



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA CIENCIAS, FÍSICAS Y MATEMÁTICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO
VICTORIA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

OPCIÓN CAMINOS

AUTOR:

DÁVILA QUINTANA ROVINSON XAVIER

TUTOR:

ING. ERNESTO MARDOQUEO ORTIZ ARCINIEGA M. Sc.

QUITO-ECUADOR

2014

DEDICATORIA

A mis padres Rosita y Herminio, mediante su apoyo incondicional son el pilar fundamental para la culminación de esta etapa de mi vida.

A mi hermano Fernando que es muy importante en mi vida y ha sido una inspiración para seguir adelante y nunca decaer.

A mis sobrinos Alene y Erick, que me dieron el motivo más tierno para seguir adelante, y a mi cuñada Tati por criarlos de la mejor manera.

A mi novia Johanna por estar siempre conmigo y complementando mi vida con mucha felicidad.

A mis amigos, por ser mi compañía en momentos buenos y malos, en la Universidad se convirtieron en mi segunda familia, este logro también comparto con ustedes.

A mis compañeros de trabajo, Jaime e Ivonne que siempre me han ayudado de la mejor manera para mi crecimiento laboral.

A mi tutor Ing. Ernesto Ortiz por ser un buen profesor y ayudarme a culminar mi tesis.

Rovinson Xavier Dávila Quintana.

AGRADECIMIENTO

A Dios Todopoderoso el cual me ha brindado una maravillosa vida, llena de salud, bendiciones y felicidad, en verdad no podría imaginarme una mejor vida.

Agradezco a mis padres que a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo el más grande apoyo que he tenido para alcanzar todas mis metas, gracias por el amor y cariño.

A mi hermano, y a toda mi familia, que siempre están conmigo compartiendo momentos buenos y malos, son parte importante de mi vida.

Un agradecimiento a la Universidad Central del Ecuador, a la Carrera de Ingeniería Civil, a sus profesores, que me compartieron sus enseñanzas logrado convertirme en una profesional, en especial a los miembros del Tribunal Ing. José Jiménez, Ing. Fabián Durango y a mi tutor Ing. Ernesto Ortiz, quienes me guiaron y ayudaron a materializar este trabajo. .

Rovinson Xavier Dávila Quintana

AUTORIZACIÓN DE LA AUTORÍA INTELECTUAL

Yo, ROVINSON XAVIER DÁVILA QUINTANA, en calidad de autor del trabajo de investigación o tesis realizada sobre “CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO VICTORIA”, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenece, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor me corresponde, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8, 19 y demás pertenecientes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Quito, 28 de enero del 2014



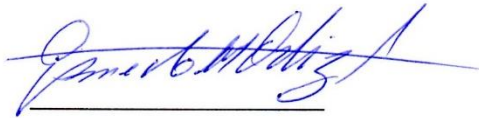
Rovinson Xavier Dávila Quintana

C.C: 171649669-8

CERTIFICACIÓN

En calidad de tutor del Proyecto: “CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO VICTORIA”, presentado y desarrollado por el Señor ROVINSON XAVIER DÁVILA QUINTANA, considero que el Trabajo de Graduación realizado reúne los requisitos para su aprobación y trámite, previa a la obtención del título de Ingeniero Civil.

Quito, 29 de enero de 2014

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Ernesto M. Ortiz', is written over a horizontal line.

Ing. Ernesto Mardoqueo Ortiz Arciniega M. Sc.

Profesor Tutor

INFORME SOBRE CULMINACIÓN DE TESIS

TESIS: “CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL DEL PROYECTO
HIDROELÉCTRICO VICTORIA”.

TUTOR: Ing. ERNESTO ORTIZ

FECHA: 29 de enero de 2014

1. Antecedentes:

- Con oficio No. FI-DCIC-2012-182, 24 abril de 2012, el señor Director de la Carrera, en base a los informes favorables de los Ings. Fabián Durango y José Jiménez, comunica sobre la **aprobación** de la correspondiente denuncia de tesis realizada por el señor:

ROVINSON XAVIER DÁVILA QUINTANA

Que versa sobre: “CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL DEL PROYECTO
HIDROELÉCTRICO VICTORIA”.

2. Desarrollo de la Tesis:

- En el Capítulo 1 hace referencia a la introducción, antecedentes y objetivos de la investigación en el proceso constructivo de la construcción del túnel de la Hidroeléctrica Victoria que se encuentra ubicada en la Provincia del Napo, Parroquia Cuyuja.
- En el Capítulo 2 hace referencia sobre la información general del Túnel del Proyecto Hidroeléctrica Victoria, que se encuentra ubicado en la Provincia del Napo, Parroquia Cuyuja.

- En el Capítulo 3 se indica los datos topográficos para los replanteos en la construcción del túnel.
- En el Capítulo 4 se indica las características e influencia de la geología en la construcción del túnel y tipos de sostenimiento que se requiere a lo largo de las diferentes tipos de Roca.
- En el Capítulo 5 se refiere a la teoría general de túneles, estudios preliminares, instalación de equipos, labores del personal y suministros que se utilizaron para la construcción del túnel.
- En el Capítulo 6 se indican los métodos de construcción que se utilizaron en función del tipo de material a excavar y la sección diseñada.
- En el Capítulo 7 se da a conocer el avance mensual de la excavación, los tiempos empleados para los ciclos de excavación en los tres métodos constructivos, determinando los rendimientos reales en obra.
- En el Capítulo 8 se indica los requisitos de los materiales utilizados en el recubrimiento de hormigón lanzado al contorno del túnel.
- En el Capítulo 9 se indica el cálculo de cantidades de obra y el análisis de precios unitarios de los diferentes rubros utilizados en la construcción para así obtener el Presupuesto General.
- En el Capítulo 10 se detallan las conclusiones y recomendaciones.

3. Conclusiones:

- Los métodos de excavación son los idóneos para la roca de mala calidad encontrada y así garantizan la estabilidad del túnel.
- El incumplimiento del cronograma original, es principalmente por el daño de maquinarias y equipos de la obra.

En virtud a lo manifestado anteriormente, todas las actividades desarrolladas han sido satisfactorias y los resultados obtenidos en el transcurso del desarrollo de la tesis son los esperados.

Por consiguiente emito mi aprobación a este trabajo de graduación y recomiendo proseguir con el trámite respectivo hasta la graduación del señor Dávila Quintana Rovinson Xavier.

En la ciudad de Quito, a los 29 días del mes de Enero del 2014



Ing. Ernesto Mardoqueo Ortiz Arciniega M. Sc.

CALIFICACIÓN TRIBUNAL



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA, CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DIRECCIÓN

Oficio FI-DCIC-2014-105
Quito DM., 28 de enero de 2014

Ingenieros
FABIÁN DURANGO
JOSÉ JIMENEZ
PROFESORES, PLAN TRABAJO DE GRADUACIÓN
Presente

Cordial saludo:

REF.: Calificación trabajo de Grado

En cumplimiento a las disposiciones vigentes, remito a usted el formulario "RESULTADO DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN", previo a la obtención del título de INGENIERO CIVIL, presentado por el señor:

DÀVILA QUINTANA ROVINSON XAVIER

Que versa sobre: "**CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO VICTORIA**", a fin de que en el plazo de **OCHO DIAS**, (contados desde la fecha de la entrega de la memoria), se sirvan entregar en Secretaría General de la Facultad, el formulario con la nota promedio.

Atentamente,

ING./SUSANA GUZMÁN R., MSc.
DIRECTORA, CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Anexo: Formulario
mdecs: 142411





UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
 FACULTAD DE INGENIERÍA, CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICA
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
 DIRECCIÓN

RESULTADO DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Quito DM.: 30 DE ENERO DE 2014

Señor: ROYNSAL XAVIER DAVILA QUISTANA

TEMA:

"CONSTRUCCIÓN DEL TUNEL DEL PROYECTO
 HIDROELECTRICO VICTORIA"

CALIFICACIÓN:

TRIBUNAL	PROFESOR (A)	NOTA SOBRE VEINTE		FIRMA
		NÚMEROS	LETRAS	
	FABIAN DURANCO	20	VEINTE	<i>[Signature]</i>
	JOSE JIMENEZ	20	VEINTE	<i>[Signature]</i>
PROMEDIO		20	VEINTE	<i>[Signature]</i>

[Signature]



DRA. KATHERYNE CARRIÓN VALDIVIESO
 SECRETARIA ABOGADA

-X-



-X-

CONTENIDO

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
AUTORIZACIÓN DE LA AUTORÍA INTELECTUAL.....	iv
CERTIFICACIÓN	v
INFORME SOBRE CULMINACIÓN DE TESIS	vi
CALIFICACIÓN TRIBUNAL.....	ix
CONTENIDO	xi
LISTA DE PLANOS	xv
LISTA DE GRÁFICOS	xvi
LISTA DE CUADROS	xvii
LISTA DE ECUACIONES.....	xviii
RESUMEN	xix
ABSTRACT	xx
CERTIFICADO.....	xxi
TÍTULO DEL TRADUCTOR.....	xxii
CAPITULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes.	1
1.2. Objetivos.	2
1.2.1. Generales.	2
1.2.2. Específicos.	3
CAPITULO II.....	4
2.- INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	4
2.1. Ubicación.	4
2.2. Accesos.	7
2.2.1. Caminos de Acceso dentro del Proyecto:	7
2.3. Aprovechamiento.....	9

2.3.1. Captación en el río Victoria.	10
2.3.2. Túnel de Conducción:	11
2.3.3. Desarenador y Tanque de Carga:	12
2.3.4. Tubería de presión:	15
2.3.5. Casa de Máquinas y subestación.	16
2.3.6.- Restitución al río Papallacta:	17
2.4. Hidrología y Climatología de la zona.	18
2.4.1. Hidrología	18
2.4.2. Climatología.....	22
CAPITULO III.....	23
3. TOPOGRAFÍA	23
3.1. Red Básica de Triangulación.....	23
3.2. Replanteo exterior del túnel	27
3.3. Replanteo interior del túnel	30
CAPITULO IV.....	33
4. GEOLOGÍA Y MECÁNICA DE ROCAS.....	33
4.1. Estudios Geológicos y relación con la Construcción de Túneles	33
4.2. Geología General a través del Túnel.....	35
CAPITULO V.....	43
5. GENERALIDADES DE TÚNELES.....	43
5.1. Definiciones de Túneles.....	44
5.2. Necesidades para la Construcción	45
5.3. Estudios Preliminares:.....	46
5.4. Instalación de Servicios y Equipos para la construcción del Túnel en la Hidroeléctrica Victoria.....	47
5.5. Actividades del personal	57
5.6. Suministros de piezas y accesorios:	58
CAPITULO VI.....	59
6. MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN	59
6.1. Métodos de Construcción de Túneles.	59
6.2. Métodos Corrientes de Excavación	61

6.3.	Método de construcción a utilizarse.....	64
CAPITULO VII.....		69
7.	EXCAVACIÓN	69
7.1.	Ciclo de Excavación	69
7.2.	Alineación y Niveles	69
7.3.	Perforación.....	71
7.4.	Carga y Disparo.....	73
7.5.	Ventilación.....	75
7.6.	Rezaga	78
7.7.	Colocación de Soportes.....	79
7.8.	Control de avance en excavación de túnel.....	83
CAPITULO VIII.....		90
8.	HORMIGONADO DEL TÚNEL	90
8.1.	Hormigonado de Túneles.....	90
8.2.	Sistemas para el Hormigonado.....	98
8.3.	Requisitos de Materiales Utilizados.....	100
8.4.	Dosificación del Hormigón.	107
8.5.	Aditivos	108
8.6.	Encofrados.....	112
8.7.	Tipo de Acabado	112
8.8.	Hormigón Lanzado	113
CAPITULO IX.....		116
9.	PRESUPUESTO TOTAL	116
9.1.	RUBROS	117
9.2.	CÁLCULO DE CANTIDADES	119
9.3.	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.....	124
CAPITULO X.....		144
10.1	. CONCLUSIONES:.....	144
10.2.	RECOMENDACIONES:.....	149

