

**TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE COACALCO**

TITULO DEL PROYECTO

**TUNEL “LOS GALLOS” AUTOPISTA
ATIZAPAN - ATLACOMULCO**

**INFORME TECNICO DE RESIDENCIA
PROFESIONAL**

**PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL**

Nombre del alumno:

LUNA VARILLAS JOAQUIN

Asesor:

MTRO. JORGE NORBERTO MENDOZA MORALES

COACALCO DE BERRIOZÁBAL, MÉX. A NOVIEMBRE, 2023

AGRADECIMIENTO

Agradecimiento a mis padres por darme la oportunidad de concluir con mis estudios y el apoyo incondicional para tener mejores oportunidades en el ámbito laboral.

A mis familiares por el apoyo y animo de poder concluir con mis estudios y no dejar que me rindiera en el proceso académico.

la empresa Ossa que me abrió las puertas para poder adquirir más conocimientos en el campo laboral y por su apoyo incondicional.

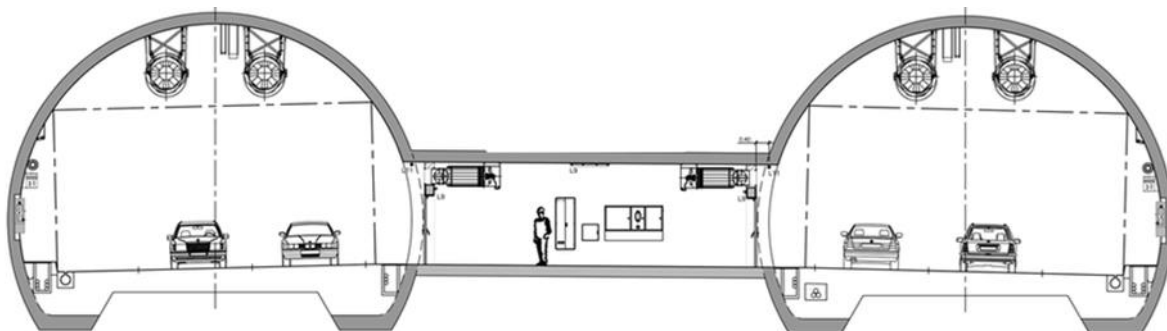
A mi esposa e hijos que siempre han estado ahí conmigo, que por ellos y su apoyo puedo culminar mis estudios a pesar de toda adversidad.

Muchas gracias a todos por el apoyo incondicional.

“hoy un lector, mañana un líder”

y

“cree en ti mismo y en lo que eres”



RESUMEN

Para la realización del proceso constructivo de un túnel se deben acatar las especificaciones ya establecidas por la contratista y efectuarlas con forme a los tiempos establecidos.

Un túnel es una obra subterránea de carácter lineal que comunica dos puntos para el transporte de personas o materiales, generalmente sirve para dar paso al tráfico, para vehículos de motor.

También hay túneles diseñados para servicios de comunicaciones.

Es esencial que cualquier proyecto de túnel comience con una investigación sobre las condiciones del terreno. Los resultados de la investigación nos permitirán saber cuál es la maquinaria y los métodos de excavación y sostenimiento a realizar, y podrán reducir los riesgos de encontrar condiciones desconocidas.

En los primeros estudios, las alineaciones horizontales y verticales serán optimizadas para aprovechar las mejores condiciones de agua y suelo.

Usando mediciones para obtener un control de asentamientos del túnel como también la medición de dianas, hitos y convergencias para este proyecto.

INDICE

Agradecimiento -----	pág. -1
Resumen -----	pág. - 2
Capítulo 1.	
Introducción -----	pág. - 4
Descripción de la empresa u organismo -----	pág. - 6
Justificación -----	pág. -7
problemática -----	pág.- 8
antecedentes -----	pág.- 9
Objetivo general y especifico -----	pág.- 10
Alcance y limitaciones -----	pág. -11
Capítulo 2.	
Marco teórico -----	pág.- 12
Capítulo 3.	
Procedimiento y descripción de la actividad realizada -----	pág.-34
Resultados -----	pág.-59
Conclusión -----	pág.-60
Competencia desarrollada -----	pág.-61
Glosario de términos utilizados en túneles -----	pág.-62
Referencia de investigación -----	pág.-63
Anexo -----	pág. -65
a) Plano de ubicación de dianas e hitos -----	pág. -65
b) Faces del túnel para la destroza -----	pág. -66
c) Formato de avance -----	pág. -67
d) Formato de colocación de cerchas -----	pág. -68
e) Formato de plantilla -----	pág. -71
f) Formato de losa -----	pág. -72
g) Formato de murete y zapata -----	pág. -73
h) Formato de colocación de cimbra -----	pág. -74
i) Carta de autorización -----	pág. -75

Capítulo I

Generalidades del proyecto

Introducción

En el presente proyecto se verá el proceso constructivo de un túnel en el cual está más enfocado en el área de topografía el cual es el monitoreo del túnel para llevar un control de asentamiento o movimiento de este.

En el proceso constructivo se deriva de varias etapas las cuales unas por mencionar serian:

- Documentos de referencia y normativas.
- Geología y geotecnia.
- Taludes.
- Medición con cinta (convergencias).
- Medición de dianas.
- Medición de hitos.
- Verificación de los taludes.

Las medidas de convergencia únicamente miden la variación de la longitud que hay entre dos puntos. En consecuencia, los desplazamientos que se pueden determinar entre estos dos puntos son desplazamientos relativos.

Medición de dianas es una forma de medición la cual va colocada en una base rígida y estable dentro del túnel a una cierta distancia para llevar un control, el cual nos sirve para monitorear los movimientos o asentamientos del túnel.

Medición de hitos es otra forma de monitoreo el cual estas son colocadas en las afueras del túnel y al igual que las anteriores son para tener un control de movimientos o desplazamientos del túnel.

Con las referencias y las normativas tanto de la SCT y CFE se puede llevar un proceso efectivo y una minoría de errores en el proceso constructivo del túnel.

Figura 1.1

Ubicación.



Nota: en esta imagen podemos apreciar el lugar donde se encuentra el proyecto. Google. (s.f.). [mapa de Google maps]. 2022, de <https://www.google.com.mx/maps/@19.4843886,-99.2896576,15z?entry=ttu>.

DESCRIPCION DE LA EMPRESA U ORGANISMO

Obras Subterráneas México, S. de R.L. de C.V. (OSSA México).

Es una empresa que opera principalmente en el sector Infraestructura.

Esta empresa cuenta con operaciones en México. Algunos temas relacionados a sus desarrollos son:

- Proyecto subterráneo de Minería.
- Obra civil (Túneles, carretera, ferrocarril, metro).
- Proyecto hidráulico subterráneo.
- Centrales hidroeléctricas subterráneo.

Empresa en la cual se me ha brindado la oportunidad de aprendizaje gracias a el Ing. Ignacio Castro Rubio (jefe de obra), y a el Ing. Gustavo Antonio Morales Baltazar (jefe de oficina técnica y topografía). Por permitirme colaborar y aprender, en el proceso del trámite de prácticas profesionales, teniendo un puesto de cadenero y apoyando a las mediciones de dianas, hitos, convergencias y llenado de formatos (ppi).

JUSTIFICACION

Una parte de la construcción es la importancia de conocer los procesos constructivos de una obra, el cual nos ayudara a recolectar información como la ejecución, los detalles constructivos y los tiempos de ejecución.

Con las normativas y la información recolectada se puede llevar una correcta ejecución de las etapas.

Dado el desarrollo económico del país, la construcción de obras de este tipo serán cada vez más comunes y el futuro ingeniero requiere conocer cómo se llevan a cabo este tipo de proyectos; por otra parte como futuros emprendedores en este ramo se podrán tener los conocimientos que servirán para fundar compañías constructoras que sean muy capaces en el diseño, construcción e incluso operación de este tipo de obras, abriéndose paso entre todo el universo de compañías y poder ser competitivos a nivel mundial como lo es el caso de la compañía OSSA cuya nacionalidad es española.

Con la propuesta del túnel los “gallos” en la autopista Atizapán – Atlacomulco fue con el fin de reducir tiempos de recorrido tanto para transporte como para también vehículos, el tiempo estimado de recorrido es de 3 horas y con este proyecto se estima reducir el tiempo de traslado a la mitad.

PROBLEMATICA

El principal problema en la construcción de un túnel son los asentamientos provocados por el proceso constructivo del túnel el cual es provocado por las maniobras y el manejo de la maquinaria pesada.

Tener el control en lo que se refiere a monitoreo de los movimientos del terreno para evitar un asentamiento pronunciado imprevisto que afecte en las viviendas cercanas o en vialidades, incluso que incurra en el colapso total o parcial de la estructura.

Es importante mencionar que mediante los trabajos efectuados las personas cercanas al proyecto fueron reasignados a una vivienda temporal en lo que se efectúa el proyecto, al termino del mismo las personas regresaran a su vivienda y lugar de origen.

ANTECEDENTES

Este proyecto se propuso para reducir tiempos de traslado de Atizapán – Atlacomulco con el fin de hacer más eficaz el traslado de usuarios como al igual de transporte de mercancía y tener unos tiempos menores a los establecido, como por ejemplo de Atizapán - Atlacomulco por la vía actual el recorrido es de 5 horas aproximadamente y con este proyecto se pretende reducirlo a la mitad que sería de 2 horas y media (2 1/2).

Este proyecto esta estimado su entronque en la autopista Chamapa – lechería y la salida seria en la carretera libre Atlacomulco, pasando por Atizapán, villa Nicolás romero, villa del carbón y final mente Atlacomulco.

Con la investigación de los tipos de materiales de la zona y las normas establecidas de la SCT, fue factible realizar el túnel ya que nos ayudaba a visualizar el proceso adecuado del túnel.

Este proyecto fue propuesto en el 2017 y realizada hasta el 2022 esto por motivos de la contratista por espera de autorización y permisos tanto de municipio como federal, las cuales fueron:

- Derecho de vía.
- Desarrollo en medio ambiente.
- Permisos de sedena.
- Información de proyecto.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar el procedimiento constructivo del túnel “los gallos” autopista Atizapán – Atlacomulco, con la finalidad de aportar esta experiencia y enriquecer el trabajo de los futuros ingenieros en este tipo de proyectos.

OBJETIVO ESPECIFICO:

- Aplicar los procedimientos de la construcción de un túnel apegado a las normativas de la SCT para efectuar correctamente los trabajos.
- Aplicar correctamente el trabajo de la topografía para la realización de un túnel el cual se maneja en este tipo de obra.
- La aplicación de los tipos de monitoreo los cuales son medidas con cinta, nivel y estación total para el control de cualquier asentamiento o desfase.
- La colocación de membranas y geomembranas los cuales funcionan como parte de impermeabilizantes.
- El cumplimiento de los tiempos establecidos en el contrato del proyecto, el cual se redujo por el avance de la modificación de las diferentes fases de los trabajos.

ALCANCES Y LIMITACIONES

ALCANCE

En este proyecto abarca la supervisión del proceso constructivo que es brindada por parte de la empresa OSSA (Obras subterráneas México), como las fases de los trabajos efectuados tales como: geología, geotecnia, topografía, excavación, estructura de acero, tecnología del concreto, membrana, geomembrana y acabado.

LIMITACIONES

Se elaboro en el área técnica de topografía, el cual solo se tomaban lecturas de movimiento (asentamientos) del túnel, tales lecturas fueron:

- Convergencias (medición con cinta).
- Dianas (medición con estación total).
- Hitos (medición con nivel).

MARCO TEORICO

En este proyecto hablaremos de los procesos constructivos. Pero **¿Qué es un proceso constructivo?**

Ferrovial nos dice: Que los procesos constructivos son el conjunto de pasos, fases o etapas necesarias para regir una edificación o una infraestructura en un determinado tiempo. Si bien cada obra civil tiene sus propias características y requerimientos, todo proceso constructivo plantea unos pasos comunes que deben tomarse en cuenta y ejecutarse a la hora de materializar la obra.

Ferrovial (copyright 2023)

<https://www.ferrovial.com/es/stem/procesos-constructivos/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20son%20los%20procesos%20constructivos,infraestructura%20en%20un%20determinado%20tiempo>

¿Cuáles son las fases de los procesos constructivos?

En el comienzo de un proceso constructivo que este marcado por un proyecto que avanza según bases generales de: iniciación, planificación ejecución, seguimiento y finalización. Antes de estas etapas, hay una fase previa que es de la redacción del proyecto por parte de los ingenieros y arquitectos que intervendrán en la obra y en el que se plantean los planos y las memorias.

En líneas generales, antes durante y después de ejecutar la obra, las fases se dividen en:

1.- Pre-construcción: es la fase de concepción y planificación del proyecto, en la que se plantean las ideas antes de llevar a cabo el diseño de la obra. Además, se toma en cuenta lo siguiente:

- Ubicación de la obra de construcción.
- Especificación de reglamentos.
- Búsqueda de autorizaciones, licencias y permisos.
- Evaluación de los costes del proyecto.

2.- planificación: es la etapa donde se confirman los términos en los que el proyecto se ejecutara, teniendo en cuenta elementos como la planificación y los sistemas de seguridad.

3.- abastecimiento de recursos: es la etapa donde se gestionan los materiales y equipamiento que se utilizaran a lo largo de la construcción. Implica la búsqueda y control de calidad de proveedores, evaluación de ofertas, gestión de contratos y facturación entre otros.

4.- construcción: es la fase en las que se llevan acabo los trabajos de la obra, con la planificación, permisos y recursos definidos y aprobados.

5.- finalización y mantenimiento: fase en la que se concluye la obra y en la que, además, se establece un periodo de mantenimiento.

