		BRIAN YÉPEZ		REALIZADO		FABIAN PORTILLA									
FECHA	N° REMISIO	PLANTA	RESISTENCIA	CONTROL PLANTA		CONTROL OBRA		CANTIDAD FIBRA	MUESTRAS (A-P-C4)	SC	UBICACIÓN		OBSERVACIONES		
				A	T	A	T				PK INICIAL	PK FINAL			
31/08/2021	49139	FC	L 32 RS+7H	9 1/2"	25	8 3/4"	26	5 KG/M3	N/A	IV	Pk47+680	Pk47+681.5	Fibra sintética Mapei		
31/08/2021	49142	FC	L 32 RS+7H	9 3/4"	30	9 1/4"	31	5 KG/M3	1A	IV	Pk47+680	Pk47+681.5	Fibra sintética Mapei		
31/08/2021	49143	FC	L 32 RS+7H	10"	28	9 1/2"	30	5 KG/M3	N/A	IV	Pk47+680	Pk47+681.5	Fibra sintética Mapei		
1/09/2021	49175	FC	L 32 RS+7H	9 3/4"	26	9 1/2"	27	5 KG/M3	N/A	IV	Pk47+683	Pk47+684.5	Fibra sintética Mapei		
1/09/2021	49176	FC	L 32 RS+7H	10"	27	10"	28	5 KG/M3	N/A	IV	Pk47+683	Pk47+684.5	Fibra sintética Mapei		
1/09/2021	50102	CM	L 32 RS+7H	9"	28	8"	30	5 KG/M3	1A	IV	Pk47+683	Pk47+684.5	Fibra sintética Mapei		
2/09/2021	49224	FC	L 32 RS+7H	9"	30	7 3/4"	32	5 KG/M3	N/A	IV	Pk47+687.5	Pk47+689	Fibra sintética Mapei		
2/09/2021	49225	FC	L 32 RS+7H	9 3/4"	30	8 1/2"	31	5 KG/M3	N/A	IV	Pk47+687.5	Pk47+689	Fibra sintética Mapei		
2/09/2021	49227	FC	L 32 RS+7H	9"	28	8"	30	5 KG/M3	N/A	IV	Pk47+687.5	Pk47+689	Fibra sintética Mapei		
3/09/2021	49246	FC	L 32 RS+7H	9 3/4"	29	9 3/4"	28	4 KG/M3	N/A	IV	Pk47+689	Pk47+691.5	Fibra construsol		
3/09/2021	49248	FC	L 32 RS+7H	10"	29	9 1/2"	28	4 KG/M3	N/A	IV	Pk47+691.5	Pk47+692	Fibra construsol		
3/09/2021	49250	FC	L 32 RS+7H	9 3/4"	27	9 1/2"	29	4 KG/M3	1A	IV	Pk47+691.5	Pk47+692	Fibra construsol		
4/09/2021	49318	FC	L 32 RS+7H	9 1/2"	30	8 1/2"	31	4 KG/M3	N/A	IV	Pk47+693.5	Pk47+695	Fibra construsol		
4/09/2021	49321	FC	L 32 RS+7H	9"	31	8"	32	4 KG/M3	N/A	IV	Pk47+693.5	Pk47+695	Fibra construsol		
4/09/2021	49332	FC	L 32 RS+7H	9"	30	7 3/4"	29	4 KG/M3	N/A	IV	Pk47+693.5	Pk47+695	Fibra construsol		
5/09/2021	49358	FC	L 32 RS+7H	10"	28	10"	30	4 KG/M3	N/A	IV	Pk47+699.5	Pk47+701	Fibra construsol		
5/09/2021	49359	FC	L 32 RS+7H	9 1/2"	29	9"	30	4 KG/M3	N/A	IV	Pk47+699.5	Pk47+701	Fibra construsol		
5/09/2021	49367	FC	L 32 RS+7H	10"	27	9 3/4"	28	4 KG/M3	1A	IV	Pk47+699.5	Pk47+701	Fibra construsol		
6/09/2021	49400	FC	L 32 RS+7H	10"	28	9 3/4"	30	4 KG/M3	N/A	IV	Pk47+703.5	Pk47+705	Fibra construsol		
6/09/2021	49409	FC	L 32 RS+7H	9 3/4"	28	9 3/4"	28	4 KG/M3	N/A	IV	Pk47+703.5	Pk47+705	Fibra construsol		
6/09/2021	49410	FC	L 32 RS+7H	10"	26	9 3/4"	27	4 KG/M3	N/A	IV	Pk47+703.5	Pk47+705	Fibra construsol		
6/09/2021	49411	FC	L 32 RS+7H	10"	27	10"	28	4 KG/M3	N/A	IV	Pk47+703.5	Pk47+705	Fibra construsol		
7/09/2021	50236	CM	L 32 RS+7H	9 1/2"	30	9"	30	4 KG/M3	N/A	IV	Pk47+707	Pk47+708.5	Fibra construsol		
7/09/2021	50238	CM	L 32 RS+7H	9 3/4"	29	9 1/4"	28	4 KG/M3	N/A	IV	Pk47+707	Pk47+708.5	Fibra construsol		
8/09/2021	50278	CM	L 32 RS+7H	9 3/4"	28	9 3/4"	29	4 KG/M3	1A	IV	Pk47+711.5	Pk47+713	Fibra construsol		
8/09/2021	50281	CM	L 32 RS+7H	10"	28	9 1/2"	29	4 KG/M3	N/A	IV	Pk47+711.5	Pk47+713	Fibra construsol		
8/09/2021	50283	CM	L 32 RS+7H	9 1/2"	25	9"	26	4 KG/M3	3PL,1A,8 C4	IV	Pk47+711.5	Pk47+713	Fibra construsol		
14/09/2021	49636	FC	L 32 RS+7H	9 1/2"	30	8 1/4"	30	4 KG/M3	N/A	IV	Pk47+719.5	Pk47+721	Fibra construsol		
14/09/2021	49640	FC	L 32 RS+7H	9 1/4"	27	7 3/4"	29	4 KG/M3	N/A	IV	Pk47+719.5	Pk47+721	Fibra construsol		
15/09/2021	50450	CM	L 32 RS+7H	9 3/4"	28	9 1/4"	27	4 KG/M3	N/A	IV	Pk47+720.5	Pk47+722	Fibra construsol		
15/09/2021	50451	CM	L 32 RS+7H	9 1/4"	29	8"	29	4 KG/M3	N/A	IV	Pk47+720.5	Pk47+722	Fibra construsol		
								SC	SECCION	PL	PLACAS	A	ASENTAMIENTO		
								FC	FRESICREMA	A	ARTEZA	T	TENPERATURA		
								CM	CASA MORA	C4	CILINDROS				