ANEXOS	152
BIBLIOGRAFÍA	186

LISTA DE PLANOS

PLANO 1: Ubicación General	5
PLANO 3: Implantación Área del Proyecto.	6
PLANO 4, Restitución y Levantamientos Topográficos.....	24
PLANO 5, Referencias Topográficas.	26
PLANO 6, Ubicación Puntos de Referencia.....	29
PLANO 7, Método Cruz-Topografía.....	32
PLANO 8, Geología General.	37
PLANO 9, Geología del Túnel.	39
PLANO 10, Perfil Geológico.....	40
PLANO 11, Detalle de cercha IPN 100	80

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1, Implantación Vía de Acceso a Casa de Máquinas.	7
Gráfico 2, Implantación Vía de Acceso a Desarenador	8
Gráfico 3, Sección de Túnel para Acceso a Captación.....	9
Gráfico 4, Implantación Captación.....	10
Gráfico 5, Corte longitudinal de la Captación.	10
Gráfico 6, Sección Túnel de Conducción.	11
Gráfico 7, Sección Túnel terminado.....	12
Gráfico 8, Implantación Desarenador	12
Gráfico 9, Corte Longitudinal Desarenador	13
Gráfico 10, Implantación Desarenador-Rápida de Excesos.....	14
Gráfico 11, Tanque de Carga.	14
Gráfico 12, Tanque de Carga Corte A-A	15
Gráfico 13, Implantación Tubería de Presión.	15
Gráfico 14, Corte Tipo Tubería de Presión	16
Gráfico 15, Implantación Casa de Maquinas.	16
Gráfico 16, Corte Casa de Maquinas.....	17
Gráfico 17, Implantación Canal de Restitución.....	18
Gráfico 18, Canal de Restitución Corte A-A.....	18
Gráfico 19, Eje en el centro del Túnel.	31
Gráfico 20, Sección del Túnel.....	38
Gráfico 21, Construcción del Túnel según el Método Ingles	62
Gráfico 22, Construcción del túnel según Método Belga.	62
Gráfico 23, Construcción del túnel según Método Alemán.	63
Gráfico 24, Construcción de túnel según Método Austriaco.....	64
Gráfico 25, Esfuerzos en Terreno Clase IV.....	92
Gráfico 26, Esfuerzos Terreno Clase I.....	93
Gráfico 27, Esfuerzos Terreno Clase II.....	94
Gráfico 28, Esfuerzos Terreno Clase III.....	95
Gráfico 29, Esfuerzos Terreno Clase IV.	96
Gráfico 30, Detalle armadura de Túnel.	97
Gráfico 31, Hormigonado Túnel.....	98

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1, Temperatura y humedad relativa	20
Cuadro 2, Precipitaciones anuales.	20
Cuadro 3, Precipitaciones mensuales	20
Cuadro 4, Precipitación máxima diarias para diferentes periodos de retorno	21
Cuadro 5, Intensidad de lluvia	21
Cuadro 6, Coordenadas del proyecto.....	25
Cuadro 7, Referencias para Túnel.	25
Cuadro 8, Coordenadas referenciales para replanteo Túnel.....	28
Cuadro 9, Perfil de meteorización del Talud	41
Cuadro 10, Clasificación de Bieniaswki.	42
Cuadro 11, Parámetros técnicos de Crawler Rock drill Jumbos.	53
Cuadro 12, Datos técnicos de la fresadora	57
Cuadro 13, Graduación de la mezcla de agregados grueso y fino.	101
Cuadro 14, Características de los agregados de los agregados utilizados.	102

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1, Gradiente	27
Ecuación 2, Ecuación Tangente	30

RESUMEN

“CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO VICTORIA”

El presente trabajo de investigación trata sobre la construcción del Túnel de conducción del Proyecto Hidroeléctrico Victoria ubicado en la Parroquia de Cuyuja - Cantón Quijos - Provincia del Napo.

En obra se constató los métodos constructivos aplicados en el proceso de excavación del Túnel, los cuales son: 1.- Excavación con fresadora, 2.- Excavación Combinada de Fresado y Voladura, 3.- Excavación Convencional con Voladuras. Tales métodos fueron propuestos en función del material a excavarse, rocas con Esquistos Grafíticos cuarcíticos y sericiticos de mala calidad, rocas tipo IV, III y II.

En la construcción del túnel se obtuvieron datos en duración para las actividades de los ciclos de excavación, para así determinar los rendimientos en obra de los tres métodos constructivos antes mencionados.

“DESCRIPTORES: MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN EN TÚNELES / DETERMINACIÓN DE RENDIMIENTOS EN OBRA / REPLANTEO TOPOGRÁFICO EN TÚNELES / MATERIALES PARA HORMIGÓN PROYECTADO / VOLADURAS / HIDROELÉCTRICA VICTORIA”.

ABSTRACT

“CONSTRUCTION OF THE TUNNEL FOR THE PROYECTO HIDROELÉCTRICO VICTORIA”

The current research work is on the construction of the flow tunnel for Proyecto Hidroeléctrico Victoria located in Cuyuja Parish – Quijos Canton – Napo Province.

For the work, constructive methods applied in the tunnel excavation process: 1.- Excavation with milling machine, 2.- Combined Excavation, milling and blast, 3.- Conventional Excavation with Blasts. Such methods were proposed due to material existing in the place where excavation shall take place, rocks with schist graffitists, poor quartzite and sericitic, rocks type IV, III and II.

In the Construction of the tunnel, data were obtained regarding duration of activities of excavation cycles, in order to determine performances of the work with the abovementioned three constructive methods.

“**DESCRIPTORS:** CONSTRUCTION METHODS FOR TUNNELS / DETERMINATION OF WORK PERFORMANCE / TOPOGRAPHIC RESTATEMENT IN TUNNELS / MATERIALS FOR SHORTCRETE / BLASTS / HIDROELÉCTRICA VICTORIA”.

Quito, 29 de enero de 2014

CERTIFICADO

A quien interese:

Yo, Christian Vinicio Cutiupala Narváez, certifico que he revisado el resumen de tesis del Sr. Rovinson Xavier Dávila Quintana, con el tema: “CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO VICTORIA”.

Adjunto un certificado que constata mi conocimiento en el idioma inglés.

Es todo lo que puedo certificar en honor a la verdad.

El Sr. Rovinson Xavier Dávila Quintana, puede hacer uso de este certificado como bien le convenga.

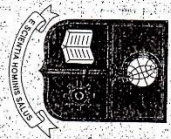
Atentamente,



Christian Vinicio Cutiupala Narváez

C.C. 171812349-8

TÍTULO DEL TRADUCTOR



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
CENTRO DE IDIOMAS

In recognition of a satisfactory completion of the English courses this

SUFFICIENCY CERTIFICATE

is awarded

To: CUTIUPALA NARVAEZ CHRISTIAN VINICIO

On: THIS EIGHTEENTH OF FEBRUARY IN THE YEAR TWO THOUSAND EIGHT A.D.

Polytechnic Campus "Ing. José Rubén Orellana R."
Quito - Ecuador


Director

This certificate is invalid without the embossed official seal

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación, trata sobre la construcción del Túnel del Proyecto Hidroeléctrico “Victoria”, ubicada en el rio del mismo nombre, fluente por la margen izquierda del rio Papallacta.

Debido a que la construcción de túneles constituye uno de los campos más fascinantes y amplios de la ingeniería civil, ya que requiere de la intervención de múltiples especialidades, incluyendo: Geología, Geotecnia, Geomecánica, Hidrología, Análisis estructural, Tecnología de materiales, Maquinaria y procesos constructivos, Ingeniería electro-mecánica, Eléctrica, Hidráulica, Arquitectura, entre otras, se desarrolló estudios de Pre factibilidad, Factibilidad y Diseños definitivos.

Según la función y uso del túnel en cuestión, requiere alto grado de interconexión entre las diversas etapas de desarrollo, desde la concepción del proyecto hasta el término de la construcción, para lograr un proyecto exitoso y optimizado.

Cabe anotar que durante la construcción del túnel, los planos que sirven para la construcción son sometidos a revisiones, cambios y algunos se han rediseñado, según sean las exigencias del trabajo y también experiencias prácticas en el sitio de las obras que se van adquiriendo conforme avanza la construcción.

1.1. Antecedentes.

El proyecto tiene un diseño clásico es decir, está conformado por un Azud de derivación, Canal de Aducción, Desarenador, Túnel de conducción, Tubería de Presión, Casa de máquinas en superficie y Canal de desagüe.

La construcción del Túnel de Conducción se inició con el desbanque de parte del talud donde irá el Portal de Entrada.

Dicho desbanque ha iniciado su construcción mediante maquinaria únicamente y con uso de explosivos en forma esporádica. Los cortes efectuados tienen inclinación de los taludes 1:1 y existen cinco bermas ubicadas a 6m de altura entre sí. El desbanque del portal de salida ha sido iniciado el 7 marzo del 2012 con un volumen total de 39732.36 m³.

Debe señalarse que los portales de túneles, son obras de gran importancia para la seguridad de los trabajadores y equipos que laboran en la excavación subterránea y deben estar dotadas de todas las seguridades, entre ellas, la estabilidad de la ladera donde se construye, por lo que se protegió las bermas y taludes con hormigón lanzado de 250 f'c en dos capas de 5 centímetros y malla electro soldada R126 (10mm*10mm*4mm) central.

La construcción del túnel en el Proyecto Hidroeléctrico Victoria a más de conducir las aguas del rio Victoria hacia la Casa de Máquinas para generación eléctrica, servirá en fase de construcción para desarrollar el Portal de Entrada, Obras de Aducción y Azud de derivación en el rio, por lo que su estabilidad y seguridad son de alta importancia para un desenvolvimiento acorde al cronograma general del proyecto aprobado.

1.2. Objetivos.

1.2.1. Generales.

- Determinar el proceso constructivo del Túnel de Conducción del Proyecto Hidroeléctrico “Victoria”.
- Resumir los rendimientos reales en obra mediante sondeos diarios en la construcción del Túnel.
- Aplicación de procesos constructivos de Túneles.

1.2.2. Específicos.

- Diagnosticar el funcionamiento de los procesos constructivos empleados.
- Investigar la eficiencia y el rendimiento de los procesos constructivos.
- Establecer la influencia de los materiales encontrados en la excavación y el cumplimiento del cronograma de trabajo.

CAPITULO II

2.- INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

2.1. Ubicación.

El proyecto Hidroeléctrico Victoria, está ubicado geográficamente en la parroquia Cuyuja, perteneciente al cantón Quijos, provincia de Napo, aproximadamente a 90 km al sureste de la ciudad de Quito y a 17 km de la población de Papallacta (*PLANO 1 Ubicación General*).

La Hidroeléctrica tiene como propósito la producción de energía mediante la utilización de las aguas del Rio Victoria en el tramo comprendido entre las cotas 2790 m.s.n.m en la Toma y la cota 2335 m.s.n.m en Casa de Maquinas.