Ferrovial (copyright 2023)

[https://www.ferrovial.com/es/stem/procesos-](https://www.ferrovial.com/es/stem/procesos-constructivos/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20son%20los%20procesos%20constructivos,infraestructura%20en%20un%20determinado%20tiempo)

[constructivos/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20son%20los%20procesos%20constructivos,infraestructura%20en%20un%20determinado%20tiempo](https://www.ferrovial.com/es/stem/procesos-constructivos/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20son%20los%20procesos%20constructivos,infraestructura%20en%20un%20determinado%20tiempo)

LA IMPORTANCIA DE LOS TÚNELES

Los túneles son un medio de comunicación artificial entre dos puntos separados por un suelo o roca. Su objetivo es el de permitir el paso de personas, ferrocarriles, vehículos, conducciones eléctricas, de agua u otros. Debido a su utilización diversa elevan su importancia a medida que la sociedad avanza y son inevitables en grandes núcleos urbanos muy masificados por edificios para establecer líneas de metro; en la comunicación de poblaciones separadas por una orografía pronunciada o incluso por mar.

Enrique mou (la importancia de túneles como medida de transporte).

<https://www.scribd.com/document/260043506/Importancia-de-Los-Tuneles>.

Las razones habituales para desarrollar un túnel son:

- a) Terreno: la topografía puede limitar la implantación de una autopista cuyas especificaciones obligan a tener unas pendientes límite.
- b) Economía: en muchas ocasiones resulta más rentable atravesar un obstáculo mediante un túnel que rodearlo; por lo cual, es lógico pensar que el tiempo también puede disminuir considerablemente al ejecutar un túnel en vez de decantarse por rodear el obstáculo.
- c) Ordenación urbanística y de tráfico: la implantación de metros facilita la movilidad.

"El ingeniero que se enfrenta al proyecto y construcción de un túnel, debe considerar varios aspectos, todos ellos importantes, ya que cada uno por sí sólo, puede hacer fracasar el proyecto.

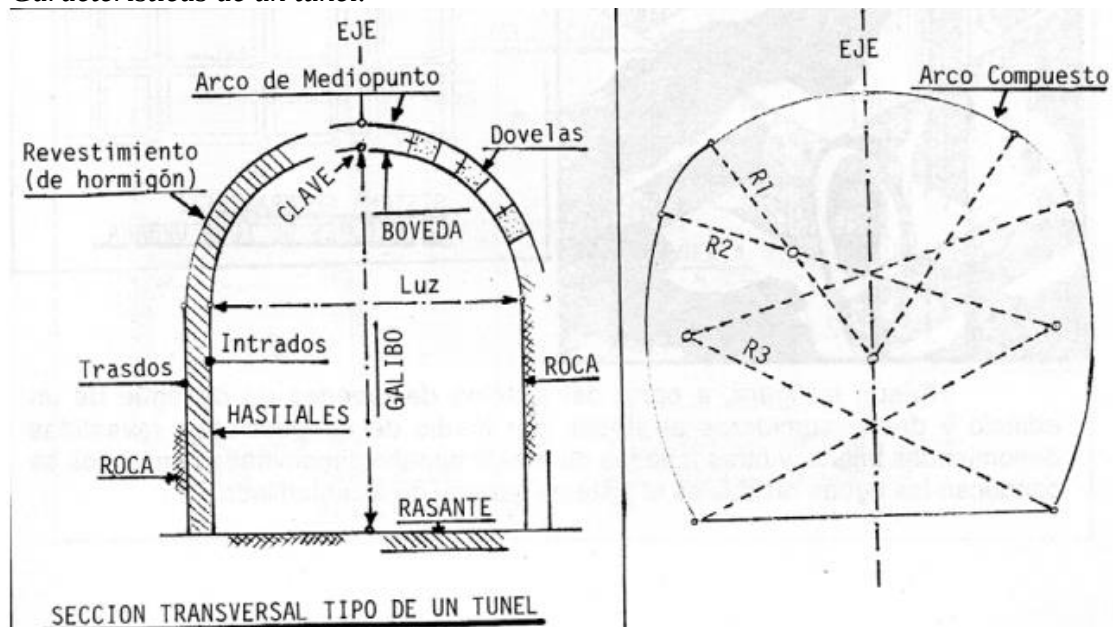
CARACTERÍSTICAS DE UN TÚNEL

El desarrollo de un túnel se realiza de igual manera que cualquier obra a cielo abierto teniendo en cuenta el tipo de sección elegida. Después de determinar los puntos entre los que se traza el túnel se deberán realizar:

- Planta: el diseño en planta del túnel se desarrollará en función de los puntos de entrada y salida, así como del estudio geotécnico que determinará la estabilidad del terreno. En el caso de autopistas o ferrocarriles se tendrá en cuenta también la curvatura máxima permitida.
- Sección: está directamente relacionado con el estudio geo mecánico del terreno para construirlo y de las características de la obra.

Figura 2.1

Características de un túnel.



Nota: en esta imagen podemos visualizar como está conformado un túnel y como se denomina cada parte. Seguridad minera. (2017).

<https://www.revistaseguridadminera.com/operaciones-mineras/topografia-de-los-tuneles/>.

En este proyecto se implementó el método austriaco con unas pequeñas modificaciones el cual permitió reducir tiempos de ejecución, en lo que refiere al proceso del método austriaco nos dice que:

El nuevo método austriaco de construcción de túneles (NATM) por sus siglas en inglés, también conocido como método de excavación secuencial (SEM) por sus siglas en ingles o de avance y destroza, es un método de diseño y construcción de túneles modernos. Los cuales los pasos son los siguientes:

El “nuevo método austriaco de construcción de túneles” (2006)

https://es.wikipedia.org/wiki/Nuevo_m%C3%A9todo_austriaco_de_construcci%C3%B3n_de_t%C3%Baneles#:~:text=El%20nuevo%20m%C3%A9todo%20austr%C3%ADaco%20de,y%20construcci%C3%B3n%20de%20t%C3%Baneles%20modernos.

Trazo en planta y perfil

Los túneles de carretera se diseñan para favorecer el paso continuo y seguro de vehículos motorizados, a través de los obstáculos topográficos que impone la naturaleza al trazado del camino, siendo los más comunes, las montañas.

Lo anterior implica que, en la mayoría de los casos, los túneles de carretera atraviesan macizos rocosos.

Su diseño además de seguro, cómodo y funcional debe ser estético. Este tipo de obras requiere de características geométricas particulares que obedecen a las necesidades del tráfico vehicular.

Una vez definido los límites de derecho de vía existentes en las zonas en la cual se ubica el túnel los “gallos”, así como la necesidad de reponer un camino existente que es cortado por

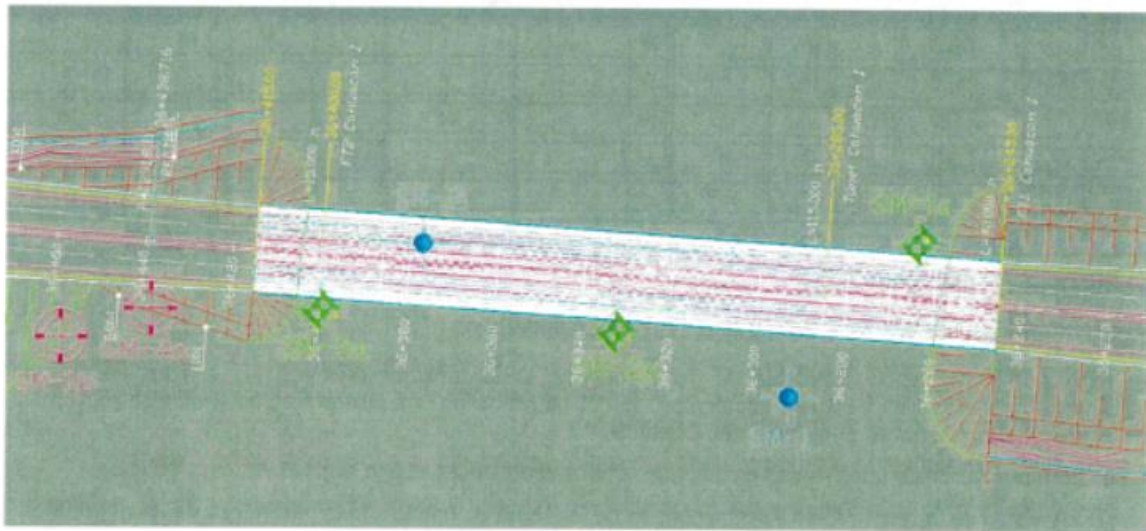
el tazo de la autopista Atizapán – Atlacomulco, se hace necesario rediseñar los taludes que componen ambos portales.

Geología y geotecnia

Con objeto de investigación de los terrenos que deberán ser excavados para la construcción del túnel “gallos” se realizaron por parte de FICSA, a petición de CPVM. Dos campanas de investigación con un total de 5 sondeos; 2 en la primera campana y 3 en la segunda campana, en la segunda campana se consideran dos sondeos adicionales, que reconocerían la zona próxima a la boquilla oeste del túnel.

Figura 2.2

Localización en planta de los sondeos realizados.



Nota: Localización de los sondeos disponibles en el proyecto del túnel. Ossa México. [2018]. Sondeos.

En la sig. Tabla se detallan las características de los sondeos realizados, así como la tipología de ensayos llevados a cabo, tanto in situ como posterior mente en el laboratorio:

Figura 2.3

Tabla de sondeos

Sondeos realizados para la primera campaña de investigación											
Sondeo	Prof. (m)	Cadenamiento	Localización			Ensayos in situ		Ensayos de laboratorio			
			X	Y	Elevación (msnm)	SPT	Presiómetros	Granulometrias	Limites	Humedad	Triaxiales UU
SM-1	40,6	N/A	N/A	N/A	N/A	18	3	12	7	30	1
SM-2	40	N/A	N/A	N/A	N/A	23	5	13	8	31	3

Tabla 1 Sondeos correspondientes a la primera campaña de investigación. Información recibida por SENER

Sondeos realizados para la segunda campaña de investigación												
Sondeo	Prof. (m)	Cadenamiento	Localización			Ensayos in situ		Ensayos de laboratorio				
			X	Y	Elevación (msnm)	SPT	Presiómetros	Granulometrias	Limites	Humedad	Triaxiales UU	Cortes Directos CD
SM-1a	34,5	36+265	N/A	N/A	N/A	33	3	13	6	40	-	-
SM-2a	45,3	36+330	N/A	N/A	N/A	44	4	12	11	52	-	5
SM-3	34	36+400	N/A	N/A	N/A	23	2	14	9	42	-	2
SM-4	15,6	36+435	N/A	N/A	N/A	26	-	6	4	16	-	-
SM-1b	25,8	36+450	N/A	N/A	N/A	38	-	11	7	7	2	-

Nota: tabla de sondeos investigados para la realización del proyecto del túnel. Ossa México. [2018]. Sondeos.

Tipos de monitoreo

El monitoreo de los túneles suele implicar el uso de varios tipos de sensores, como extensómetros, piezómetros e inclinómetros, que son instalados en el túnel y en las zonas circundantes, para la recopilación de datos sobre factores como el movimiento del terreno, y los niveles de agua subterráneas y las sollicitaciones de la roca y del suelo.

Los datos recolectados por estos sensores se analizan para proporcionar información sobre las condiciones geotécnicas que rodean el túnel y para fundamentar el proceso decisivo relativo al mantenimiento y la operación del túnel.

El monitoreo de túneles suele implicar la medición de diversos parámetros para evaluar su estabilidad y seguridad. Algunas de las variables que pueden ser monitoreadas son:

- Deformación del terreno y/o de la roca: el monitoreo de la deformación del terreno y de la roca puede ayudar a identificar cualquier inestabilidad o movimiento potencial alrededor del túnel. Lo anterior implica medir los cambios de inclinación,

deformación y hundimiento mediante inclinómetros, extensómetros y otros sensores.

- Presión y flujo de las aguas subterráneas: el control de la presión y el flujo de las aguas subterráneas puede ayudar a identificar posibles riesgos, como filtraciones o inundaciones. Esto implica medir la presión alrededor de la excavación del túnel, medir los niveles de agua y los caudales con piezómetros y caudalímetros.
- Deformación estructural: el monitoreo de la deformación del propio túnel puede ayudar a detectar posibles problemas estructurales, como grietas o movimientos. Esto implica poder medir el desplazamiento y la deformación con sensores como extensómetros e inclinómetros.

Durante la excavación de un túnel, también es importante monitorear los edificios y el suelo subyacente para garantizar su estabilidad y seguridad. Algunas de las mediciones que pueden realizarse son:

- Asentamientos: los desplazamientos verticales se producen cuando el suelo por encima del túnel se hunde debido al proceso de excavación. La medición de los asentamientos mediante instrumentos como galgas extensométricas o levantamientos topográficos puede ayudar a identificar posibles problemas y determinar si es necesario adoptar medidas correctoras.
- Niveles de aguas subterráneas: la excavación de un túnel puede provocar cambios en los niveles de aguas subterráneas, lo que puede afectar a la estabilidad del terreno alrededor del túnel. El monitoreo de los niveles de las aguas subterráneas mediante piezómetros puede ayudar a detectar posibles problemas y determinar si es necesario adoptar medidas correctoras.
- Monitoreo de grietas: la excavación de un túnel puede provocar la formación de grietas en edificios y estructuras cercanas. El monitoreo de estas grietas mediante medidores de grietas u otros sensores pueden ayudar a identificar cualquier problema potencial y determinar si se requieren medidas de corrección.
- Monitoreo de la inclinación: la excavación de un túnel puede provocar la inclinación del terreno, lo que puede provocar la inclinación del terreno, lo que puede afectar a los edificios y estructuras cercanas. El monitoreo de la inclinación

mediante clinómetros, inclinómetros o extenso-inclinómetros puede ayudar a detectar posibles problemas y determinar si es necesario adoptar medidas de corrección.