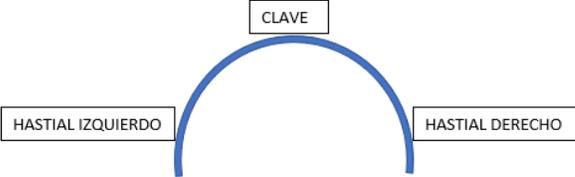
UNIVERSIDAD DE PAMPLONA		PAMPLONITA NORTE DE SANTANDER				CONTROL DE TENSIONAMIENTO DE PERNOS		
CONTRATISTA		SACYR	AREA	CALIDAD		NOMBRE DEL PROYECTO	PROYECTO CORREDOR VIAL DOBLE CALZADA PAMPLONA - CÚCUTA	
TIPO DE OBRA		TUNEL	FECHA	15 Septiembre del 2021				
FRENTE DE TRABAJO		PORTAL DE ENTREADA	UF	3				
INGENIRO A CARGO		BRIAN YÉPEZ	REALIZADO	FABIAN PORTILLA				
TIPO DE SOSTENIMIENTO	TIPO DE PERNO	PK	ZONA HORARIA	LONGITU DE PERNO (m)	TENSION APLICADA	CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES
Sostenimiento tipo III	helicoidal con resina	Pk47+653	8:00	4	260 Kg/cm2	X		
Sostenimiento tipo III	helicoidal con resina	Pk47+659	4:00	4	255 Kg/cm2	X		
Sostenimiento tipo III	helicoidal con resina	Pk47+662	10:00	4	270 Kg/cm2	X		
Sostenimiento tipo III	helicoidal con resina	Pk47+666	11:30	4	265 Kg/cm2	X		
Sostenimiento tipo III	helicoidal con resina	Pk47+664	3:00	4	274 Kg/cm2	X		
Sostenimiento tipo III	helicoidal con resina	Pk47+665	1:00	4	255 Kg/cm2	X		
Sostenimiento tipo III	helicoidal con resina	Pk47+666	9:00	4	260 Kg/cm2	X		
Sostenimiento tipo III	helicoidal con resina	Pk47+668	2:30	4	260 Kg/cm2	X		
Sostenimiento tipo III	helicoidal con resina	Pk47+670	12:30	4	275 Kg/cm2	X		
Sostenimiento tipo III	helicoidal con resina	Pk47+673	3:30	4	250 Kg/cm2	X		
Sostenimiento tipo III	helicoidal con resina	Pk47+675	10:30	4	270 Kg/cm2	X		
Sostenimiento tipo III	helicoidal con resina	Pk47+676	1:30	4	263 Kg/cm2	X		