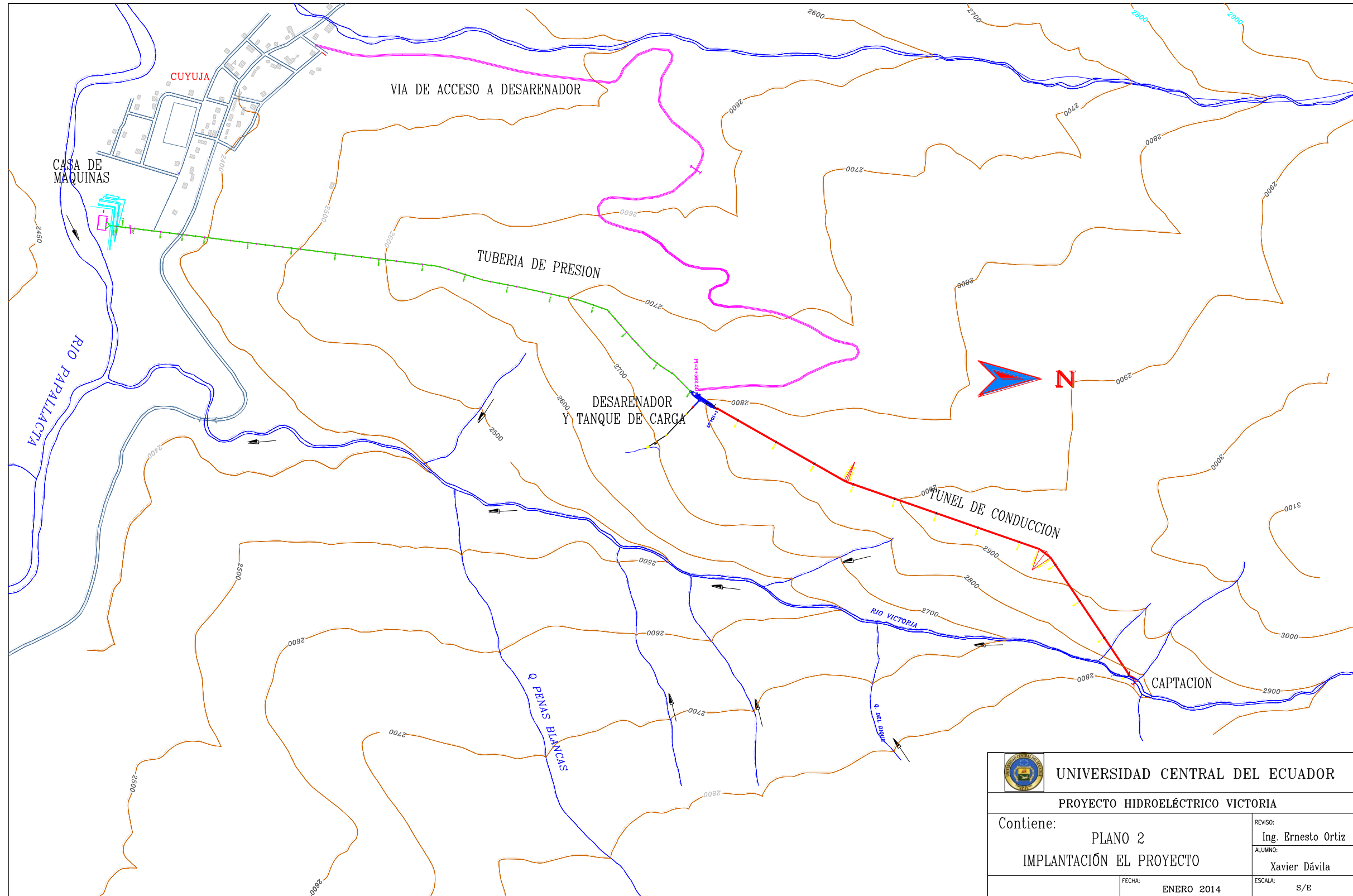
El área del proyecto se encuentra ubicada sobre la vertiente oriental de la Cordillera Real, en una zona de transición entre la cordillera y la planicie amazónica siendo su topografía muy accidentada.


Geográficamente la cuenca del Rio Victoria hasta su confluencia con el rio Papallacta esta comprendía entre:

- Longitudes 77°58' a 78°03' W, y entre
- Latitudes 0°19' a 0°25' S

El proyecto consiste en captar las aguas del rio Victoria mediante en conjunto de obras hidráulicas, tales como: toma de fondo, túnel de conducción a nivel libre, desarenador, tanque de presión, rápida de excesos, tubería de presión, casa de máquinas superficial equipada con dos turbinas Pelton de 5MW cada una y restitución al Rio Papallacta. . (*PLANO 2 Implantación Área Proyecto*).

PLANO 2: Implantación Área del Proyecto.



 UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR		
PROYECTO HIDROELÉCTRICO VICTORIA		
Contiene:		REVISO:
PLANO 2		Ing. Ernesto Ortiz
IMPLANTACIÓN EL PROYECTO		ALUMNO:
		Xavier Dávila
		ESCALA:
		S/E
		FECHA:
		ENERO 2014

2.2. Accesos.

La principal vía de penetración a la zona del proyecto es la carretera Quito Baeza que pasa frente a las obras de la Casa de Maquinas en la margen izquierda del Rio Papallacta antes de la confluencia con el Rio Victoria.

Para el transporte de los equipos de generación así como para internación temporal de equipos, se indican tres puertos que son Guayaquil, Manta y Esmeraldas con recorridos de 500, 460 y 400 km respectivamente.

Entre Papallacta y el sitio del proyecto existen varios puentes con capacidad suficiente para transportar los equipos y maquinarias a utilizarse tanto para la fase de construcción y como la de operación del proyecto hidroeléctrico.

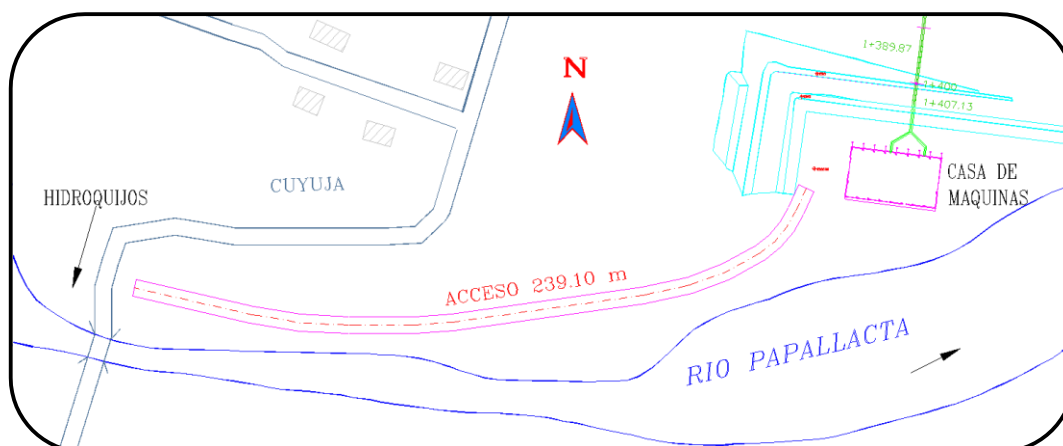
2.2.1. Caminos de Acceso dentro del Proyecto:

Para el proyecto se consideraron los siguientes accesos:

2.2.1.1. Acceso a Casa de Máquinas y Subestación:

Este acceso parte de una de las calles de la población de Cuyuja estas vías tiene un ancho de 6 m, la longitud construida tiene una longitud total de 239.10 m partiendo del cruce con la vía de acceso al Proyecto Hidroeléctrico Quijos (margen izquierda del Rio Papallacta).

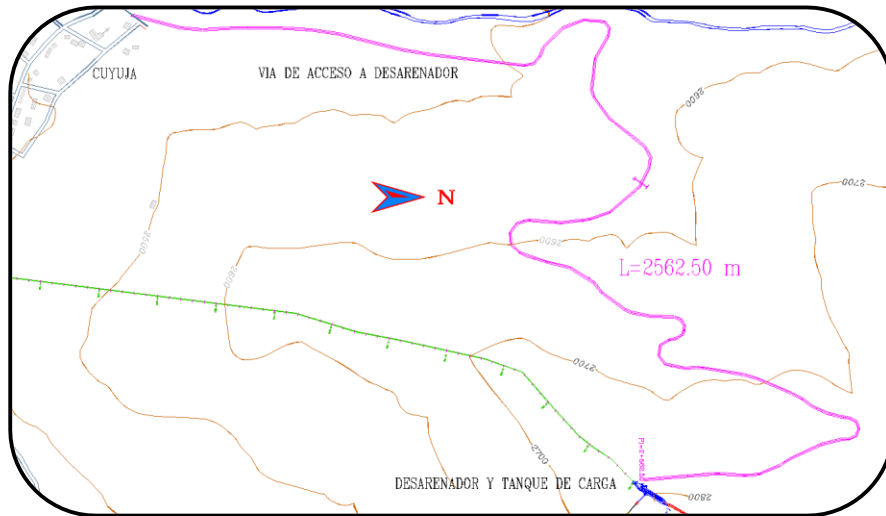
Gráfico 1, Implantación Vía de Acceso a Casa de Máquinas.



2.2.1.2. Acceso a Desarenador y Tanque de Carga

Este acceso parte del extremo nor-occidental de la población de Cuyuja, pasa por los tanques de agua potable, el ancho total de la vía es de 4m, con gradientes longitudinales que varían del 10 al 16 % por ser una vía de 4to orden. Se ha previsto de nichos de cruce cada 100m. La longitud total construida es de 2562.50 m.

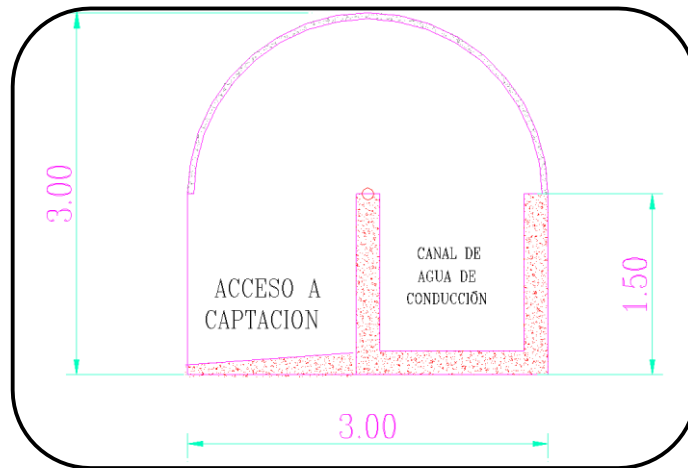
Gráfico 2, Implantación Vía de Acceso a Desarenador



2.2.1.3. Acceso a Captación

El acceso a la captación se lo hace a través del Túnel de Conducción tipo baúl en una longitud de 1154.03 m. Con este objeto, la sección del Túnel ha sido dividida por medio de una pared central para aislar el canal de agua de conducción.

Gráfico 3, Sección de Túnel para Acceso a Captación.



2.3. Aprovechamiento.

El proyecto aprovecha el recurso hídrico generado por 35 km² de la cuenca del Rio Victoria. La cuenca de drenaje es una zona cubierta mayormente de bosques y vegetación tipo arbusto con cultivos escasos y pertenece a las estribaciones orientales de los Andes que descienden a la llanura amazónica.

Debido a las fuertes pendientes, tanto del río como la cuenca, tiene una tendencia a concentrar significativamente los escurrimientos en crecidas y a mantener caudales bajos en el verano debido a su baja potencialidad de regulación natural.

La longitud principal del río hasta su confluencia con el Papallacta es de unos 11 km medidos a partir de la cota 3980. La pendiente media es de 15.6% con tramos que van desde 6.4% hasta el 30%. En el tramo del aprovechamiento las pendientes varían entre el 19% hasta el 26%.

El túnel de conducción del proyecto Hidroeléctrico Victoria genera 10 MW, esto nos ayuda a cubrir la demanda anual de energía en la ciudad de Quito que en los actuales momentos supera los (230KW).

El aprovechamiento del Proyecto Hidroeléctrico Victoria se define con las características del proyecto definitivo las cuales con:

2.3.1. Captación en el río Victoria.

La obra de captación se ubica en la cota 2789.50 m.s.n.m en el fondo del río, que por condiciones físicas del río (fuertes gradientes) será una toma de fondo.

La toma se ubica perpendicularmente al río y tiene una longitud de 8m, provista de una rejilla de barrotes de 4cm de separación, la cota superior del azud es 2791m.s.n.m.

Luego de la toma viene el desripiador provisto de una compuerta de lavado y paralelamente un canal de conducción que empata al túnel regulado igualmente con una compuerta de control.

Para regular el caudal que entre al túnel de conducción en épocas de crecientes se ha previsto un canal de excesos.

Gráfico 4, Implantación Captación.