Topografía

La topografía es el elemento mas importante para el tazo de un túnel carretero. Es fundamental que la configuración topográfica no tenga errores significativos. Una mala definición del terreno se reflejará en los costos, (mal calculo del movimiento de tierras), o en que durante la obra se requieran cambios en la posición de los portales o en la geometría de los cortes o lo mas grave, en un cambio en la longitud del túnel. Además, estos errores pueden llegar a afectar tiempos de ejecución, la construcción de estructuras anexas como puentes, viaductos y terraplenes, así como dañar, casas, edificios, caminos o instalaciones.

Al inicio de los trabajos debe realizarse la recopilación de información que proporcione la secretaria de comunicaciones y transportes para iniciar con los trabajos de campo del proyecto. La información consistirá principalmente en la obtención de las plantas de kilómetro que contienen el alineamiento horizontal y vertical del camino y del túnel, así como la materialización correspondiente, asimismo se deberá recopilar la información del tipo de carretera, velocidad de proyecto, el tránsito diario promedio anual (TDPA) y composición vehicular que transitará por la carretera.

Figura 2.4

Corte en perfil longitudinal.

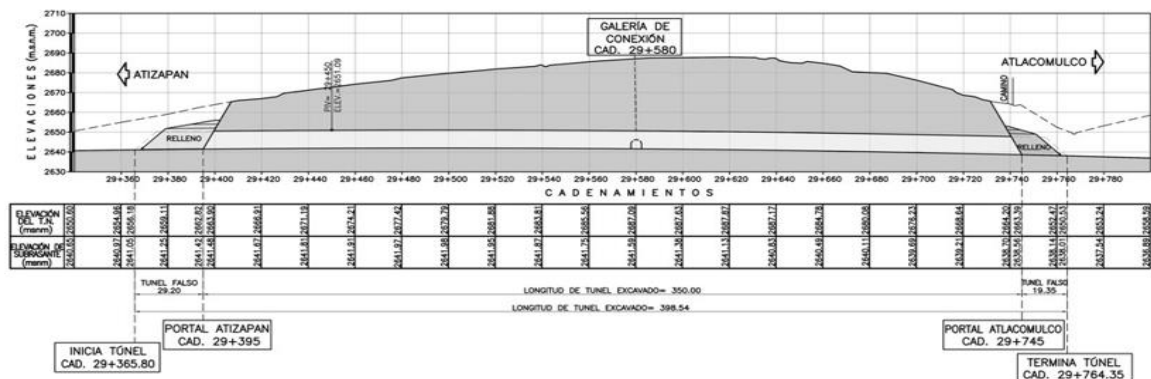


Figura 2.7. Perfil longitudinal.

Nota: en esta imagen podemos visualizar el corte longitudinal de como estaría trasado el túnel. (2023). <https://www.slideshare.net/RafaelOrtiz31/tneles-259238986>.

Figura 2.5

Corte horizontal.

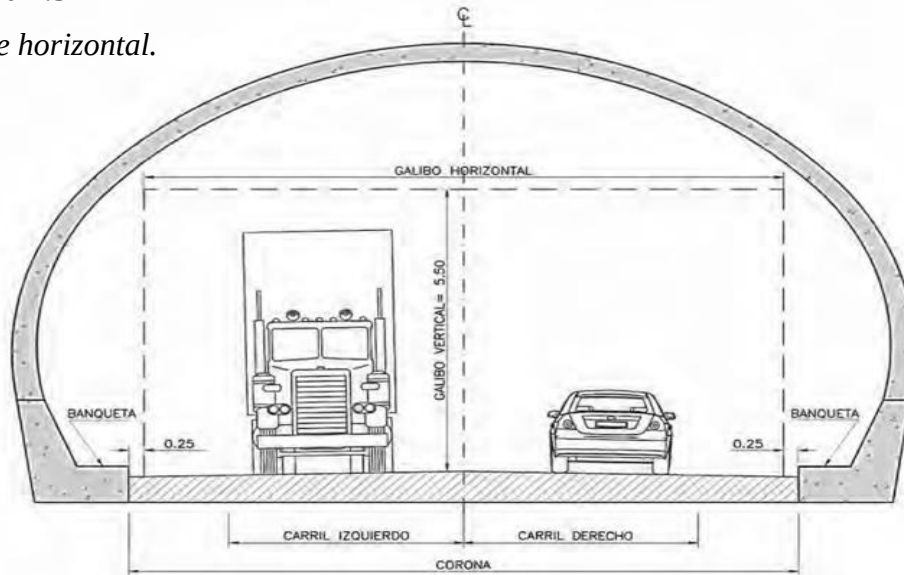


Figura 2.8. Gálidos vertical y horizontal.

Nota: podemos visualizar el corte en vertical y podemos apreciar las partes del túnel, como la definición geométrica. (2021) geo control.

https://obraspublicas.navarra.es/c/document_library/get_file?uuid=d961fc98-ed7f-2c1a-2f1d-dd9e4dce4abd&groupId=8789247.

Excavación

La elección del método de excavación de un túnel depende de varios factores dentro de los que destacan el tipo de terreno a excavar y su longitud. Hasta ahora la construcción de túneles carreteros en México se ha realizado con los métodos de excavación convencional con perforación y voladura utilizando explosivos y la excavación mecánica mediante máquinas de ataque puntual como rozadoras, martillos hidráulicos, etc. Otro método de excavación de túneles corresponde con la utilización de máquinas tuneladoras TBM (Tunnel Boring Machine), a la fecha en México no se ha construido ningún túnel carretero con este método.

Es importante mencionar que cada método de excavación tiene ventajas y desventajas por lo que se deberá hacer un análisis y una evaluación de cada proyecto en particular, para determinar el más conveniente.

La consideración para elegir el método de excavación a emplear durante la construcción de un túnel se debe tomar en cuenta varios factores; algunos de índole técnico, económico y de tiempo de ejecución.

En México hasta ahora, los túneles de carretera por su longitud y sección, generalmente se ha excavado con método convencional en conjunto con el método austriaco, que es en faces, empleando perforación y excavadoras hidráulicas para rocas blandas.

Un aspecto importante que debe tomarse en cuenta al momento de seleccionar el método de excavación de un túnel, sin duda es el costo, las maquinas tuneladoras tienen un costo inicial elevado, esta inversión resultara rentable para una determinada longitud del túnel excavado, lo que exige un proyecto con importantes longitudes que permitan la amortización de la tuneladora.

En México las dimensiones de los túneles carreteros actual mente construidos o en proyecto son para 2,3 o 4 carriles y sus áreas de excavación varían de 80 a 230 metros cuadrados aproximadamente. Dependiendo las dimensiones de la excavación, de calidad del material, de las condiciones geohidrológicas y de la cobertura del túnel en ocasiones el proyecto debe contemplar efectuar la excavación en faces, sobre todo cuando la calidad del material es muy mala y el túnel es de cuatro carriles. La excavación por faces se emplea tanto en el método de perforación y voladura como en la excavación mecánica de ataque puntual (martillos, rozadoras, palas, etc.). el método mecanizado no requiere de faces ya que la tuneladora ataca toda la sección del túnel.

Los criterios técnicos de la excavación de un túnel por faces se resumen en los siguientes puntos:

- Una excavación de dimensiones pequeñas presenta menos problemas en cuanto a estabilidad del terreno que otro de mayor tamaño. Por lo tanto, si se excava una primera fase de dimensiones reducidas pero suficientes para que entren los equipos, los problemas que puede dar el material serán menores y más fáciles de solucionar. Además de excavar las faces restantes, se habrá mapeado las zonas de mala calidad del macizo rocoso o del suelo, por lo que se podrán implementar el tipo de sostenimiento adecuado para cada caso.
- El alcance y dimensiones de la maquinaria y equipo (excavadoras, jumbos, rozadoras, manipuladores, etc.). esta limitado a unos 6-8 metros de altura, aunque existen modelos especiales que alcanzan mayores dimensiones. El excavar secciones de más altura dificultaría enormemente las labores de excavación y sobre todo al implementar el sostenimiento: concreto lanzado, marcos metálicos, anclas, etc. Por lo anterior se recomienda diseñar la excavación de la media sección superior no mayor de 6.5 metros de altura.
- Mediante la excavación por faces pueden conseguirse mayores rendimientos, ya que distintos equipos pueden trabajar simultáneamente en faces distintas a una cierta distancia, logrando avances superiores a los que se conseguirían a media sección superior o a sección completa. Aunque en ocasiones se prefiere acortar los avances y excavar a media sección superior completa, que dividirla en faces con avances largos. Al final el diseño de la excavación estará regido por las dimensiones del túnel, la calidad del material y el tipo de sostenimientos.

El esquema habitual de un túnel carretero de dimensiones para alojar dos o tres carriles corresponde a una sección de excavación dividida en una primera fase denominada media sección superior y una segunda llamada banqueo, ambas, pueden excavar en una o varias fases.

Figura 2.6

Tipo de excavación.

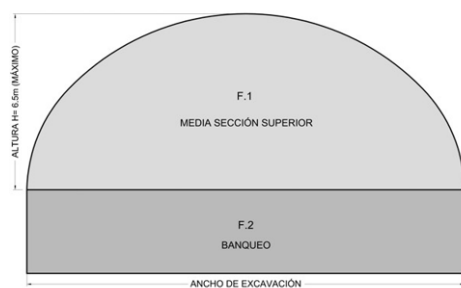


Figura 7.1. Excavación en dos fases (Media Sección Superior y Banqueo).

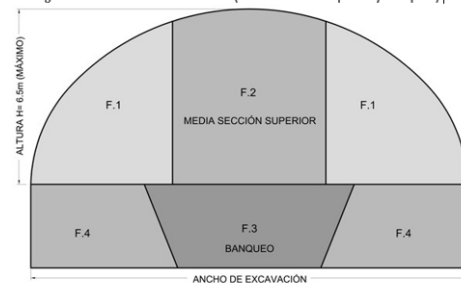


Figura 7.2. Excavación en etapas.

Nota: esta figura muestra los tipos de excavación, esto depende también del tipo de terreno y materia para poder aplicar el proceso adecuado. (2021). Métodos de excavación normas SCT. Capítulo 7.

En ocasiones se presentan situaciones en las que se tienen materiales de mala calidad, muy deformables o materiales expansivos que requieran la excavación y construcción de una tercera fase denominada contraboveda.

Figura 2.7

Excavación con contraboveda.

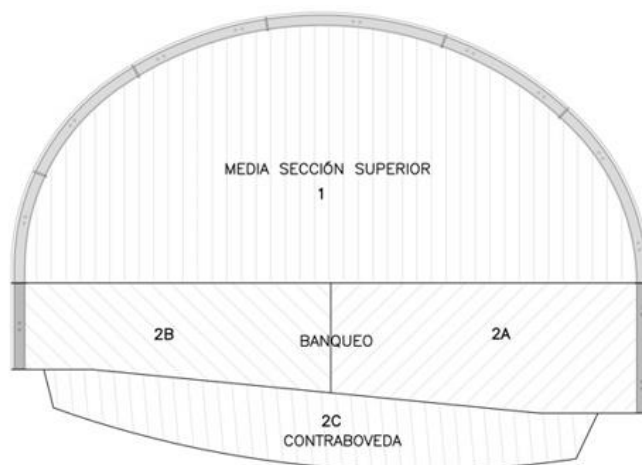


Figura 7.3. Sección de excavación con contrabóveda.

Nota: en esta figura se muestra que haciendo la excavación tenemos que realizar la conta bóveda para que el terreno no tenga asentamientos y nos perjudique en las labores de excavación. (2021). Métodos de excavación normas SCT. Capítulo 7.

Sistema de sostenimiento

Se entiende como sostenimiento al 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. Junto con la excavación, a la que va estrechamente ligado, el sostenimiento forma la “espina dorsal” de una obra subterránea, y de ambos dependen de manera sobresaliente la seguridad y la economía.

Es importante señalar que el sostenimiento puede estar íntimamente relacionado con el acabado final, ya que, en ocasiones se le concibe como parte del revestimiento definitivo, el cual se expone de forma que se recomienda que, en el presente, se considere la posibilidad de diseñarlo como un sistema estructural permanente.

Los elementos más comunes de sostenimiento son los siguientes:

- Concreto lanzado.
- Anclas comunes de fricción.
- Barras de acero de refuerzo adheridas.
- Pernos de sujeción de grandes bloques.
- Marcos metálicos.
- Sistema de enfilaje frontal.
- Barras de fibra de vidrio.

Estos elementos, que no modifican las propiedades ni el estado de esfuerzo del terreno, solamente actúan cuando el medio que circunda la excavación tiende a deformarse o cuando bloques o masas de roca aflojadas tienden a separarse y caer. Cuando se requieran

deberán instalarse firmemente contra el terreno y por lo general, muy cerca del frente; solo así se obtendrán los efectos favorables.

Figura 2.8

Sostenimiento con concreto lanzado.