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA		PAMPLONITA NORTE DE SANTANDER				RESUMEN DE AVANCE		
CONTRATISTA		SACYR	AREA	CALIDAD		NOMBRE DEL PROYECTO	PROYECTO CORREDOR VIAL DOBLE CALZADA PAMPLONA - CÚCUTA	
TIPO DE OBRA		TUNEL	FECHA	30 de Septiembre 2021				
FRENTE DE TRABAJO		PORTAL DE ENTREADA	UF	3				
INGENIRO A CARGO		BRIAN YÉPEZ	REALIZADO	FABIAN PORTILLA				
TIPO DE SOSTENIMIENTO	PK INICIAL	PK FINAL	LONGITUD (m)	N° DE FASE	FECHA INICIAL	FECHA FINAL	OBSERVACIONES	
Sección tipo IV consta de marco de HEB-120 mm separados a cada 1.5 m con 25 cm de concreto lanzado de 32 Mpa con fibra con una línea de tolerancia de 5 cm.	Pk47+721	Pk47+774.5	53.5	I	15/09/2021	30/09/2021	Se realiza avance a cabalidad sin ninguna novedad y se continua con seccion tipo IV.	



UNIVERSIDAD DE PAMPLONA		PAMPLONITA NORTE DE SANTANDER				RESUMEN DE AVANCE		
CONTRATISTA		SACYR	AREA	CALIDAD		NOMBRE DEL PROYECTO	PROYECTO CORREDOR VIAL DOBLE CALZADA PAMPLONA - CÚCUTA	
TIPO DE OBRA		TUNEL	FECHA	30 de Septiembre 2021				
FRENTE DE TRABAJO		PORTAL DE ENTREADA	UF	3				
INGENIRO A CARGO		BRIAN YÉPEZ	REALIZADO	FABIAN PORTILLA				
TIPO DE SOSTENIMIENTO	PK INICIAL	PK FINAL	LONGITUD (m)	N° DE FASE	FECHA INICIAL	FECHA FINAL	OBSERVACIONES	
Sección tipo IV consta de marco de HEB-120 mm separados a cada 1.5 m con 25 cm de concreto lanzado de 32 Mpa con fibra con una línea de tolerancia de 5 cm.	Pk47+721	Pk47+774.5	53.5	I	15/09/2021	30/09/2021	Se realiza avance a cabalidad sin ninguna novedad y se continua con seccion tipo IV.	