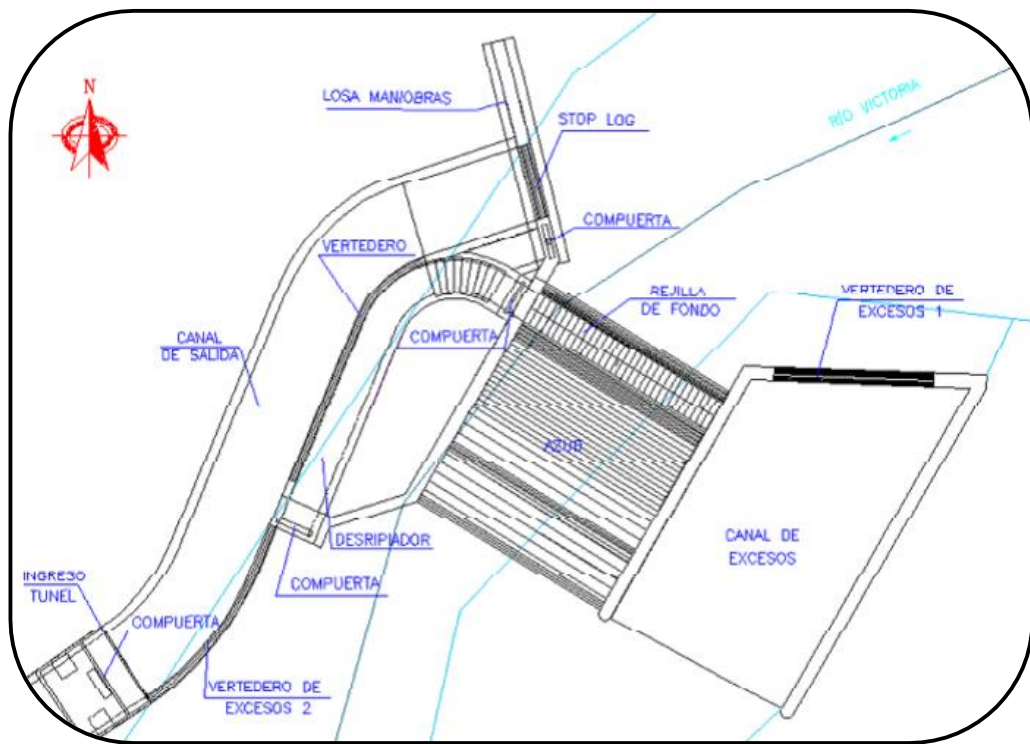
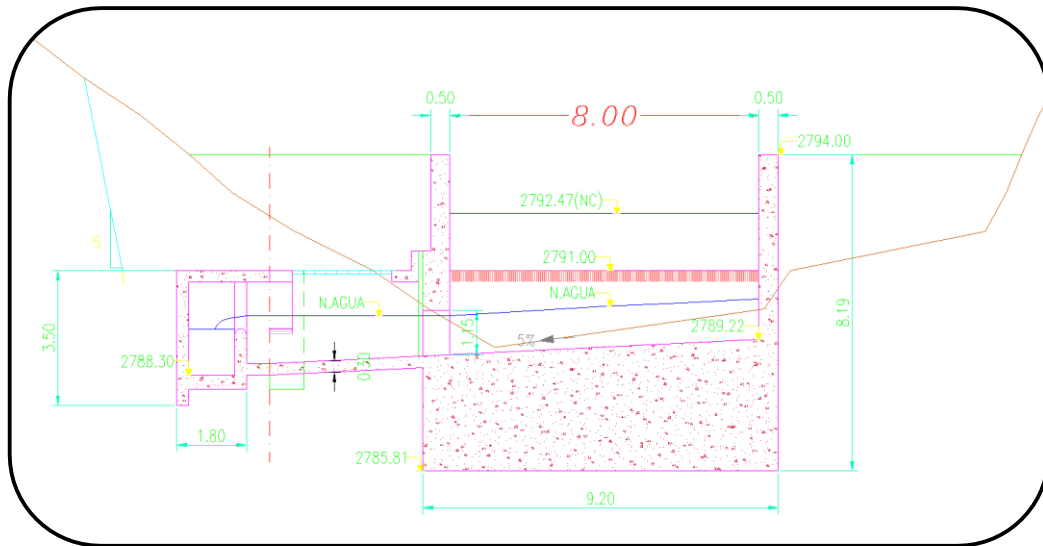


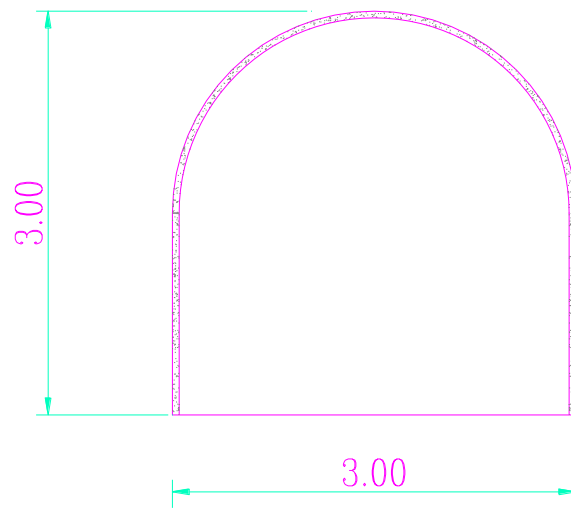
Gráfico 5, Corte longitudinal de la Captación.



2.3.2. Túnel de Conducción:

El túnel de conducción se desarrolla inmediatamente después de la toma, el túnel tiene una longitud de 1154.03 m que tiene una sección tipo baúl de 3m x 3m funciona a nivel libre hasta la entrada del desarenador.

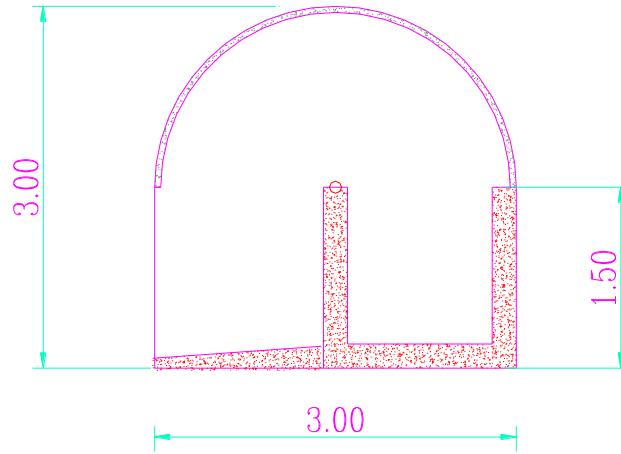
Gráfico 6, Sección Túnel de Conducción.



Al terminar la excavación del túnel se utilizara como acceso para el transporte de maquinaria y materiales, para la construcción de la toma y desripiador. Una vez

concluida estas obras se construirá la pared central que divide al canal que transporta el caudal a la entrada del desarenador con un acceso a la captación para la etapa de operación de la hidroeléctrica.

Gráfico 7, Sección Túnel terminado



2.3.3. Desarenador y Tanque de Carga:

El desarenador se ubica a la salida del túnel de conducción, este tiene dos cámaras de una longitud de 40m cada una con 2.50m de ancho superficial y con una altura máxima de 4.50m, está diseñada para retener partículas de hasta 0.2mm de diámetro. Al final de estas cámaras hay dos vertederos que permiten el paso del agua al tanque de carga.

Gráfico 8, Implantación Desarenador

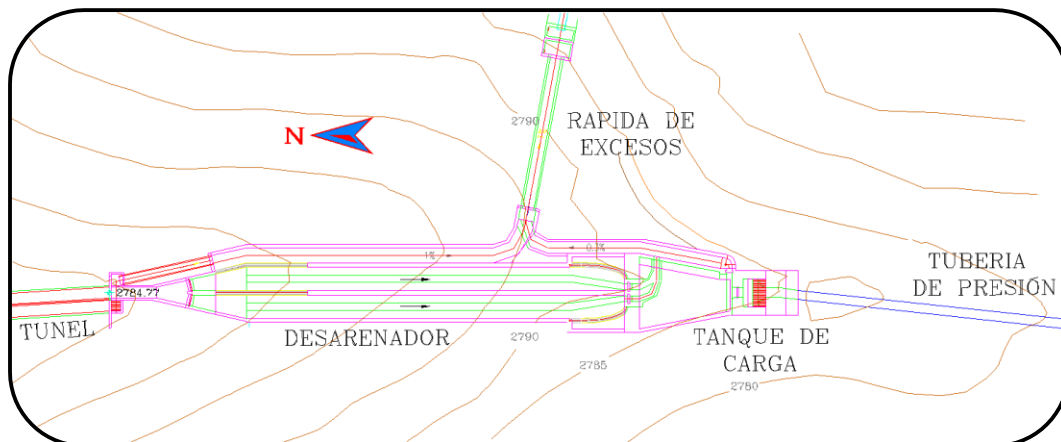
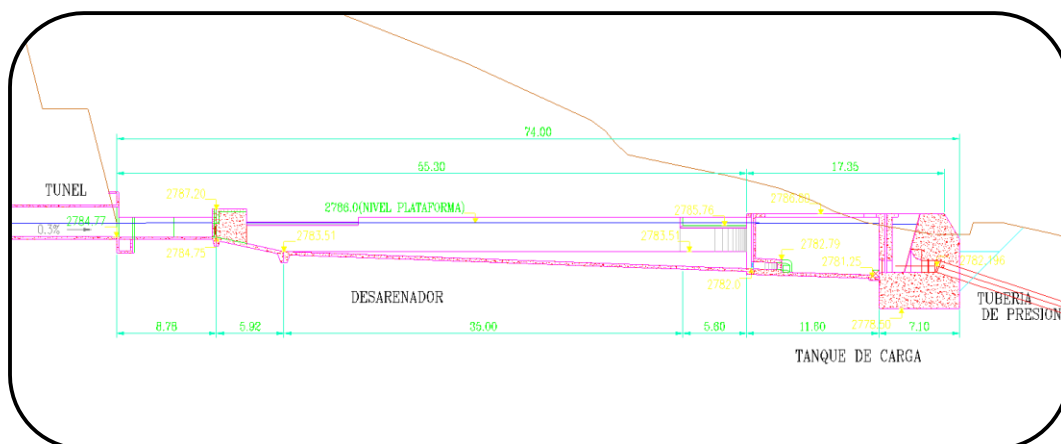
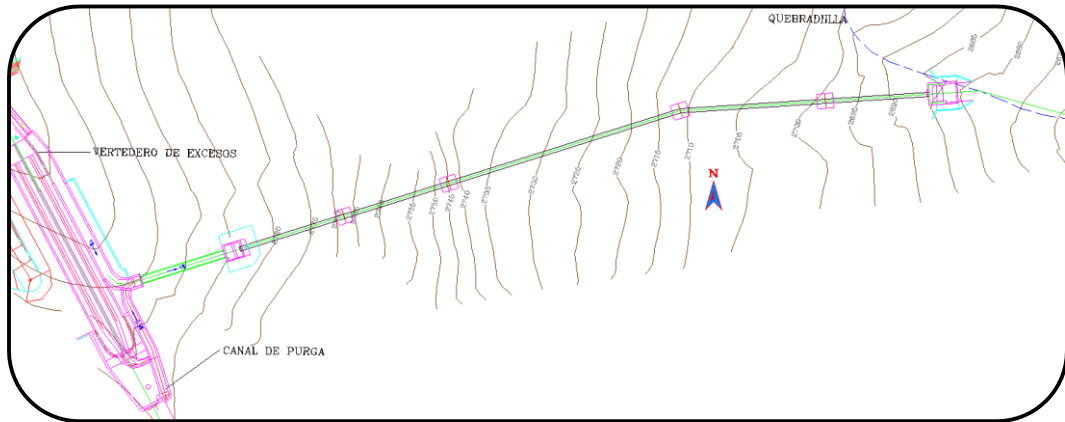


Gráfico 9, Corte Longitudinal Desarenador



En la parte izquierda del desarenador existe un canal recolector que nos ayuda con las aguas que provienen del vertedero de excesos del desarenador al igual que con las aguas del canal de purga del tanque de presión.

Gráfico 10, Implantación Desarenador-Rápida de Excesos



Este canal recolector es dirigido a una rápida de excesos que básicamente consta de una tubería de 0.80 m de diámetro con una longitud aproximada de 170 m hasta una quebradilla con cause rocoso hasta la margen derecha del rio Victoria.

El tanque de carga tiene una capacidad de 275 m³ con una profundidad máxima de 4.66 m que nos ayuda con las sumergencia adecuada de la tubería de presión.

Gráfico 11, Tanque de Carga.