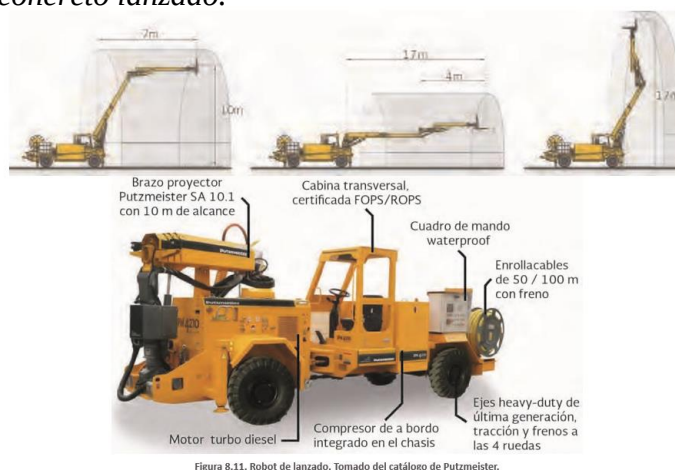
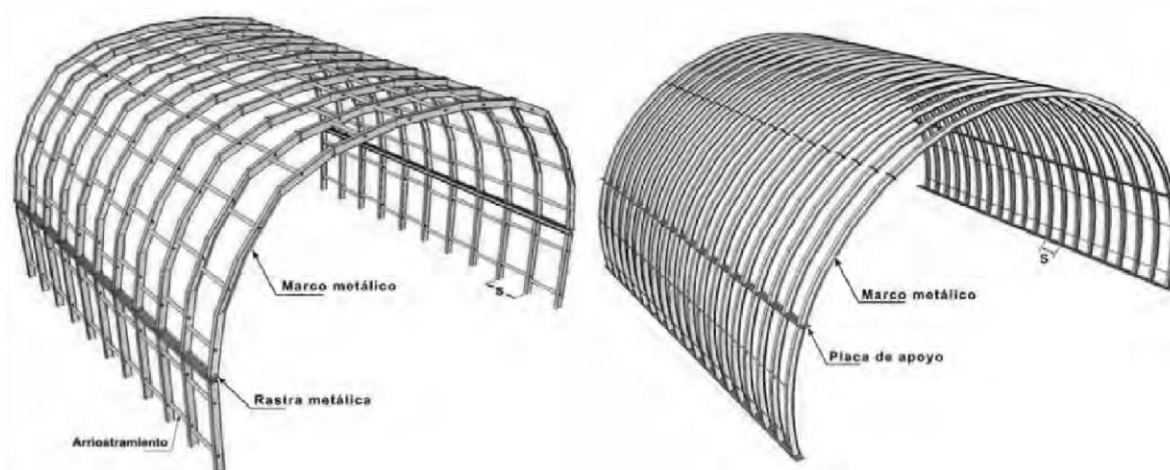


Figura 8.11. Robot de lanzamiento. Tomado del catálogo de Putzmeister.

Nota: en esta imagen nos muestra el tipo de maquinaria que se utiliza para la realización del concreto lanzado que es el revestimiento del túnel para un mejor sostenimiento del terreno. (2020). <https://bestsupportunderground.com/equipo-robotizado-shotcrete>.

Figura 2.9

Sostenimiento con cerchas.



Nota: en esta imagen podemos visualizar el marco metálico y como será colocado en el túnel, cuál va a soportar el peso del terreno trabajado. (2020). Sistemas de sostenimiento. Normas SCT. Capítulo 8.

Drenaje e impermeabilización

La presencia de agua en el macizo rocoso puede originar filtraciones no controladas hacia el interior del túnel a través del revestimiento debido a la presencia de algunas grietas y juntas de construcción. La función del sistema de impermeabilización y drenaje es lograr revestimientos prácticamente estancos y proteger el concreto contra la acción de aguas agresivas (sulfatos), procesos de lixiviación de finos, carbonatación y cristalización de sales disueltas.

Un buen proyecto de impermeabilización y drenaje tienen gran contribución a la seguridad de los usuarios, así como a la duración, vida útil y calidad de la obra. Menores costos de mantenimiento durante la vida útil del túnel son consecuencias directas de una correcta impermeabilización y un buen drenaje.

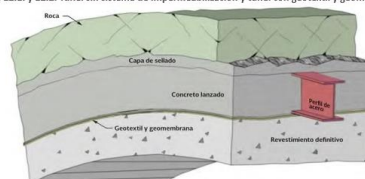
Por tal razón y para controlar las filtraciones, se ha previsto que antes de colar el revestimiento se instale un sistema de impermeabilización con láminas sintéticas prefabricadas de PVC-P (cloruro de polivinilo plastificado) o VLDPE (polietileno lineal de muy baja densidad) para garantizar la absoluta estanqueidad del túnel. El sistema se compone de una geomembrana como elemento impermeable y un geotextil como capa de protección y drenaje que recogen el agua hacia un colector principal que la transporta fuera del túnel.

Figura 2.10

Geomembrana y membrana.



Figura 12.1. y 12.2. Túnel sin sistema de impermeabilización y túnel con geotextil y geomembrana.



Figuras 12.3. Ubicación del sistema de impermeabilización en túneles (en sándwich).

Nota: es proteger y envolver la superficie de la obra a tratar, de manera durable contra el agua de filtración. (2021). Drenaje e impermeabilización. Normas SCT. Capítulo 12.

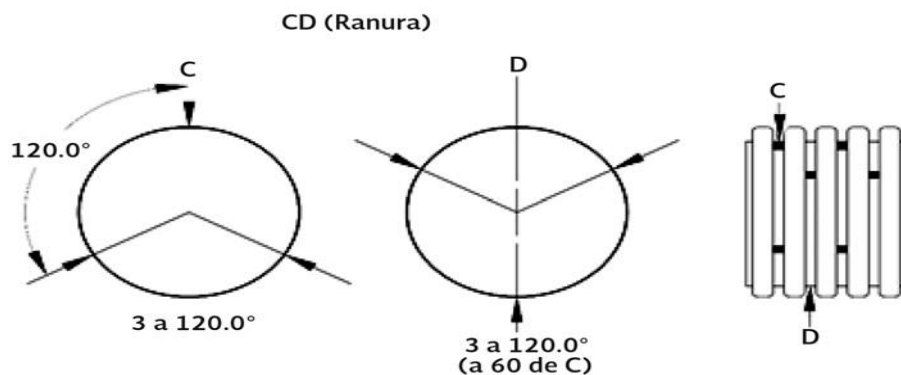
Las láminas impermeables se colocan entre el terreno y el revestimiento definitivo, recogiendo las infiltraciones hasta los tubos perforados longitudinales al túnel situado en ambos lados, al final de la lámina impermeable. Las filtraciones se conducen desde estos a un colector general o principal por medio de tubos transversales. El sistema de drenaje longitudinal conduce el agua al exterior del túnel; el agua proveniente principalmente de:

- Agua de la calzada, captada mediante bocas de tormenta colocadas en las banquetas.
- Agua procedente de los afloramientos y de las filtraciones del terreno y que es encauzada mediante el sistema de impermeabilización del túnel.
- Agua que circula por las cunetas y entra al túnel al no poder evacuarse por otros lados.

Los diámetros de los drenes laterales y el colector o los colectores principales serán determinados en la etapa de proyecto tomando en cuenta el caudal esperado. La separación mínima entre bajadas al colector principal será de 5m entre una y otra. En todos los casos los drenes, colectores, bajadas y conexiones serán de polietileno de alta densidad corrugado de pared sencilla, que cumpla con clase II debido a su gran resistencia y a que se adaptan a cualquier condición geométrica del túnel.

Figura 2.11

Drenaje.



Configuración de las perforaciones clase II

Nota: nos propone el tipo de tubería adecuada a utilizar en este tipo de proyecto. (2021).

Normas SCT. Capítulo 12.

Para determinar la ubicación, el número de drenes y las bajadas al colector principal se debe tomar en cuenta el alineamiento horizontal y vertical del túnel. El proyectista deberá hacer todas las consideraciones necesarias para garantizar el adecuado desalojo del agua hacia el exterior del túnel.

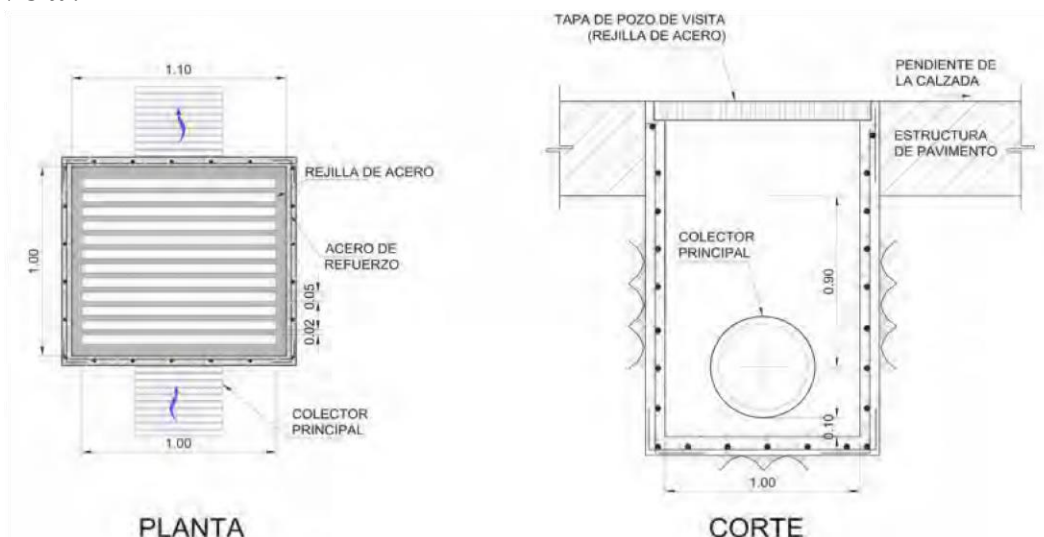
Pozos de visita

Son estructuras construidas sobre el colector principal que tiene acceso por la superficie para facilitar las labores de mantenimiento, limpieza y en algunos casos para realizar algún cambio de dirección. Se fabrican según las necesidades del proyecto considerando la profundidad, diámetro, posición de las conexiones y con las dimensiones suficientes para realizar un mantenimiento periódico.

Los pozos de visita podrán ser prefabricados de concreto o de concreto hidráulico con acero de refuerzo; la losa de la parte superior de los pozos puede ser prefabricados o construida en el lugar, su espesor y tapa deberán ser suficientes para soportar el tráfico pesado del túnel; en todos los casos deberá de adaptarse a las condiciones finales del pavimento.

Figura 2.12

Pozos de visita.



Nota: nos recomienda las medidas para la colocación de los pozos de visita en el proyecto.
(2021). Normas SCT. Capítulo 12.

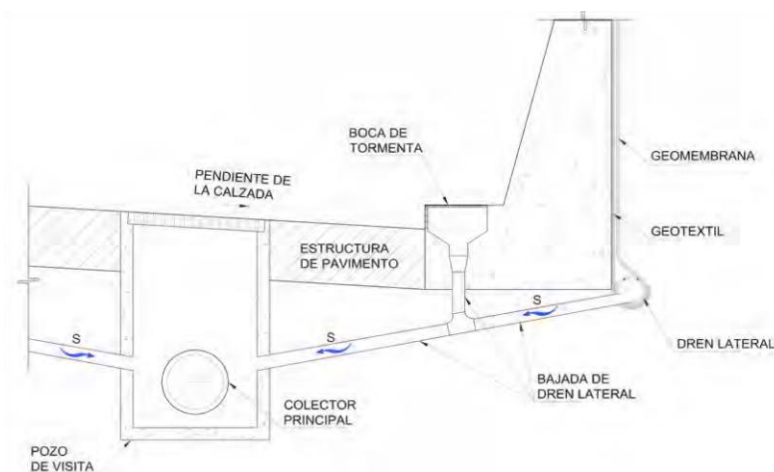
Boca de tormenta

Independientemente que el sistema de impermeabilización debe mantener el interior del túnel libre de agua; es necesario colocar bocas de tormenta en la zona de las banquetas del túnel para recoger el agua producto de la limpieza de la calzada por el derrame de residuos tóxicos, combustibles, aceites, etc. Estas estructuras de captación deberán conducir el agua hasta el colector principal más cercano y deberán estar provistas de una tapa para realizar el mantenimiento periódico.

Las bocas de tormenta deberán colocarse a cada 50 m ubicadas del lado bajo de la calzada; en una sección en tangente se podrán colocar dos bocas de tormenta.

Figura 2.13

Boca de tormenta.



Nota: nos propone las pendientes adecuadas para este tipo de trabajos de infraestructura.
(2021). Normas SCT. Capítulo 12.

Revestimiento definitivo y acabados

Para el presente tema destacan por su importancia los túneles que se construyen actualmente en obras de carreteras en México; es estos proyectos, la conceptualización del acabado final, de acuerdo con sus funciones, adquieren especial interés. Muchas veces, el objetivo para el que son propuestos provoca discrepancia y plantea la disyuntiva de emplear soluciones estructurales o puramente estéticas y funcionales.

En los casos en los que existe un revestimiento definitivo de concreto hidráulico armado, para lograr un acabado óptimo, en primer lugar, se debe tener precaución que el acero de refuerzo no dañe el sistema de impermeabilización ya que si se producen filtraciones es posible que estas entren en el túnel a través de las juntas de construcción.

Figura 2.14

Revestimiento.



Figura 11.14. Colocación de acero en clave y hastiales.

Nota: en esta imagen se puede apreciar más el armado del acero junto con la geomembrana que funciona como un impermeabilizante entre el revestimiento del terreno natural y el revestimiento del acabado final. (2021). SCT manual de diseño y construcción de túneles de carretera Dirección general de servicios técnicos Capítulo 11. Revestimiento definitivo y acabados

Así mismo, se deberá verificar que el recubrimiento de las parillas de acero no sea menor que el requerido a fin de asegurar que no quede expuesto a la intemperie, sobre todo en ambientes corrosivos.

Por otra parte, en revestimiento de concreto hidráulico es común observar la presencia de fisuras; no obstante, las fisuras también se presentan por otros factores, como la inadecuada preparación de la superficie de colocación, falta de aditivos, omisión de juntas de contracción y aislamiento, curado inadecuado o nulo, retiro prematuro de la cimbra entre otras.

Es de resaltar que todo concreto tiene tendencia a presentar fisuras y es difícil conseguir un acabado en el concreto completamente libre de estas; sin embargo, el fisuramiento puede ser reducido y controlado de manera importante, si se siguen practicas adecuadas de construcción y no necesariamente mediante la colocación de acero por temperatura.

Un elemento que puede contribuir a disminuir este efecto indeseable es la adición a la mezcla de microfibras sintéticas en dosis no menores de 1 kg/metro cubico.

Otra practica que comienza a ser cada vez más habitual en el mundo es llevar, por detrás de la cimbra un carro de curado. Después de cada descimbrado, dicho carro cubre el concreto joven y mediante aspersores y vaporizadores se realiza el proceso.

Figura 2.15

Acabado.



Figura 11.15. Presencia de fisuras, revestimiento concreto simple.