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA		PAMPLONITA NORTE DE SANTANDER		CONTROL DE ESPESORES DE CONCRETO				
CONTRATISTA	SACYR	AREA	CALIDAD		NOMBRE DEL PROYECTO	PROYECTO CORREDOR VIAL DOBLE CALZADA PAMPLONA - CÚCUTA		
TIPO DE OBRA	TUNEL	FECHA	15 Septiembre del 2021					
FRENTE DE TRABAJO	PORTAL DE ENTREADA	UF	3					
INGENIRO A CARGO	BRIAN YÉPEZ	REALIZADO	FABIAN PORTILLA					
TIPO DE SOSTENIMIENTO	N° PERFORACION	PK	LUGAR DE PERFORACION	ESPEJOR DE DISEÑO (cm)	ESPEJOR REAL (cm)	CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES
Sostenimiento tipo IV	13	PK 47+640	Hastial derecho	25	28	X		
Sostenimiento tipo IV	14	PK 47+640	Hastial izquierdo	25	26.4	X		
Sostenimiento tipo IV	15	PK 47+640	Clave	25	25.9	X		
Sostenimiento tipo III	16	PK 47+657	Hastial derecho	15	17	X		
Sostenimiento tipo III	17	PK 47+657	Hastial izquierdo	15	15.8	X		
Sostenimiento tipo III	18	PK 47+657	Clave	15	19	X		
Sostenimiento tipo III	19	PK 47+674	Hastial derecho	15	17	X		
Sostenimiento tipo III	20	PK 47+674	Hastial izquierdo	15	16.5	X		
Sostenimiento tipo III	21	PK 47+674	Clave	15	17.4	X		
Sostenimiento tipo IV	22	PK 47+691	Hastial derecho	25	27.3	X		
Sostenimiento tipo IV	23	PK 47+691	Hastial izquierdo	25	29.4	X		
Sostenimiento tipo IV	24	PK 47+691	Clave	25	26.9	X		



UNIVERSIDAD DE PAMPLONA		PAMPLONITA NORTE DE SANTANDER		SEGUIMIENTO PLACAS DE ABSORCION DE ENERGIA		E.I.E. Echeverry Ingenieros y Arquitectos S.A.S. CALIDAD QUE GENERA CONFIANZA			
CONTRATISTA	SACYR	AREA	CALIDAD	NOMBRE DEL PROYECTO	PROYECTO CORREDOR VIAL DOBLE CALZADA PAMPLONA - CÚCUTA				
TIPO DE OBRA	TUNEL	FECHA	30 Octubre del 2021						
FRENTE DE TRABAJO	PORTAL DE ENTREADA	UF	3						
INGENIRO A CARGO	BRIAN YÉPEZ	REALIZADO	FABIAN PORTILLA						
TIPO DE SOSTENIMIENTO	FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA DE FALLA	PK	TIPO DE FIBRA	RESULTADO ENSAYO (J)	DISEÑO (J)	CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES
Sostenimiento tipo IV	25/09/2021	25/10/2021	Pk47+756.5-Pk47+758	Fibra construsol	813	750	X		
Sostenimiento tipo IV	29/09/2021	30/10/2021	Pk47+771.5-Pk47+773	Fibra construsol	832	750	X		
ESQUEMAS DE FALLA FECHA 25/09/2021									
ESQUEMAS DE FALLA FECHA 29/09/2021									

Señores
COMITÉ DE TRABAJO DE GRADO
Facultad de ingeniería civil
Universidad de pamplona

ASUNTO: Terminación práctica profesional

Cordial saludo

De manera respetuosa me permito informar que el señor **FABIAN CIPRIANO PORTILLA CACUA** identificado con cedula de ciudadanía N° 1.094.265.731 de Pamplona, estudiante de ingeniería Civil de la universidad de Pamplona Norte de Santander **TERMINO SATISFACTORIAMENTE SU TIEMPO DE PASANTIA EQUIVALENTE A 4 MESES** cumpliendo a satisfacción todas las actividades asignadas con responsabilidad y profesionalismo, dentro de la empresa **E.I.E ECHEVERRY INGENIERIA Y ENSAYOS** como auxiliar de ingeniero residente de calidad en el túnel portal entrada Pamplonita de la unidad funcional 3, Proyecto corredor vial doble calzada Pamplona-Cúcuta.

Cordialmente



ING. BRIAN YEPEZ GERARDINO
Coordinador técnico
M.P 68202-294790 STD