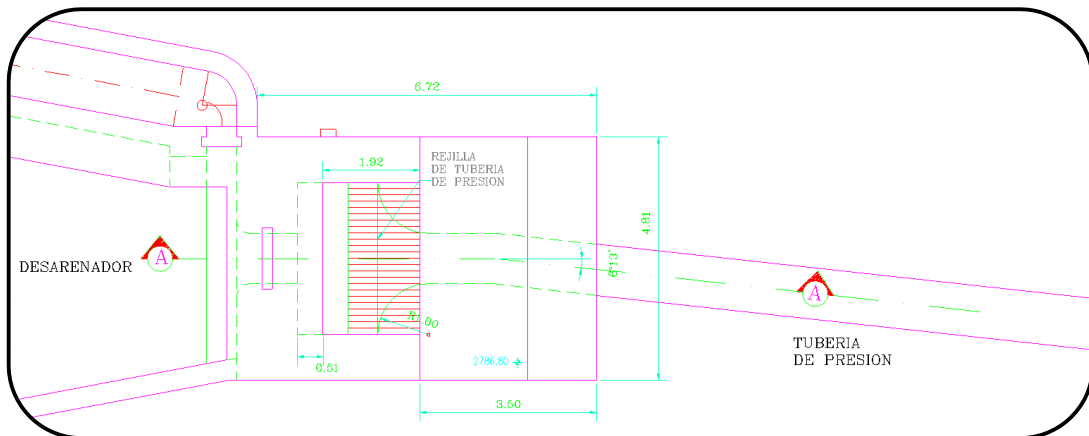
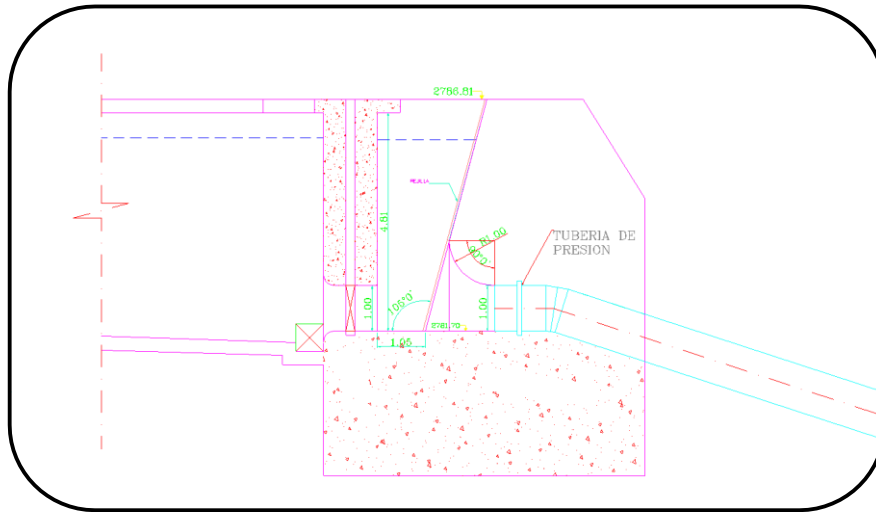


Gráfico 12, Tanque de Carga Corte A-A



2.3.4. Tubería de presión:

La tubería de presión se inicia en el tanque de carga, tiene un diámetro interior de 1m y espesores variables entre 10 y 20mm.

La longitud de la tubería de presión es de 1422.65 m e ira completamente enterrada en una zanja de profundidad media de 3 m recubierta de terrocemento y material de relleno compactado, en cuya parte superior se ha previsto revegetalizar la zona al fin de no causar impactos ambientales negativos.

Gráfico 13, Implantación Tubería de Presión.

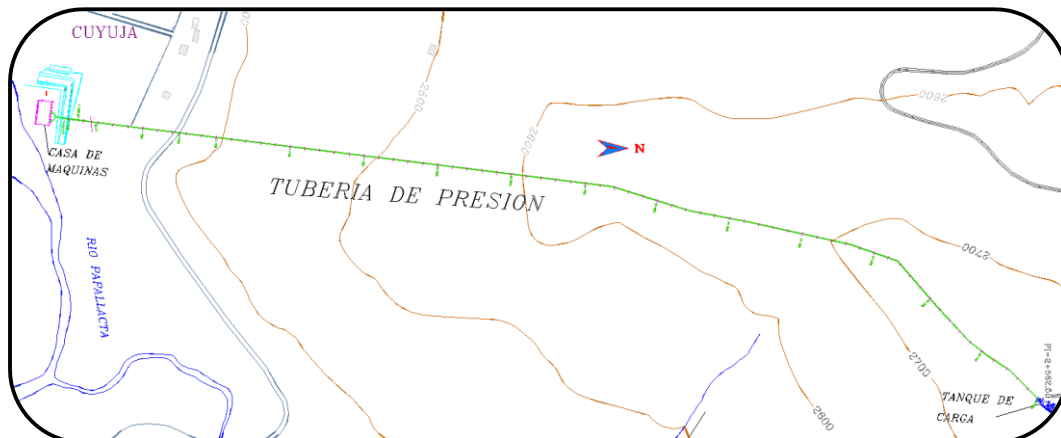
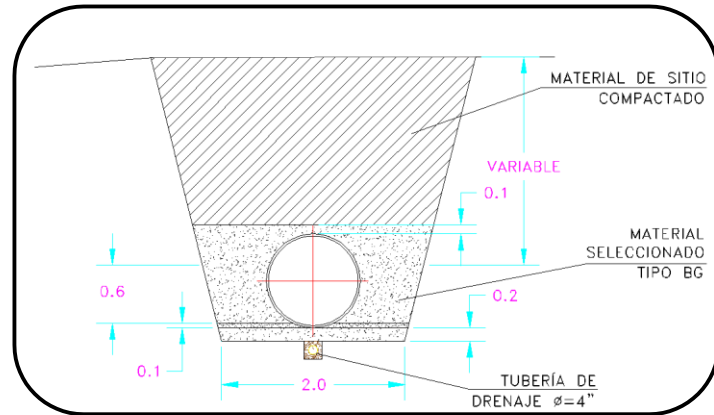


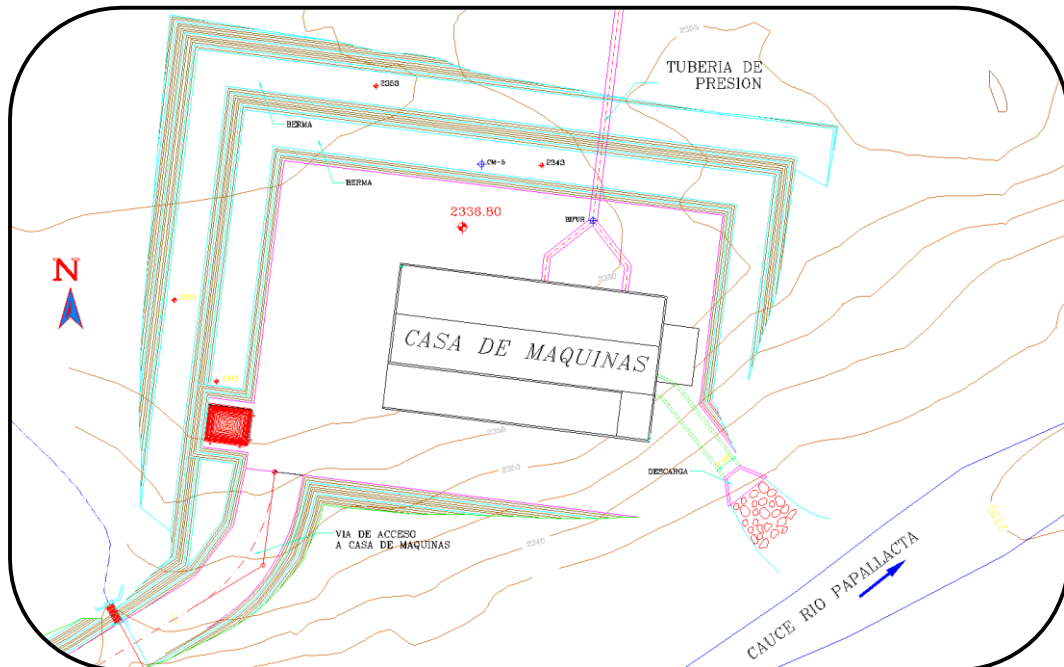
Gráfico 14, Corte Tipo Tubería de Presión



2.3.5. Casa de Máquinas y subestación.

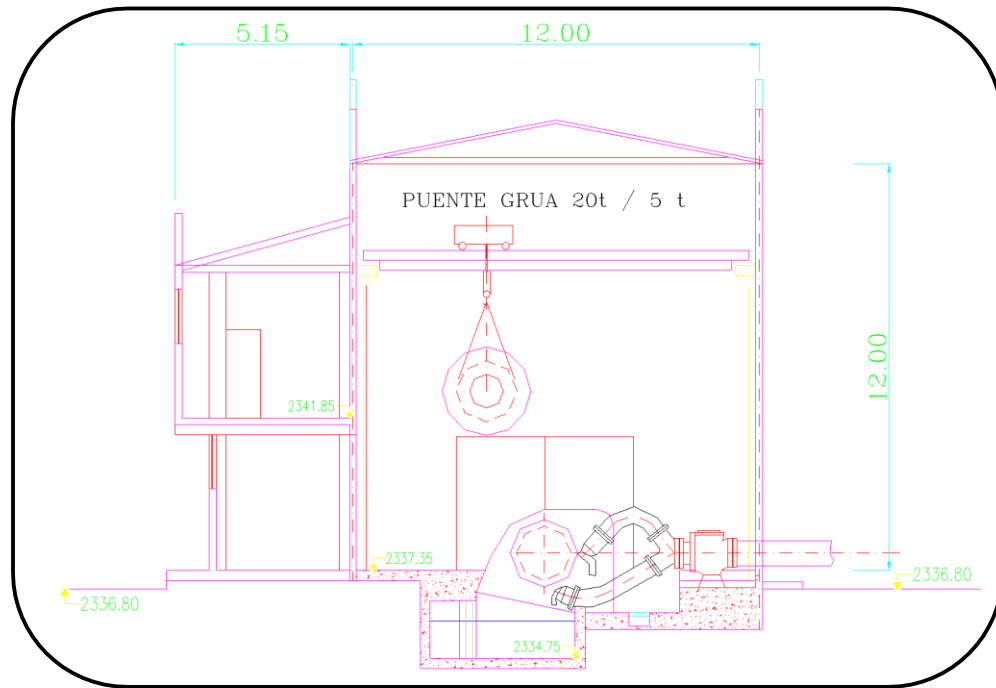
Para la implantación de la Casa de Maquinas se requiere excavar una plataforma de 52 x 36 m hasta la cota 2336.80 m y que está localizada en la margen izquierda del rio Papallacta.

Gráfico 15, Implantación Casa de Maquinas.



El edificio de la Casa de Maquinas es de 16 x 32 m y una altura de 12m. Alojara dos unidades Pelton de 5MW cada una totalizando una potencia instalada de 10 Mw.

Gráfico 16, Corte Casa de Maquinas



En el piso alto se encuentra la sala de control, los tableros, una estación de operadores, una de uso múltiple y demás servicios. La Casa de Maquinas está provista de un puente grúa con capacidad para 20 Ton en total, disponiendo de un gancho principal de 15 Ton y uno auxiliar de 5 Ton.

2.3.6.- Restitución al río Papallacta:

La restitución al rio se hace a través de una canal rectangular de hormigón de 2m de ancho en cuyo extremo de aguas abajo existe una zona de enrocado en el cauce del rio.

Gráfico 17, Implantación Canal de Restitución.