Nota: en esta imagen podemos apreciar que a pesar de un buen procedimiento puede haber inconvenientes en cuestión de grietas por eso es recomendable realizar el curado del concreto para disminuir este tipo de grietas. (2021). SCT manual de diseño y construcción de túneles de carretera Dirección general de servicios técnicos Capítulo 11. Revestimiento definitivo y acabados

En el acabado y apariencia del revestimiento debe imperar la calidad y eso involucra a los materiales y la ejecución de los trabajos; una buena calidad se reflejará en un adecuado funcionamiento y durabilidad en vida útil del túnel. En los casos de revestimiento de concreto, casi siempre, puede generarse el concepto durabilidad como una propiedad importante que permite tener la capacidad de resistir las condiciones de servicio. El ACI (2005) la define como: “la habilidad para resistir la acción del tiempo” ataques químicos, abrasión o cualquier otro proceso de deterioro. Un concreto durable mantendrá su forma, calidad y condiciones de servicio originales, cuando se exponen a su ambiente. se evalúa, en función de su capacidad para resistir las acciones de deterioro derivadas de las condiciones de exposición y servicio a que está sometida.

En el caso de revestimiento de concreto armado, entre las diversas acciones o agentes de carácter no estructural que suelen ocasionar su deterioro prematuro y afectar su apariencia y durabilidad, de manera general.

Figura 2.16

Acabado.



Nota: podemos apreciar que para una buena apariencia debemos tener un buen mantenimiento preventivo esto a pesar de tener buena apariencia es por seguridad para los usuarios que transiten por ese lugar. (2021). SCT manual de diseño y construcción de túneles de carretera Dirección general de servicios técnicos Capítulo 11. Revestimiento definitivo y acabados.

PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD REALIZADA

En la imagen siguiente podemos visualizar una tarjeta anti-reflejante conocida también como “diana” la cual en el proyecto se utilizaron para llevar un control del desplazamiento en este caso del túnel, el cual las dianas estaban colocadas en toda la parte frontal y trasera del túnel, al igual en el interior de este.

Figura 3.1

Medición con dianas.

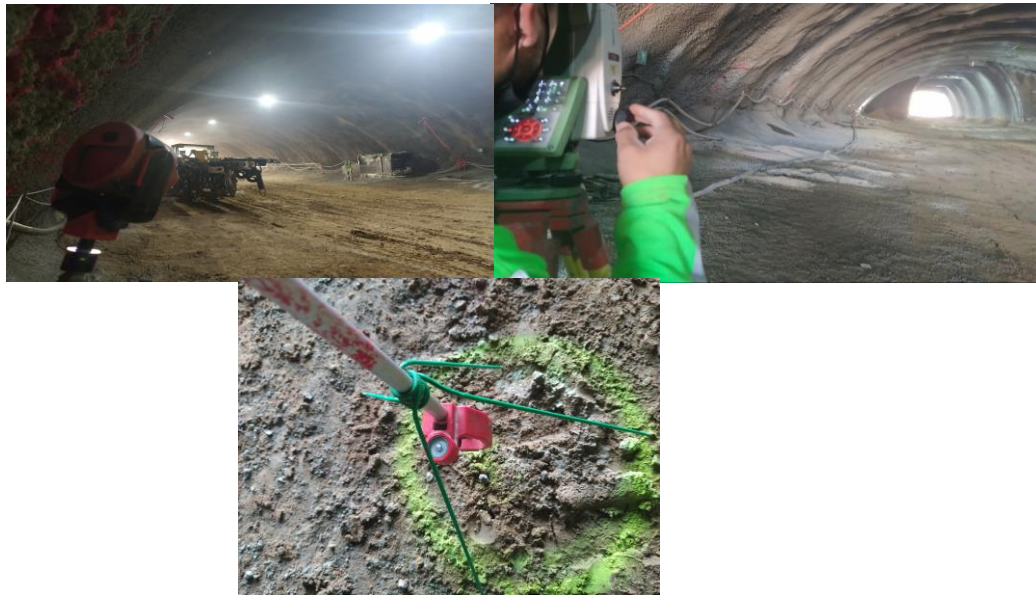


Nota: las dianas son antirreflejantes que son utilizadas para el rebote del láser de la estación y eso nos da una medida. Elaboración propia. “túnel los gallos” autopista Atizapán - Atlacomulco [fotografía], L. Varillas Joaquin, 2022.

En esta imagen podemos ver que el equipo utilizado es una estación total, implementando unos prismas ya que estos nos servían para orientarnos y poder realizar una poligonal para obtener puntos de referencia y así llevar un control de las mediciones.

Figura 3.2

Medición con prisma.



Nota: los prismas son para realizar una poligonal para poder tener medidas exactas y tener un margen de error mínimo. Elaboración propia. “túnel los gallos” autopista Atizapán - Atlacomulco [fotografía], L. Varillas Joaquin, 2022.

En el proceso de la realización del túnel podemos observar que se colocan unos aparatos llamados sensómetros que son al igual para poder obtener medidas del comportamiento del túnel.

Figura 3.3
Sensometros.



Nota: este tipo de medición se encarga de los movimientos internos del terreno trabajado para poder analizar el comportamiento del túnel y el asentamiento en su caso. Elaboración propia. “túnel los gallos” autopista Atizapán - Atlacomulco [fotografía], L. Varillas Joaquin, 2022.

Para poder llevar el control como anterior mente se mencionó la ocupación de los prismas en esta imagen se muestra una base para el prisma ya que va colocado en una estructura de concreto llamado HITS, este nos sirve como un punto fijo del cual se toma la medida para realizar una poligonal y obtener las medidas de las dianas sin mucho margen de error.

Figura 3.4
Medición con HITS.



Nota: en este tipo de medición son a base de coordenadas satelitales las cuales son coladas in situ y que no sean movibles para tener un error mínimo y ser muy preciso en el cierre de la poligonal y que no tengamos desfases. Elaboración propia. “túnel los gallos” autopista Atizapán - Atlacomulco [fotografía], L. Varillas Joaquin, 2022.

También otro método de medida es la cinta que en este caso se le denomina “convergencias” nos indica los movimientos o deslizamientos verticales, la cinta tiene una pantalla que nos indica las milésimas, con esto se lleva un control para ver si hay un desfase. Este va del centro del túnel hacia los costados.

Figura 3.5
Convergencia.



Nota: con las medidas de la convergencia que es una cinta metálica que va colocada del centro del túnel a los extremos esta medición se realiza diariamente para llevar un control anotando las medidas en una libreta de tránsito para la comparación de datos por si hay movimiento del túnel. Elaboración propia. “túnel los gallos” autopista Atizapán - Atlacomulco [fotografía], L. Varillas Joaquin, 2022.

Otro método de medición son los hitos los cuales son unas placas de concreto puestas sobre el túnel con una pieza metálica con la cual tiene unas coordenadas establecidas y las mediciones tienen que ser sobre la pieza metálica para llevar el control de los desfases del túnel.

Figura 3.6

Hitos.



Nota: los hitos son colocados en la parte superior del túnel y al igual es una forma de medición, esta medición es con un nivel y un estadal y también nos sirve para saber si hay algún asentamiento, estas mediciones son 2 veces por semana. Elaboración propia. “túnel los gallos” autopista Atizapán - Atlacomulco [fotografía], L. Varillas Joaquin, 2022.

Excavación

En el proceso constructivo del túnel, también podemos visualizar las fases de las cuales está conformado el túnel.

En las siguientes imágenes podremos ver un poco el proceso de dicho túnel.

En esta imagen podemos ver el proceso de destroza el cual es mecánica utilizando una excavadora para hacer los cortes y se utiliza un maquina llamada pailoder para la limpieza de la zona trabajada.

Figura 3.7

Destroza (excavación).



Nota: la destroza (excavación) es realizada con maquinaria pesada la cual en el proyecto nos da un rango de excavación de 2 metros por cada extremo. Elaboración propia. “túnel los gallos” autopista Atizapán - Atlacomulco [fotografía], L. Varillas Joaquin, 2022.

Al tener la zona limpia se prosigue a revestir el área trabajada para evitar desmoronamiento de la zona habilitada. Con una máquina que se le llama robot o lanzadora de concreto.

Figura 3.8

Revestimiento.



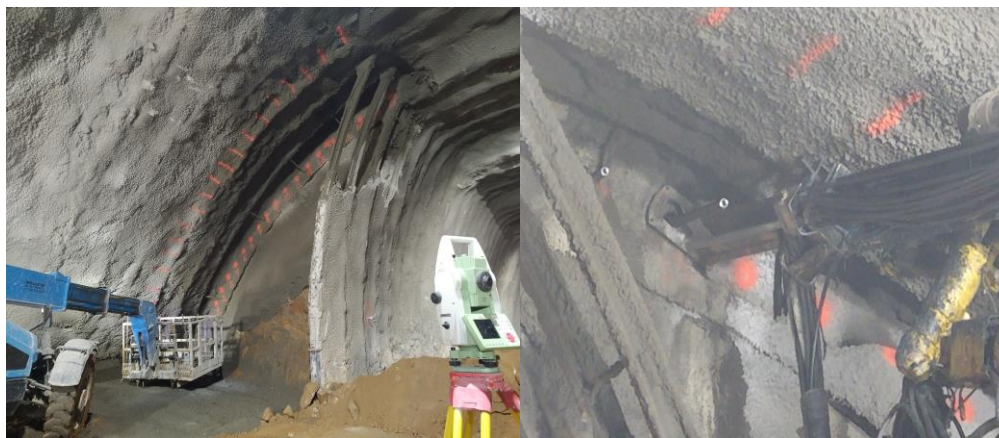
Nota: el revestimiento es realizado después de la destroza esto para evitar deslaves que afecten el área de trabajo, es un reforzamiento del área trabajada. Elaboración propia. “túnel los gallos” autopista Atizapán - Atlacomulco [fotografía], L. Varillas Joaquin, 2022.

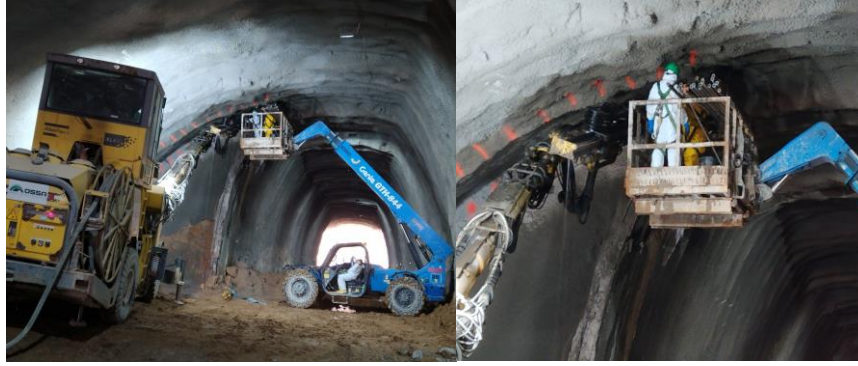
Sostenimiento

Al terminar de habilitar el área excavada se procede a marcar para colocar unos perforantes el cual es un tubo cuya función es tener más estabilidad para la siguiente destroza y estas van colocadas por una máquina que se le denomina jumbo el cual su función es barrenar o colocar el perforante después de ser colocado se realiza una inyección de cemento.

Figura 3.9

Estabilidad.





Nota: para tener una mejor estabilidad se procede a colocar unos perforantes los cuales son tubos de gran dimensión esto para tener mejor estabilidad y reforzamiento del túnel los cuales son colocados manual mente después de que la maquina perforadora realizo el barrenado. Elaboración propia. “túnel los gallos” autopista Atizapán - Atlacomulco [fotografía], L. Varillas Joaquin, 2022.

En esta imagen podemos visualizar cuando ya se le inyecta concreto al perforante para mayor seguridad y estabilidad del terreno.

Figura 3.10

Perforantes.



Nota: después de la colocación del perforante es necesario que se le inyecte concreto esto para evitar que se mueva del lugar colocado y afecte la estabilidad de la estructura. Elaboración propia. “túnel los gallos” autopista Atizapán - Atlacomulco [fotografía], L. Varillas Joaquin, 2022.

Al tener el área liberada o en su momento liberada se prosigue a la realización del batache el cual es abrir un cajón para la colocación de cemento para tener mejor estabilidad en el área trabajada y poder seguir con el siguiente tramo hay que recordad que para este proceso se realiza por faces.

Figura 3.11

Contraboveda.



Nota: la contra bóveda es una excavación que se realiza para que el terreno este estable y no tenga consecuencias de deslaves o movimientos del túnel, es un refuerzo para el área en la que se está trabajando. Elaboración propia. “túnel los gallos” autopista Atizapán - Atlacomulco [fotografía], L. Varillas Joaquin, 2022.

Después del batache se realiza la destroza y la colocación de cerchas metálicas.

Figura 3.12

Cercha metálica.





Nota: la cercha es una barra metálica que va colocada por medio de maquinaria pesada y con ayuda de la topografía tiene que colocarse en las coordenadas establecidas por el proyecto esto para el sostenimiento del terreno. Elaboración propia. “túnel los gallos” autopista Atizapán - Atlacomulco [fotografía], L. Varillas Joaquin, 2022.

Al colocar la cercha, entre cercha y cercha tiene que llevar unos separadores para que al momento del lanzado de concreto no tenda a moverse y se efectué un mal trabajo.

Figura 3.13

Separador.



Nota: los separadores utilizados la función que llevan en este proceso es que las cerchas colocadas no se junten entre si los separadores pueden tener varias medidas esto dependiendo la distancia entre cada cercha. Elaboración propia. “túnel los gallos” autopista Atizapán - Atlacomulco [fotografía], L. Varillas Joaquin, 2022.

Se empieza a elaborar limpieza de un área de trabajo donde será armado el carro, se tiene que colocar dos plantillas y se tienen que seguir hasta la entrada del túnel, se mueve mecánicamente.

El carro es una máquina que es una cimbra el cual le dará acabado al túnel.

Figura 3.14

Plantillas para cimbra metálica.



Nota: se realiza la limpieza para colocar plantillas de concreto para el armado de la cimbra y por el cual circulara la cimbra metálica movable (carro). Elaboración propia. “túnel los gallos” autopista Atizapán - Atlacomulco [fotografía], L. Varillas Joaquin, 2022.

En esta imagen se puede demostrar el montaje del carro.

Figura 3.15

Ensamblaje de la cimbra.



Nota: se puede ver como va el proceso de ensamblaje de las piezas metálicas de la cimbra (carro), el cual con ayuda de una grúa para agilizar el proceso. Elaboración propia. “túnel los gallos” autopista Atizapán - Atlacomulco [fotografía], L. Varillas Joaquin, 2022.

El carro armado en su totalidad.

Figura 3.16

Termino de ensamblaje.



Nota: la cimbra está en su totalidad y se continuaba con las plantillas de concreto con dirección a la entrada del túnel para el revestimiento de este. Elaboración propia. “túnel los gallos” autopista Atizapán - Atlacomulco [fotografía], L. Varillas Joaquin, 2022.

En la siguiente imagen se muestra la excavación que compete a la fase 5.

Figura 3.17

Fases del proceso de excavación.





Nota: en este tipo de excavación se realizó el método austriaco modificado el cual nos indica los diferentes tipos de faces y como atacar en la destroza. Elaboración propia. “túnel los gallos” autopista Atizapán - Atlacomulco [fotografía], L. Varillas Joaquin, 2022.

Se continua con la excavación de la fase 5 y al igual el retiro del material con camiones.

Figura 3.18

Proceso austriaco modificado fase 5.



Nota: en la imagen podemos ver que la destroza se realiza en la parte intermedia del túnel el cual en el método austriaco nos propone como fase 5. Elaboración propia. “túnel los gallos” autopista Atizapán - Atlacomulco [fotografía], L. Varillas Joaquin, 2022.

Se realiza la excavación de la fase 7 para la colocación de cerchas y el revestimiento del área ya excavada y puesta la cercha metálica y se realiza el revestimiento del área. (lanzado de concreto).

Figura 3.19

Proceso austriaco modificado fase 7.



Nota: se realiza la destroza de la fase 7 de lado derecho portal salida y la colocación de la cercha al igual que el lanzado de concreto en el área de trabajo. Elaboración propia. “túnel los gallos” autopista Atizapán - Atlacomulco [fotografía], L. Varillas Joaquin, 2022.

Realizan extracción de corazón para llevar el control de espesor del revestimiento del túnel.

Figura 3.20

Extracción de corazón de concreto.





Nota: podemos ver que se realiza una extracción de corazón esto es por parte de supervisión para verificar que el espesor del lanzado sea adecuado y a futuro no tenga complicaciones de espesores. Elaboración propia. “túnel los gallos” autopista Atizapán - Atlacomulco [fotografía], L. Varillas Joaquin, 2022.

En esta imagen es de la fase 6 de la excavación al igual de la puesta de cercha y de revestimiento.

Figura 3.21

Proceso austriaco modificado fase 6.



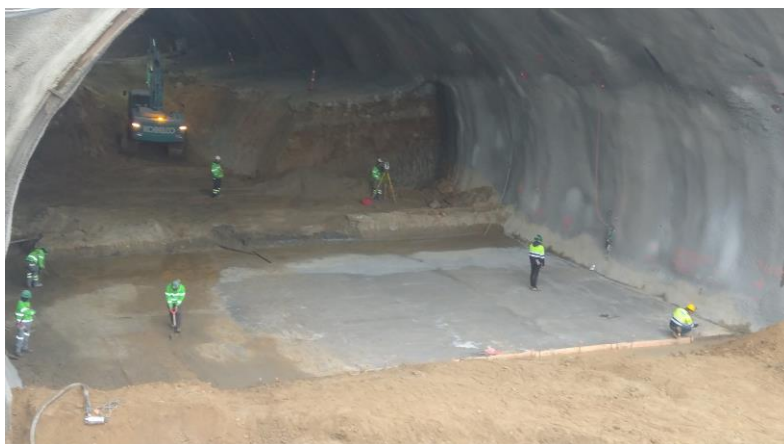
Nota: se realiza la destroza de la fase 6 portal salida lado izquierdo, se coloca cercha y revestimiento con concreto lanzado en esta parte podemos ver que la fase 5, 6, 7, tienen desfaces esto para no perjudicar el avance ya realizado y por la seguridad de la obra. Elaboración propia. “túnel los gallos” autopista Atizapán - Atlacomulco [fotografía], L. Varillas Joaquin, 2022.

Drenaje e impermeabilización

Se prosigue con la plantilla de concreto para después colocar acero y posterior mente colocar una losa de concreto.

Figura 3.22

Plantilla.

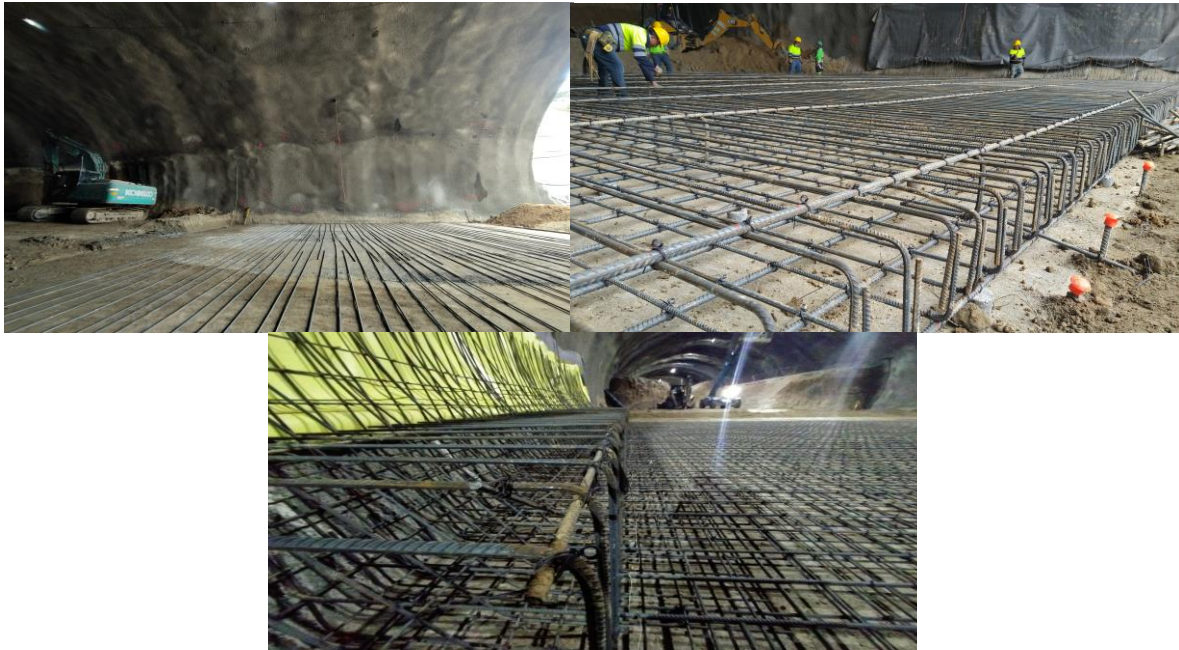


Nota: se prosigue a realizar una plantilla para que sobre la plantilla lleve un armado de varilla y posterior mente su colado de concreto. Elaboración propia. “túnel los gallos” autopista Atizapán - Atlacomulco [fotografía], L. Varillas Joaquin, 2022.

Habilitado de acero para la losa.

Figura 3.23

Acero para losa.



Nota: se realiza el armado de acero para posteriormente realizar el colado de la losa de concreto. Elaboración propia. “túnel los gallos” autopista Atizapán - Atlacomulco [fotografía], L. Varillas Joaquin, 2022.

Colocación de geomembrana y membrana

Figura 3.24

Geomembrana y membrana.



Nota: se realiza la colocación de la membrana la cual nos permite recolectar el agua filtrada por el terreno natural y posterior mente se coloca la geomembrana para que no afecte la loza final del túnel que en este caso seria el revestimiento final. Elaboración propia. “túnel los gallos” autopista Atizapán - Atlacomulco [fotografía], L. Varillas Joaquin, 2022

Drenaje.

Colocación de tubería en medio del armado para que se cuele en conjunto con el armado.

Figura 3.25

Tubería.



Nota: se realiza la colocación de la tubería la cual va a desalojar el exceso de aguas pluviales y se realizara el colado in situ junto con el murete y ha si el tubo quedara ahogado en el concreto. Elaboración propia. “túnel los gallos” autopista Atizapán - Atlacomulco [fotografía], L. Varillas Joaquin, 2022.

Colocación de cimbra para muretes.

Figura 3.26

Muretes.



Nota: se procede a colocar la cimbra de los muretes para el colado in situ, esta cimbra es movable y se le colocan unos cubos de concreto prefabricado para que este estático y no tenga desfases y afecte el colado. Elaboración propia. “túnel los gallos” autopista Atizapán - Atlacomulco [fotografía], L. Varillas Joaquin, 2022.

Colocación de pozo de visita para colado in situ.

Figura 3.27

Pozos de visita.



Nota: se realizan los pozos de visita esto para que puedan desazolve si en un futuro se encuentra obstruido la tubería de igual manera se adhiere la tubería que se encuentra en la parte de la geomembrana para el desalojo del exceso de aguas filtradas por el terreno natural. Elaboración propia. “túnel los gallos” autopista Atizapán - Atlacomulco [fotografía], L. Varillas Joaquin, 2022.

Colado del murete.

Figura 3.28

Colado de murete.



Nota: se realiza el colado in situ de los muretes podemos ver como la tubería del desalojamiento de las aguas queda ahogado en el murete ya con su pendiente adecuada de proyecto. Elaboración propia. “túnel los gallos” autopista Atizapán - Atlacomulco [fotografía], L. Varillas Joaquin, 2022.

Vista del túnel portal salida en un 80% de su avance.

Figura 3.29

Avance del túnel.



Nota: podemos ver en esta imagen que el avance ya es notable, posterior mente se colocara las membranas y geomembranas para evitar las filtraciones y afecten al acabado final. Elaboración propia. “túnel los gallos” autopista Atizapán - Atlacomulco [fotografía], L. Varillas Joaquin, 2022.

Colocación de membrana en la totalidad del túnel.

Figura 3.30

Membrana en todo el túnel.



Nota: se procede a colocar la membrana que esta por su textura absorbe el agua filtrada y la guía hacia los drenes que desalojara el agua hacia las bocas de tormenta que se encuentra dentro de los muretes. Elaboración propia. “túnel los gallos” autopista Atizapán - Atlacomulco [fotografía], L. Varillas Joaquin, 2022.

Colocación de geomembrana en la totalidad del túnel.

Figura 3.31

Geomembrana en todo el túnel.



Nota: se realiza la colocación de la geomembrana esto es para el acabado final que por su textura plástica que funciona como impermeabilizante y evita que las filtraciones de agua lleguen al acabado del túnel. Elaboración propia. “túnel los gallos” autopista Atizapán - Atlacomulco [fotografía], L. Varillas Joaquin, 2022.

Movimiento del carro para el portal de salida para colocarlo y revestir el túnel para su acabado final.

Figura 3.32

Movimiento de cimbra para el acabado final.



Nota: en esta imagen se aprecia que la cimbra metálica movable (carro), esta en el portal de salida del túnel el cual de ese lugar empezara a colocarse para el revestimiento final del túnel. Elaboración propia. “túnel los gallos” autopista Atizapán - Atlacomulco [fotografía], L. Varillas Joaquin, 2022.

Habilitado de acero para el revestimiento de todo el túnel.

Figura 3.33

Habilitado de acero.



Nota: se realiza el habilitado de acero en lo que es todo el túnel esto para el revestimiento final y tener mayor refuerzo en la losa del túnel. Elaboración propia. “túnel los gallos” autopista Atizapán - Atlacomulco [fotografía], L. Varillas Joaquin, 2022.

Revestimiento final y acabados

Colado de todo el túnel por puestas de cada 12 m.

Figura 3.34

Puesta de cimbra metálica.



Nota: En esta imagen podemos visualizar que la cimbra se encuentra dentro del túnel ya listo para recibir el concreto y realizar el acabo final del túnel hay que recordar que las puestas de esta cimbra son de cada 12m por puesta. Elaboración propia. “túnel los gallos” autopista Atizapán - Atlacomulco [fotografía], L. Varillas Joaquin, 2023.

Movimiento del carro para la siguiente puesta y así sucesivamente hasta llegar al otro extremo del túnel.

Figura 3.35

Revestimiento final del túnel.





Nota: cómo podemos ver en estas imágenes como se va recorriendo la cimbra y como va teniendo el acabado final del mismo. Elaboración propia. “túnel los gallos” autopista Atizapán - Atlacomulco [fotografía], L. Varillas Joaquin, 2023.

Término del túnel.

Figura 3.36

Acabados.





Nota: en esta imagen se puede apreciar el termino del túnel en su totalidad ya desalojando la cimbra metálica y todo lo innecesario del lugar para una mejor presentación del túnel. Elaboración propia. “túnel los gallos” autopista Atizapán - Atlacomulco [fotografía], L. Varillas Joaquin, 2023.

RESULTADOS

Con este proceso de las fases consecutivas se pudo obtener un mejor avance y reducir tiempos de construcción, al igual que se monitoreaba el túnel constante mente llevando un control de los movimientos, el cual nos permitía el avance deseado por la empresa, al igual que la seguridad para el proceso constructivo de todas las fases.

Con la ayuda de la topografía y el monitoreo constante, junto con los formatos que se muestran en los anexos se pudo llevar un buen control de monitoreo. se pudo constatar que no tuvimos inconvenientes en el trabajo realizado y fue muy factible el desempeño de la obra realizada.