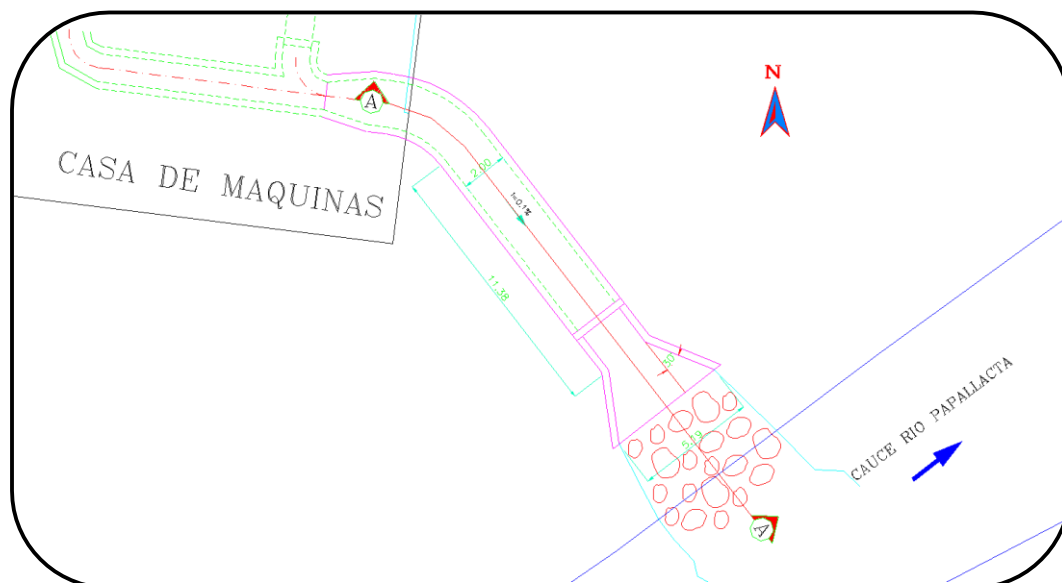
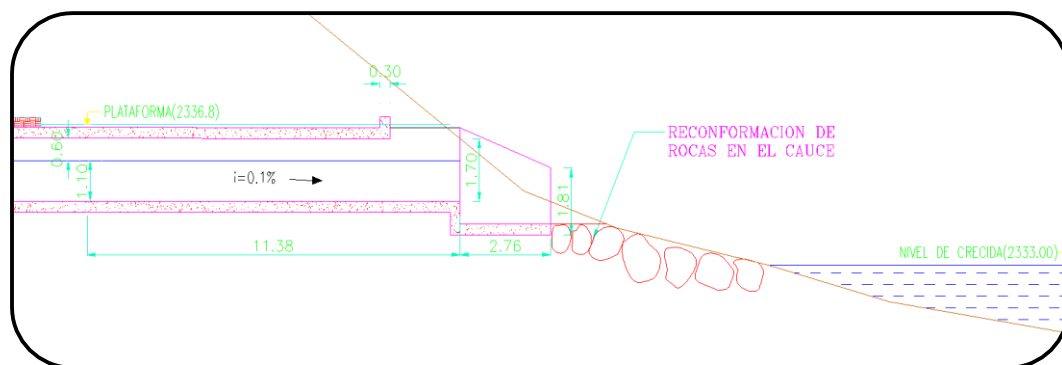


Gráfico 18, Canal de Restitución Corte A-A



2.4. Hidrología y Climatología de la zona.

2.4.1. Hidrología.

Las evaluaciones hidrométricas fueron realizadas para una cuenca hidrográfica sin información, la del río Victoria, en su superficie no hay estaciones de registro hidrométrico y por lo tanto la evaluación de los parámetros hidrométricos fueron hechos en forma indirecta a través de un análisis regional con los datos de las

estaciones más cercanas ubicadas en la cuenca del Rio Quijos, complementados con los datos de otras cuencas pertenecientes a la misma vertiente oriental.

Las Estaciones Principales son:

- a) Santa Rosa A.J. Quijos,
- b) Sardinas A.J. Quijos,
- c) Oyacachi A.J. Quijos

Datos obtenidos de la estación Oyacachi A.J. Quijos desde el año 1970 hasta el año 1999 para diseños de estructuras hidráulicas, datos de Niveles máximos, mínimos Instantáneos, Niveles medios mensuales, Caudales máximos, mínimos Instantáneos, Caudales medios mensuales son indicados en el anexo 1 “Hidrologia”

Estos ríos al igual que el rio Victoria son afluentes de la margen izquierda del Rio Papallacta y con cuyos registros de caudales diarios se interpretó la fluctuación diaria de los caudales del río Victoria.

2.4.1.1. Datos generales de la cuenca

2.4.1.1.1. Temperaturas:

De los registros de las estaciones mencionadas se determina que las temperaturas registradas fluctúan entre los 0°C (mínima absoluta en Papallacta) hasta los 29.80°C (máxima absoluta en Baeza).

2.4.1.1.2. Humedad Relativa

Las humedades relativas abarcan un rango que va desde el 38% (mínima en Papallacta) hasta el 100% (máximas en las estaciones; Sta. Rosa, Sardinas y Oyacachi).

En el siguiente cuadro se indican algunos valores característicos de temperatura y humedad relativa para el Proyecto.

Cuadro 1, Temperatura y humedad relativa

SITIO	TEMPERATURA AMBIENTAL (°C)			HUMEDAD RELATIVA (%)		
	Min. Abs.	Media	Max. Abs.	Minima	Media	Maxima
TOMA	0	11.5	24	40	90	100
CASA DE MAQUINAS	2	14	27	40	90	100

2.4.1.1.3. Vientos

Se registran vientos de 28kph en Papallacta y de 41kph en el Reventador presumiéndose rachas de hasta 50 kph.

2.4.1.1.4. Lluvias:

Cabe recalcar que la cuenca del Proyecto es de estribación oriental, la magnitud y ocurrencia de las lluvias está influenciada por la orografía de la zona.

En los sitios de las obras del Proyecto Victoria se estiman los datos de lluvias anuales (CUADRO 2).

Cuadro 2, Precipitaciones anuales.

SITIO	LLUVIA ANUAL en mm/año		
	AÑO SECO	AÑO MEDIO	AÑO HUMEDO
TOMA	2250	2400	2750
CASA DE MAQUINAS	1600	1750	2100

En el siguiente cuadro se indican los datos de lluvias mensuales para los sitios de las obras.

Cuadro 3, Precipitaciones mensuales

SITIO	LLUVIA MENSUAL en mm/año para el año	
	MES SECO	MES HUMEDO
TOMA	131	284
CASA DE MAQUINAS	96	207

A continuación se indican las lluvias máximas diarias para diferentes sitios de las obras y para diferentes periodos de retorno (CUADRO 4):

Cuadro 4, Precipitación máxima diarias para diferentes periodos de retorno

ESTACION	P 24 (mm/dia)		
	T = 5 años	T = 10 años	T = 20 años
CUYUJA	52	57	61
BAEZA	70	75	78
PAPALLACTA	61	71	80

En el cuadro № 5 se indican los datos de intensidad de lluvias para diferentes duraciones en minutos y para diferentes periodos de retorno.

Cuadro 5, Intensidad de lluvia

T (años)	DURACION EN MINUTOS				
	5	15	30	60	120
5	70	45	32	22	13
10	84	53	38	26	16
20	104	64	47	33	19
50	111	68	51	36	21

2.4.1.1.5. Consideraciones:

En el sitio de la captación se estiman lluvias anuales entre 2250 y 2750 mm, y en casa de máquinas lluvias anuales entre los 1600 y 2100 mm.

- Para el sitio de la captación y para el periodo 1964-1997 el caudal 90% diario es de $1.25\text{m}^3/\text{s}$ y el caudal medio alcanza los $2.20\text{m}^3/\text{s}$. Igualmente para el sitio de la toma, se estiman crecientes de sorprendentes de $63\text{m}^3/\text{s}$ para el sitio de la toma con una recurrencia de 100 años y de $47\text{m}^3/\text{s}$ con una recurrencia de 20 años. Estos valores fueron utilizados en los diseños de las obras.
- Por último y en lo referente a caudales sólidos se recomienda considerar un valor total de 16100 ton/año, de los cuales 12900 ton/año corresponden a sedimento en suspensión y 3200 ton/año a arrastre de fondo.

2.4.2. Climatología.

La climatología zonal está influenciada por factores regionales como:

- La circulación atmosférica identificada con el Frente de Convergencia Intertropical.
- La llanura amazónica como generadora de las masas de aire húmedo, modelados por las características propias de la Cordillera Oriental de los Andes con su altura, relieve y orientación.

Debido a estas circunstancias, la época más húmeda está localizada entre los meses de mayo a agosto y la menos húmeda entre diciembre y febrero, los otros meses son de transición entre estaciones.

CAPITULO III

3. TOPOGRAFÍA

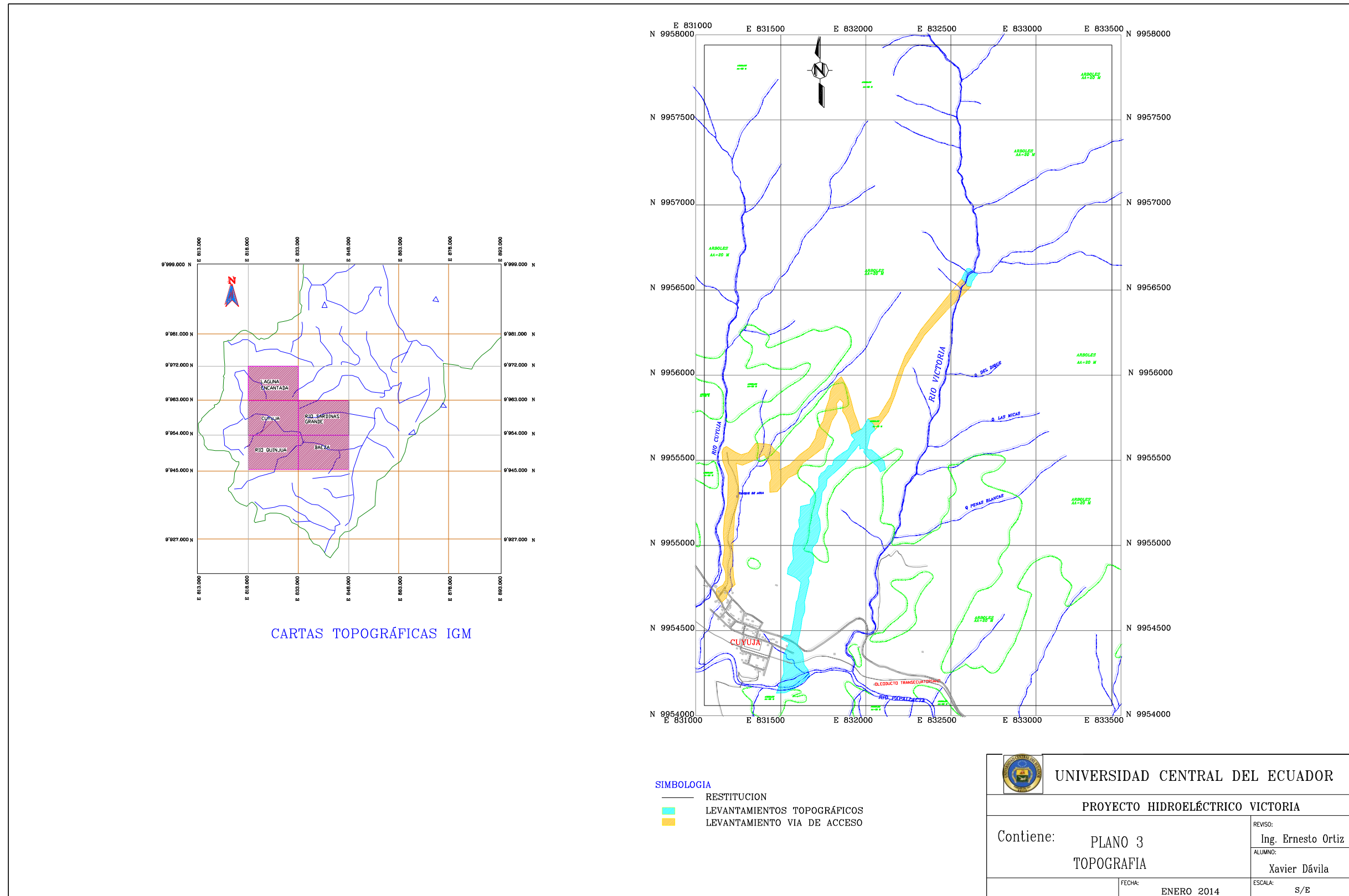
3.1. Red Básica de Triangulación

En el proyecto se realizó un levantamiento Aerofotogramétrico con curvas de nivel cada 5m y de levantamientos localizados en las principales obras del proyecto con curvas de nivel cada metro.

Todos los levantamientos detallados así como la restitución, están enlazadas en sus tres coordenadas con la Red Geodésica Nacional del Instituto Geográfico Militar. El cual se verificara en el *PLANO 3 Restitución y Levantamientos Topográficos*.

Levantamientos Topográficos: Al ser un proyecto de gran importancia como una Hidroeléctrica y observando las necesidades para su diseño se ha realizado poligonales de enlace entre hitos de control horizontal y vertical. Estos puntos de partida para todo el proyecto se las puede verificar en la Cuadro 4.1. Referente a coordenadas del proyecto.

PLANO 3, Restitución y Levantamientos Topográficos.