CONCLUSION

En conclusión, este proyecto puede agilizar un poco el proceso constructivo de la realización de un túnel con el método austriaco modificado que es un método mecánico manual con maquinaria común y en este túnel el proceso fue en conjunto, por que cuando la destroza llevaba un 60% se comenzó con la plantilla para el habilitado del acero para la losa y los muretes, para el revestimiento del túnel con el carro (cimbra metálica hidráulica), reduciendo tiempos.

También con la ayuda de los Sensometros y de la topografía que nos ayudó como método de monitoreo porque todos los días se tomaban lecturas con la estación y la cinta para saber si había algún desfasamiento o asentamiento, y satisfactoriamente no se tubo esa problemática en el proyecto mencionado.

COMPETENCIAS DESARROLLADAS

La topografía, la utilización de la estación total al igual que en nivel para la realización de mediciones y monitoreo de asentamientos, un poco de geología y mecánica de suelos.

Como también la supervisión del proceso constructivo de las fases del procedimiento de un túnel, como Las fases del túnel para la destroza:

- Fase de excavación. (maquinaria pesada).
- Fase de plantilla. (tecnología del concreto y mecánica de suelos).
- Fase de murete.
- Fase de losa de concreto. (diseño de elementos de acero)
- Fase de membrana y geomembrana.
- Fase de puesta de carro.
- Fase de monitoreo. (topografía).
- Túneles.

Reconocer la evolución de los túneles en el tiempo, la importancia y clasificación de los túneles.

- Geotecnia

Aplicar las técnicas de exploración de los suelos para una adecuada cimentación de los túneles.

- Excavación

Analizar los procedimientos usuales de excavación de túneles y la utilización de acuerdo con el tipo de suelo.

- Tipo de soporte

Diseñar los tipos de soportes empleados en la construcción de los túneles.

- Topografía

Identificar la importancia de la topografía y sus conceptos para realizar levantamientos topográficos y los aplica en los diferentes proyectos de ingeniería civil.

- Tecnología del concreto

Conocer las propiedades de los materiales que conforman el concreto hidráulico, así como el manejo, la elaboración y transportación de este.

Glosario de términos utilizados en túneles

Partes del túnel

Bóveda: techo del túnel.

Hastial: paredes del túnel (laterales).

Galibo: altura del túnel.

Clave: el centro del túnel parte superior (techo).

Contra bóveda: suelo del túnel.

Dovela: hormigón armado constituyen al revestimiento de los túneles excavados con escudo.

Bulones: barra de acero que se introduce en un orificio perforado en la roca.

Anclas: anclas o pernos de anclaje son barras metálicas que se alojan en un barreno en la pared o en la bóveda.

Destroza: excavación del túnel.

Luz: diámetro del túnel.

Revestimiento: consiste en aplicar hormigón sobre el sostenimiento.

Hormigón: material de construcción hecho a base de cemento, arena y grava o piedra (concreto).

Referencias de investigación

autor: construmatica “obras subterráneas: métodos de sostenimiento”
(2010)https://www.construmatica.com/construpedia/index.php?title=Obras_Subterr%C3%A1neas:_M%C3%A9todos_de_Sostenimiento&mobileaction=toggle_view_desktop.

Autor: Gabriel lorenzo salgueiro revista “seguridad minera No 13” (2013)
<https://www.revistaseguridadminera.com/operaciones-mineras/topografia-de-los-tuneles/>.

Autor: Isidro barqueros “obras y modificaciones del servicio” (2009)
<https://ecomovilidad.net/madrid/tuneles-madrid-metodosclasicos/#:~:text=Simplificando%20mucho%2C%20la%20b%C3%BAveda%20es,y%20continuar%20con%20la%20obra>.

Autor: Javier Castro Barria “dibujo túnel”
<https://www.scribd.com/document/460094586/dibujo-tunel-JCastro>.

CTR. Construcción N-CTR-CAR-1-05-004/00
<https://normas.imt.mx/normativa/N-CTR-CAR-1-05-004-00.pdf>.

Enrique mou (la importancia de túneles como medida de transporte)
<https://www.scribd.com/document/260043506/Importancia-de-Los-Tuneles>.

El “nuevo método austriaco de construcción de túneles” (2006)
https://es.wikipedia.org/wiki/Nuevo_m%C3%A9todo_austriaco_de_construcci%C3%B3n_de_t%C3%BAneles#:~:text=El%20nuevo%20m%C3%A9todo%20austr%C3%ADaco%20de,y%20construcci%C3%B3n%20de%20t%C3%BAneles%20modernos.

Ferrovial (copyright 2023)
<https://www.ferrovial.com/es/stem/procesos-constructivos/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20son%20los%20procesos%20constructivos,infraestructura%20en%20un%20determinado%20tiempo>.

Sisgeo “túneles y excavaciones profundas” (2016)

<https://sisgeo.com/es/aplicaciones/tuneles-y-excavaciones-profundas/#:~:text=El%20monitoreo%20de%20t%C3%BAneles%20suele,de%20la%20roca%20y%20del.>

SCT manual de diseño y construcción de túneles de carretera

Dirección general de servicios técnicos

Capítulo 2. Diseño del trazo y de la sección.

SCT manual de diseño y construcción de túneles de carretera

Dirección general de servicios técnicos

Capítulo 4. Integración geotécnica y diseño preliminar.

SCT manual de diseño y construcción de túneles de carretera

Dirección general de servicios técnicos

Capítulo 7. métodos de excavación.

SCT manual de diseño y construcción de túneles de carretera

Dirección general de servicios técnicos

Capítulo 8. Sistema de sostenimiento.

SCT manual de diseño y construcción de túneles de carretera

Dirección general de servicios técnicos

Capítulo 11. Revestimiento definitivo y acabados.

SCT manual de diseño y construcción de túneles de carretera

Dirección general de servicios técnicos

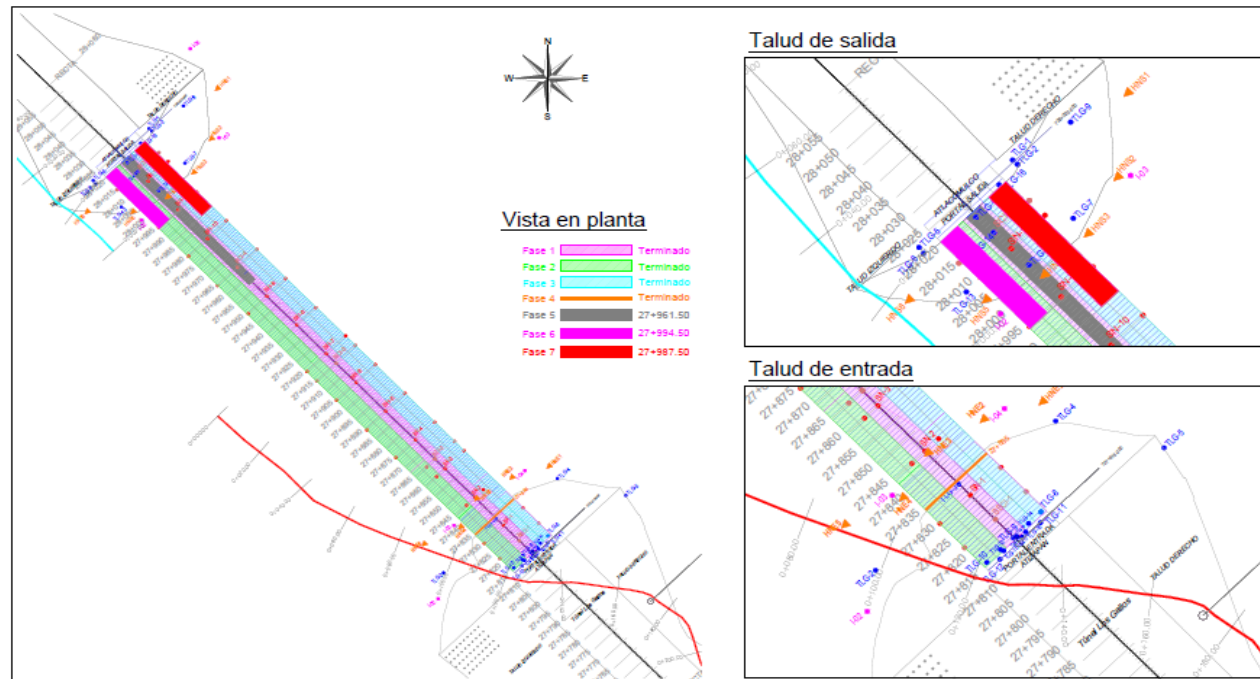
Capítulo 12. Drenaje e impermeabilización.

Anexos

Plano de ubicación de dianas e hitos.

Figura 1

Plano de ubicación.

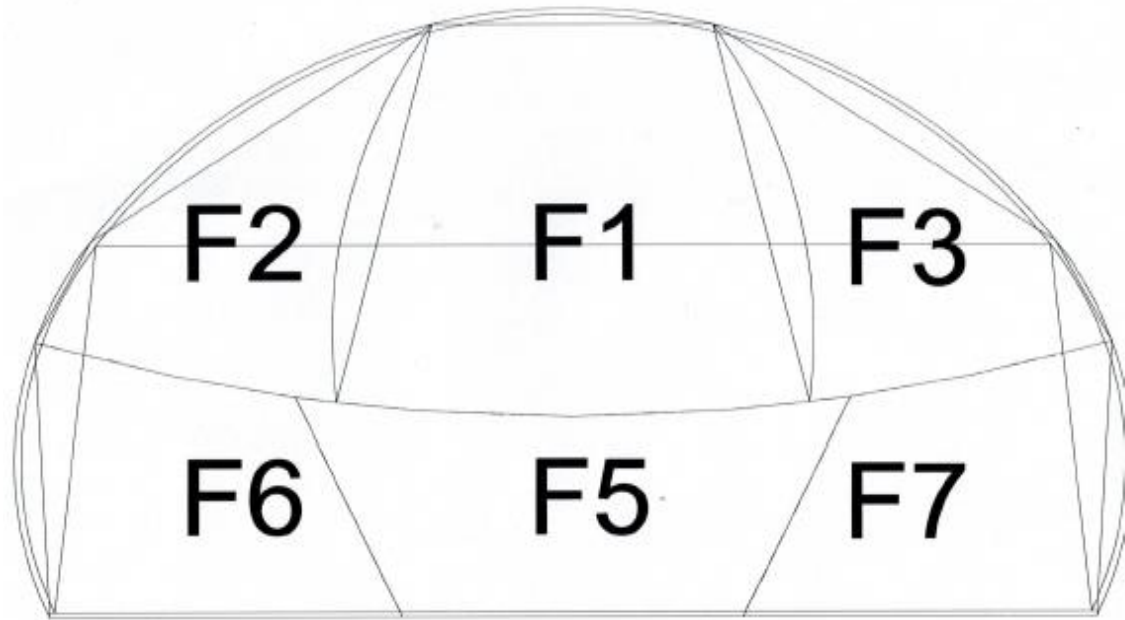


Nota: es este plano podemos ver la propuesta de colocación de los hitos para las mediciones que se necesitaran para llevar un control de los movimientos que se presenten. (2020). Ossa México. [formato]. planos de monitoreo.

Fases del túnel portar entrada

Figura 2

Faces de excavación.



Nota: podemos ver el formato de como son las faces de la destroza del proyecto. (2020). Ossa México. [formato]. Faces de excavación del túnel.

Figura 3.
Formato de avance.

HORARIOS	06:00	06:30	07:00	07:30	08:00	08:30	09:00	09:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	1:00	1:30	2:00	2:30	3:00	3:30	4:00	4:30	5:00	5:30
EXCAVACION MECANICA																								
DESDESCOMINO																								
TOPOGRAFIA																								
SELLADO																								
COLOCAR CERCHA																								
QUINTADO																								
PERFORAR-PARAGUAS																								
INYECCION-PARAGUAS																								
ERCCAVACION BATACHE																								
QUINTADO BATACHE																								
DEMOLICION CERCHAS																								
SOLDADURA																								
PARAGUAS																								
AVERIAS																								
EXCAVACION MECANICA																								

INVENTARIOS

FASES SIEMPRE EN SENTIDO AVANCE A PK +



LA FASE 4 ES EL REGUNTADO DE ESPESORES DE LAS CERCHAS, Y SE ANOTARA EN EL CUADRO DE MATERIALES LATERAL, EN LAS PATAS QUE CORRESPONDA.

MATERIALES

OREJA DCHA ENTRADA	
QUINTA	
OREJA IZQ ENTRADA	
QUINTA	
OREJA DCHA SALIDA	
QUINTA	
OREJA IZQ SALIDA	
QUINTA	
REGUNTADO FASE 4	
AYUTOP-PARAGUAS	
CHAPA BERNOLD	
CEMENTO	
YESO	
MACABRON	
QUINTA - BATACHE	

PATAS

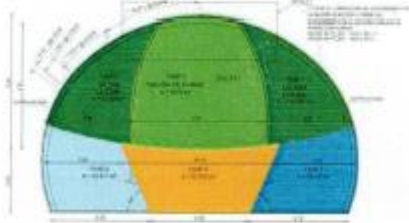
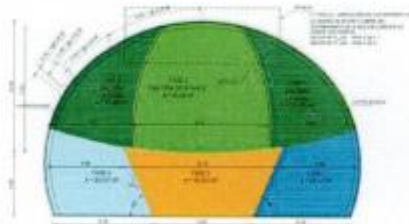
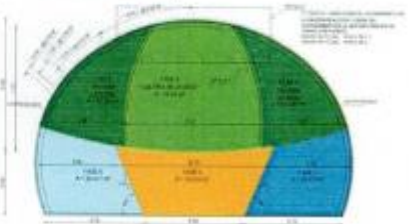
ICP ENCARGADO

VIC. JEFE DE OBRA

Nota: este formato nos permite analizar el avance del proyecto y llevar un mejor control de este. (2020). Ossa México. [formato].
Calendario de obra.

Figura 4

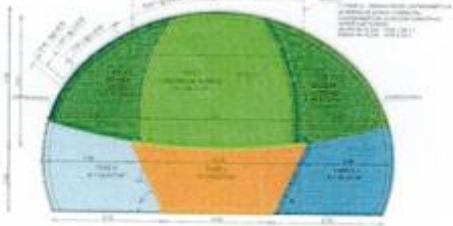
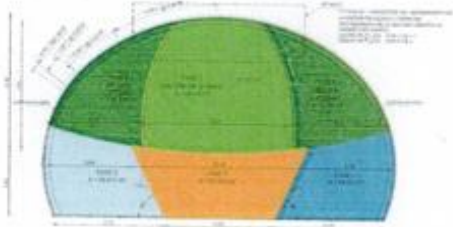
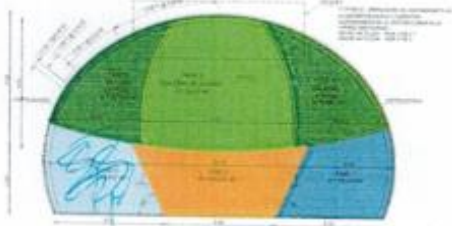
Formato de avance.

Título: Avance de excavación túnel.		PPI-04-TN rev.01								
Estructura: Fase I, Fase II, Fase III, Fase V, Fase VI y Fase VII		Fecha: _____								
Localización: Portal de entrada / Portal de salida		Turno: Diurno / Nocturno								
Referencia / Plano: POM10066-T1-SRTU-PI-0702-004 ED1 REV.1A										
Área de excavación.										
	Área: _____ Longitud de avance: _____ Cadenamiento inicial: _____ Cadenamiento final: _____ Volumen teórico de excavación: _____									
Tipo de material.	Revisión topográfica de sección.									
										
Observaciones: _____ _____ _____	Trazo Cumple No cumple Observaciones: _____ _____ _____									
Colocación de cercha metálica										
No. de cercha _____ _____ _____	Cadenamiento _____ _____ _____	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="padding: 2px;">Alineación</th> <th style="padding: 2px;">Plomeo</th> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Cumple / No cumple</td> <td style="padding: 2px;">Cumple / No cumple</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Cumple / No cumple</td> <td style="padding: 2px;">Cumple / No cumple</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Cumple / No cumple</td> <td style="padding: 2px;">Cumple / No cumple</td> </tr> </table>	Alineación	Plomeo	Cumple / No cumple	Cumple / No cumple	Cumple / No cumple	Cumple / No cumple	Cumple / No cumple	Cumple / No cumple
Alineación	Plomeo									
Cumple / No cumple	Cumple / No cumple									
Cumple / No cumple	Cumple / No cumple									
Cumple / No cumple	Cumple / No cumple									
Tipo de marco _____ _____ _____										
Observaciones: _____ _____ _____										

Nota: este formato es para llevar el control de avance y de las faces tanto de destroza como de la puesta de cerchas. (2020). Ossa México. [formato]. Avance y puesta de cercha.

Figura 5

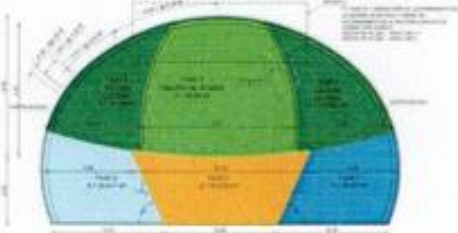
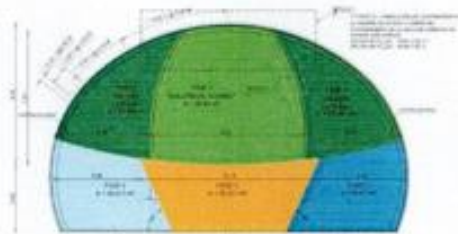
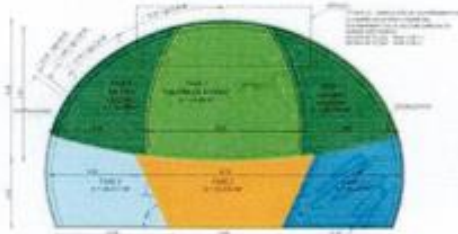
Formato de avance.

Título: Avance de excavación túnel.		PPI-04-TN rev.01		
Estructura: Fase I, Fase II, Fase III, Fase V, Fase VI y Fase VII Localización: Portal de entrada / Portal de salida Referencia / Plano: POM10066-T1-SRTU-PL-0702-004 ED1 REV.1A	Fecha: 4/11/22 Turno: Diurno / Nocturno			
Área de excavación.				
	Área: 29.50 Longitud de avance: 1m Cadenamiento inicial: 27+906 Cadenamiento final: 27+905 Volumen teórico de excavación: 29.50			
Tipo de material.	Revisión topográfica de sección.			
				
Observaciones: _____ _____ _____	Trazo Cumple ☒ No cumple ☐ Observaciones: _____ _____ _____			
Colocación de cercha metálica				
No. de cercha _____ _____ _____	Cadenamiento 27+905.50 _____ _____	Alineación Cumple / No cumple Cumple / No cumple Cumple / No cumple	Plomeo Cumple / No cumple Cumple / No cumple Cumple / No cumple	Tipo de marco 02 _____ _____
Observaciones: _____ _____ _____				

Notas: en esta imagen podemos ver como es el llenado del formato en cuestión de puesta de cerchas metálicas. (2020). Ossa México. [formato]. Llenado de formato de avance.

Figura 6

Formato de avance.

Título: Avance de excavación túnel.		PPI-04-TN rev.01	
Estructura: <u>Fase I, Fase II, Fase III, Fase V, Fase VI y Fase VII</u>		Fecha: <u>4/11/22</u>	
Localización: <u>Portal de entrada / Portal de salida</u>		Turno: <u>Diurno / Nocturno</u>	
Referencia / Plano: <u>POM10066-T1-SRTU-PL-0702-004 ED1 REV.1A</u>			
Área de excavación.			
		Área: <u>30.96</u> Longitud de avance: <u>1m</u> Cadenamiento inicial: <u>27+904.50</u> Cadenamiento final: <u>27+903.50</u> Volumen teórico de excavación: _____	
Tipo de material.		Revisión topográfica de sección.	
			
Observaciones:		Observaciones:	
Colocación de cercha metálica			
No. de cercha	Cadenamiento	Alineación	Plomeo
_____	<u>27+903.50</u>	☒ Cumple / No cumple ☐ Cumple / No cumple ☐ Cumple / No cumple	☒ Cumple / No cumple ☐ Cumple / No cumple ☐ Cumple / No cumple
_____	_____	_____	Tipo de marco
_____	_____	_____	<u>D</u>
Observaciones:			

Notas: en esta imagen podemos ver como es el llenado del formato en cuestión de puesta de cerchas metálicas. (2020). Ossa México. [formato]. Llenado de formato de avance.

Figura 7

Formato de plantilla.

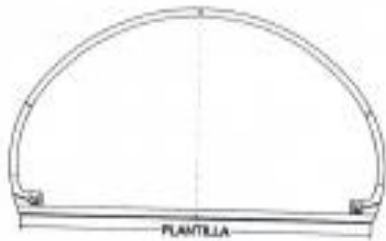
PLANTILLA					
ESPESOR		FECHA:			
HORARIO INICIO:		PK INICIO:			
FORMA DE FONDO:		PK FINAL:			
TIPO DE:		LONGITUD:			

EMPLANTE DE PUNTOS EN COLADO						
PK		SECCION A		SE	SECCION B	
		1	2		3	4
NIVEL TERMINADO PROYECTO						
NIVEL TERMINADO REAL						
DIFERENCIA						

PK		SECCION A		SE	SECCION B	
		1	2		3	4
NIVEL TERMINADO PROYECTO						
NIVEL TERMINADO REAL						
DIFERENCIA						

PK		SECCION A		SE	SECCION B	
		1	2		3	4
NIVEL TERMINADO PROYECTO						
NIVEL TERMINADO REAL						
DIFERENCIA						

OROGRAFIA



PLANTILLA
SECCION TIPO

PK FINAL

1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5

PK INICIO
VISTA EN PLANTA

Nota: en este formato se puede observar cómo llevar un control de la plantilla con apoyo de la topografía para tener mayor exactitud. (2020). Ossa México. [formato]. Formato de colado de plantilla.

figura 8
formato de losa.

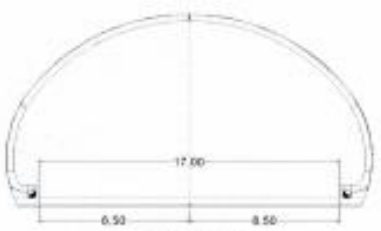
LOSA ARMADA				POSICION	TANGENTE
No. DE COLADO	FECHA				
HORA DE INICIO	PM INICIO				
HORA DE FIN	PM FINAL				
TIPO	COMPUTO				

PK	EQUIDISTANCIA		PBI	DERECHA	
	1	2		3	4
DISTANCIA HORIZONTAL	8.500	4.000	0	0.000	8.500
DISTANCIA HORIZONTAL REAL					
DIFERENCIA	1	2	3	4	5
NIVEL TERMINACION PROYECTO					
NIVEL TERMINACION REAL					
DIFERENCIA					

PK	EQUIDISTANCIA		PBI	DERECHA	
	1	2		3	4
DISTANCIA HORIZONTAL	8.500	4.000	0	0.000	8.500
DISTANCIA HORIZONTAL REAL					
DIFERENCIA	1	2	3	4	5
NIVEL TERMINACION PROYECTO					
NIVEL TERMINACION REAL					
DIFERENCIA					

PK	EQUIDISTANCIA		PBI	DERECHA	
	1	2		3	4
DISTANCIA HORIZONTAL	8.500	4.000	0	0.000	8.500
DISTANCIA HORIZONTAL REAL					
DIFERENCIA	1	2	3	4	5
NIVEL TERMINACION PROYECTO					
NIVEL TERMINACION REAL					
DIFERENCIA					

CROQUIS



SECCION TIPO

PK FINAL

1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5

PK INICIO

VISTA EN PLANTA

Nota: en este formato al igual que los demás podemos llevar un buen control de la colocación de la losa con ayuda del topógrafo para tener medidas exactas en el colado. (2020). Ossa México. [formato]. Formato de avance para el colado de la losa.

Figura 9

Formato de murete y zapata.

PUESTA MURETE Y ZAPATA				
NO. DE PUESTA	PROYECTO			
HORA DE INICIO	H.M. INICIO			
HORA DE FIN	H.M. FIN			
TURNO	LONGITUD			
HASTIALES POR HOMOLOGAR				
HASTIAL		DERECHO / IZQUIERDO		
REPLANTES CUBIERTA				
PI	PUNTOS			
BASANTE	1	2	3	
	-8.870	-8.870	-8.880	
DISTANCIA HORIZONTAL REAL				
DIFERENCIA				
H PROYECTO	H1	H2	H3	
	1.88	0.77	0.78	
H REAL				
DIFERENCIA				
PI	PUNTOS			
BASANTE	1	2	3	
	-8.870	-8.870	-8.880	
DISTANCIA HORIZONTAL REAL				
DIFERENCIA				
H PROYECTO	H1	H2	H3	
	1.88	0.77	0.78	
H REAL				
DIFERENCIA				
PI	PUNTOS			
BASANTE	1	2	3	
	-8.870	-8.870	-8.880	
DISTANCIA HORIZONTAL REAL				
DIFERENCIA				
H PROYECTO	H1	H2	H3	
	1.88	0.77	0.78	
H REAL				
DIFERENCIA				
ACEPTACIÓN				

REPLANTES CUBIERTA				
PI	PUNTOS			
BASANTE	1	2	3	
	8.870	8.870	8.880	
DISTANCIA HORIZONTAL REAL				
DIFERENCIA				
H PROYECTO	H1	H2	H3	
	1.88	0.77	0.78	
H REAL				
DIFERENCIA				
PI	PUNTOS			
BASANTE	1	2	3	
	8.870	8.870	8.880	
DISTANCIA HORIZONTAL REAL				
DIFERENCIA				
H PROYECTO	H1	H2	H3	
	1.88	0.77	0.78	
H REAL				
DIFERENCIA				
ACEPTACIÓN				

SECCION TIPO

Nota: este formato es para llevar el control y el avance de la puesta de muretes y zapatas que son coladas in situ. (2020). Ossa México. [formato]. Formato de avance para el colado de muretes y zapatas.

Formato de colocación de cimbra.

Nota: en este formato nos permite llevar el control de la colocación de la cimbra y el colado de la bóveda, que por cada puesta de la cimbra nos da un avance de 12 metros. (2020). Ossa México. [formato]. Formato de avance para el colado de la bóveda.

Figura 11

Carta de autorización.

CARTA DE AUTORIZACIÓN

OSSA Obras Subterráneas México
Jilotzingo, Estado de México
06 de marzo de 2023

A quien corresponda:

OSSA Obras Subterráneas México por medio de su representante de oficina técnica, autoriza al alumno **Luna Varillas Joaquín** con número de matrícula **201910264** de la carrera de **Ingeniería Civil** utilizar la información dada del proyecto **"Túnel Los Gallos"** autopista Atizapán – Atlacomulco, con la condición de no mostrar información que pudiera derivar en algún problema legal, así también no se deberá mostrar información alguna que corresponda a los logotipos de las empresas involucradas en el proyecto.

Esta información es de uso exclusivo con fines de titulación, queda prohibido para cualquier otro uso.


ING. GUSTAVO A. MORALES BALTAZAR
Jefe de Área Técnica y Topografía

Nota: este formato es la autorización para utilizar la información que nos otorga la empresa para fines académicos y de titulación de lo visto en el proyecto "túnel los gallos" autopista Atizapán – Atlacomulco. (2023). Ossa México. [formato]. Formato de autorización