Cuadro 6, Coordenadas del proyecto

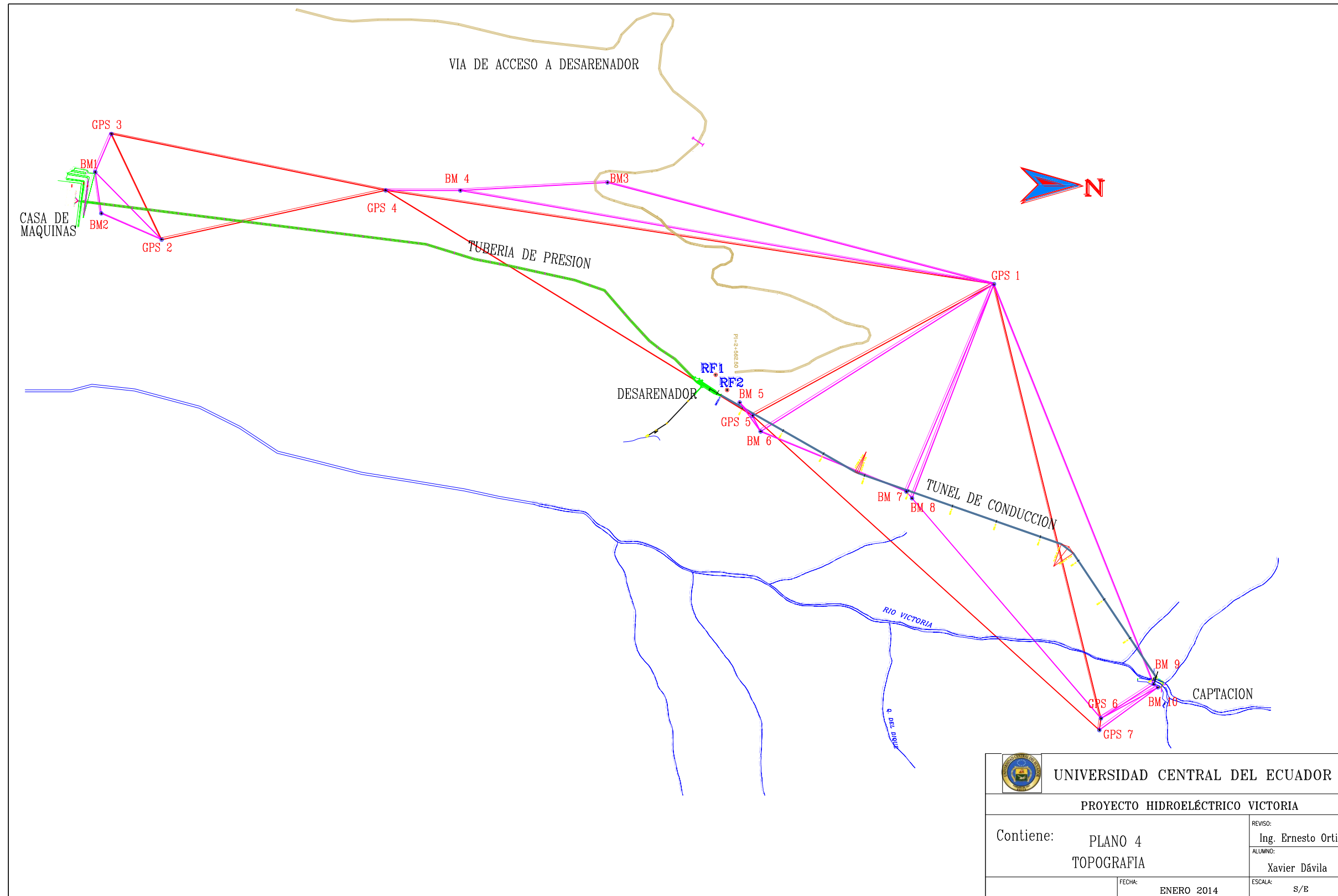
PUNTOS	NORTE	ESTE	COTA
GPS 1	9956229.235	831744.121	2818.312
GPS 2	9954440.648	831648.764	2415.121
GPS 3	9954332.740	831421.831	2373.868
GPS 4	9954921.919	831542.977	2600.607
GPS 5	9955710.179	832026.738	2831.330
GPS 6	9956458.981	832676.868	2868.066
GPS 7	9956455.510	832702.045	2878.590
RF1	9955631.123	831939.056	2783.648
RF2	9955655.627	831971.744	2791.150
BM1	9954297.919	831503.740	2368.926
BM2	9954310.955	831592.341	2362.959
BM3	9955398.488	831525.972	2597.597
BM4	9955082.462	831543.284	2603.687
BM5	9955682.671	831998.468	2821.328
BM6	9955727.583	832060.751	2835.022
BM7	9956040.815	832189.817	2899.625
BM8	9956053.072	832204.123	2899.367
BM9	9956572.498	832602.972	2789.432
BM10	9956581.274	832610.228	2791.800

Los cuales se pueden verificar en el *PLANO 4 Referencias Topográficas* como se aprecia en el plano los principales puntos que nos ayudan al replanteo tanto exterior como interior son las referencias 1 y 2.

Cuadro 7, Referencias para Túnel.

PUNTOS	NORTE	ESTE	COTA
RF1	9955631.123	831939.056	2783.648
RF2	9955655.627	831971.744	2791.150

PLANO 4, Referencias Topográficas.



3.2. Replanteo exterior del túnel

Para el replanteo exterior del túnel es necesario obtener un punto por triangulación en la misma alineación del túnel, tal punto lo obtenemos en coordenadas con la ayuda del plano digital en autocad.

Al momento de seleccionar la ubicación y/o separación exacta del punto debemos tomar en cuenta que no sea impedimento para el normal desarrollo del trabajo, tanto de maquinaria como del personal.

Foto 1, Ubicación Auxiliar Túnel.



Para este caso ubicamos el auxiliar exactamente a 25 m del inicio y la cota la calcularemos siguiendo la misma gradiente del túnel 0.3%.

Con la ecuación de la gradiente esto nos da:

Ecuación 1, Gradiente

$$G = \frac{\Delta h}{L}$$

G = gradiente

Δh = Diferencia de cotas

L = Longitud

Despejando: $\Delta h = G * L$

$$\Delta h = 0.003 * 25$$

$$\Delta h = 0.075 \text{ m}$$

Al tener la cota en el inicio del Túnel 2784.57, nuestro punto auxiliar tendrá la cota:
 $Z = 2784.57 - 0.075 = 2784.495 \text{ m.s.n.m.}$

Cuadro 8, Coordenadas referenciales para replanteo Túnel.

PUNTOS	NORTE	ESTE	COTA
RF1	9955631.123	831939.056	2783.648
RF2	9955655.627	831971.744	2791.150
AUX. T	9955620.452	831970.355	2784.495

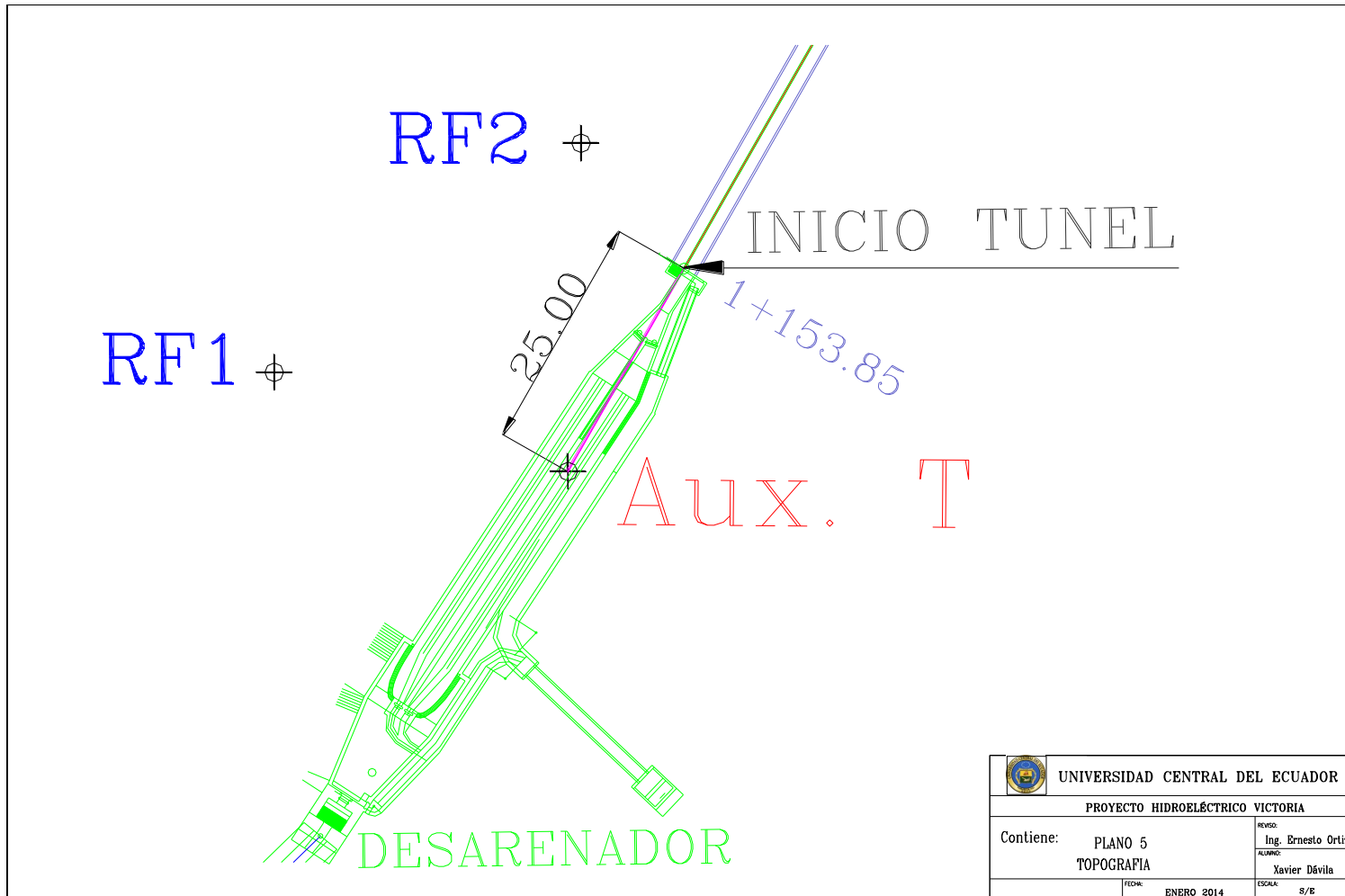
Estos puntos están representados para su mejor comprensión en el PLANO 5 Topografía.

Al estar ubicados ya con la estación Total en la misma alineación del túnel Aux. T, podemos replantear exteriormente al túnel con la ayuda de las coordenadas del primer Pi.

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
Pi1	9955934.109	832149.220	NO NECESARIO

Al tener la línea del túnel exteriormente podemos sacar un levantamiento del eje para determinar la cobertura exacta a lo largo del túnel.

PLANO 5, Ubicación Puntos de Referencia.

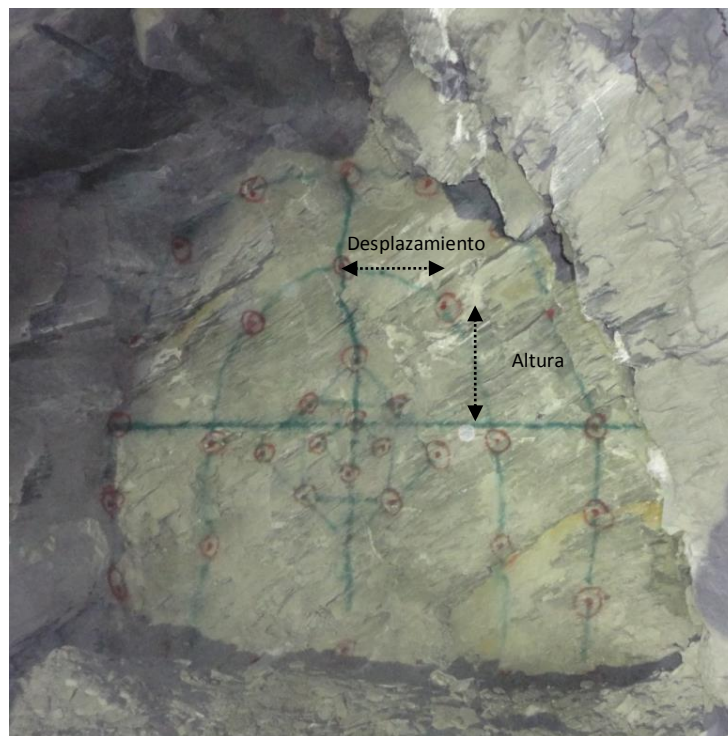


3.3. Replanteo interior del túnel

Para el replanteo interior del túnel se lo ha hecho por dos métodos

El método de replanteo interior del túnel consiste en ubicar una cruz en el centro vertical y horizontalmente, con coordenadas respecto al centro (desplazamiento; altura).

Foto 2, Método Cruz-Topografía



Para esto es necesario alinearnos al túnel con Aux T y el primer Pi. Al tener el punto Aux. T en la misma gradiente del túnel, ubicamos la estación total a igual altura del centro del túnel, esto es 1.50m, ayudándonos a ubicar el centro del túnel solo con el ángulo formado por la gradiente.

Ecuación 2, Ecuación Tangente

$$\tan \theta = \frac{y}{x} = \frac{\Delta h}{L}$$

$$\tan \theta = \frac{0.075}{25}$$

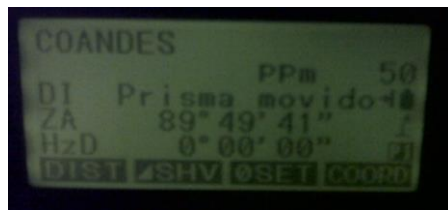
$$\theta = \tan^{-1} 0.003$$

$$\theta = 0^{\circ}10'19''$$

El replanteo Interior “Método Cruz Topografía” está representado en el PLANO 6 TOPOGRAFIA.

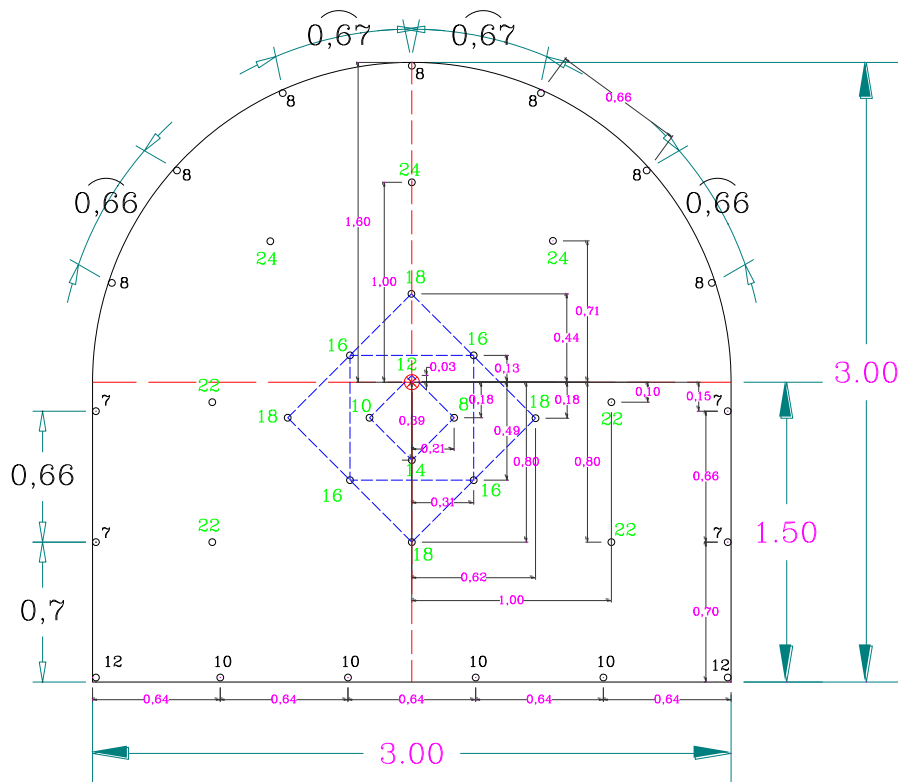
La estación total nos da el ángulo cenital vertical, por lo que tenemos que colocar el ángulo complementario, esto es; $89^{\circ}49'41''$. Prendemos el láser y está ubicado el centro del túnel, con las perillas de fijación marcamos la cruz.

Foto 3, Angulo de Alineación.

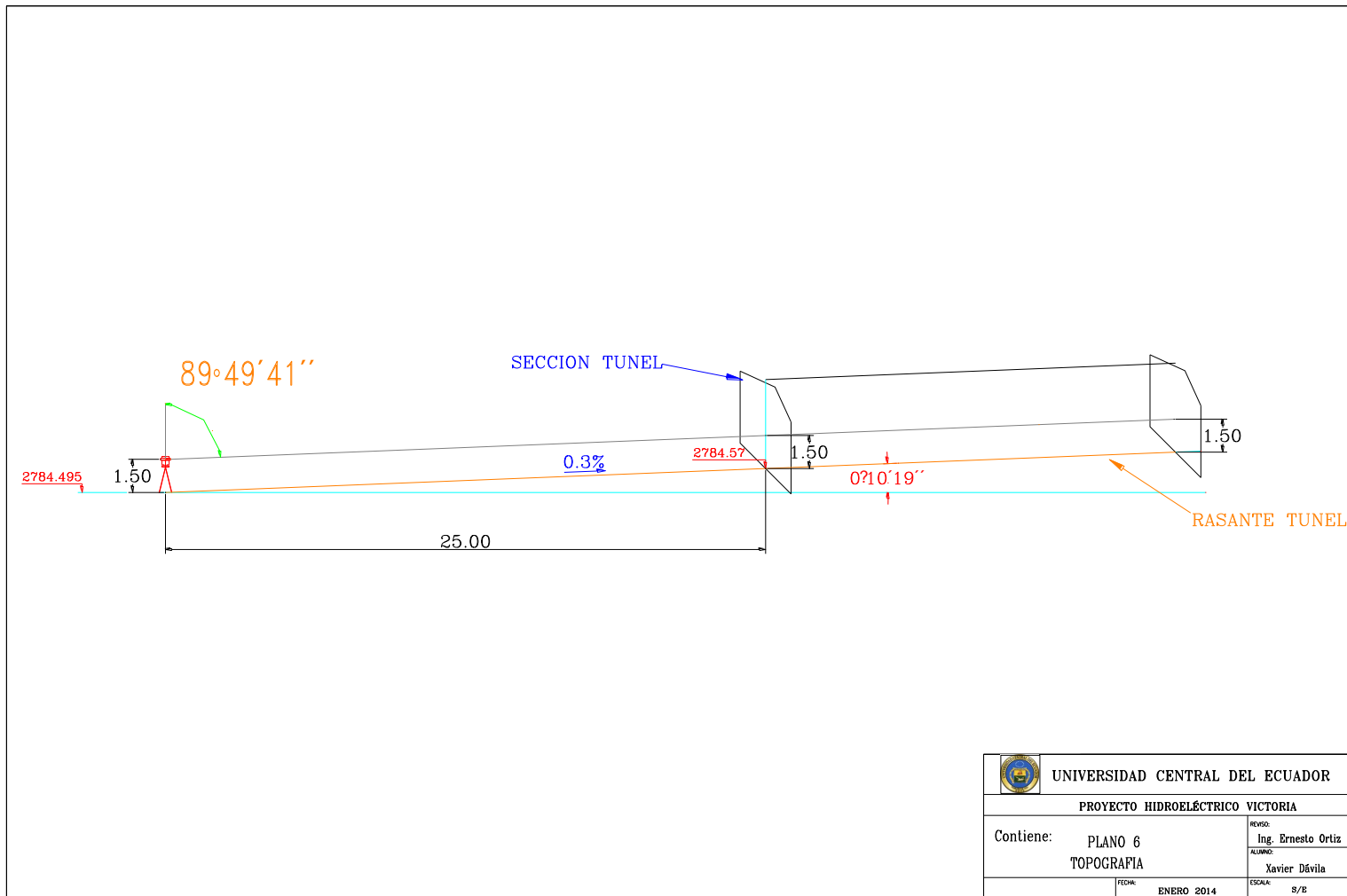


Con el centro del eje ubicado túnel también nos ayudara para el replanteo de los diferentes diagramas de disparo. Aquí un ejemplo.

Gráfico 19, Eje en el centro del Túnel.



PLANO 6, Método Cruz-Topografía



CAPITULO IV

4. GEOLOGÍA Y MECÁNICA DE ROCAS

El Túnel de Conducción del Proyecto Victoria, se excava en rocas metamórficas que conforman el basamento cristalino de la Cordillera Real. Las litologías excavadas hasta la fecha han correspondido casi exclusivamente de esquistos grafiticos con nódulos de cuarzo lechoso; sectores pequeños de esquistos cloríticos y seríticos y áreas de cuarcitas masivas que también afloran siendo una minoría.

Las estructuras de la esquistosidad medidas en las cercanías al Portal de Entrada al Túnel y las medidas en su interior, indican que las rocas tienen plegamiento cuyos ejes se hallan en posiciones variadas. Fallas geológicas milonitizadas han sido encontradas en varios tramos así como zonas puntuales de ingresos de agua, lo que es una gran ventaja frente a la litología predominante que es de esquistos grafiticos acompañados con sericitas y nódulos de cuarzo lechoso diseminado.

4.1. Estudios Geológicos y relación con la Construcción de Túneles

Los estudios geológicos determinación las necesidades de cada etapa de diseño y deben ejecutarse incluyendo:

- ❖ Estudio de arquitectura geológica del área
- ❖ Determinación preliminar de parámetros geológicos relevantes
- ❖ Determinación de factores de influencia

Con esta información se realizaran los modelos preliminares que deberán actualizarse con los nuevos resultados obtenidos en cada etapa de construcción, obteniendo modelos geológicos, geotécnicos e hidráulicos mejorados con análisis estadísticos y probabilísticos.

Los estudios geológicos podemos organizarlos por diferentes etapas.

Etapas 1: ESTUDIOS PRELIMINARES:

Estudios realizados en oficina, reconociendo el sector del terreno mediante:

1. Bibliografía
2. Fotografías aéreas
3. Mapas topográficos

Estos estudios nos ayudó a detectar la posibilidad de un aprovechamiento hidroeléctrico en la cuenca del río “Victoria”, posteriormente se procedió a un reconocimiento del área.

Etapas 2: ESTUDIOS DE SUPERFICIE:

Estudio que nos ayuda teóricamente a conocer la geología del área interesada mediante:

1. Cartografía geológica a detalle
 - a. Litología
 - b. Discontinuidades
 - c. Distribución de fallas geológicas
2. Revelamiento Hidrogeológico
 - a. Localización de afloramientos de agua y manantiales
 - b. Colección de muestras
3. Prospecciones Geofísicas
 - a. Investigaciones sísmicas de refracción y geoelectricas

***Etapa 3:* PROGRAMACIÓN DE PROSPECCION DEL SUBSUELO**

Se estudia las diferentes alternativas o propuestas para los puntos considerados.

***Etapa 4:* INVESTIGACIONES DEL SUBSUELO**

Se realizan en campo los diferentes:

1. Sondajes
2. Calicatas
3. Ensayos in-situ y de laboratorio
4. Prospecciones geofísicas

***Etapa 5:* EVALUACIÓN DE DATOS**

Etapa en la cual se elaboran informes y documentos geotécnicos.

4.2. Geología General a través del Túnel.

Entre los trabajos previos a la construcción de un túnel, el más importante es sin duda el reconocimiento lo más completo posible de la geología de la zona.

La ubicación general de un túnel puede determinarse por razones de circulación, transporte, concepción general de la obra, etc. Pero el trazado definitivo debe ser hecho considerando fundamentalmente los antecedentes geológicos, estos tienen gran importancia ya que el costo de un túnel se incrementa a medida que la calidad de la roca se deteriora. En todo caso por razones de construcción, el trazado debe ser lo más recto posible.

La información geológica permite al constructor conocer la descripción de la presencia rocosa, los distintos tipos de roca y sus contactos, fallas, diaclasas, plegamientos, grado

de fracturamiento y alteración de la roca, etc. Es de especial importancia la información que se obtenga acerca de la presencia de agua durante la construcción.

Toda esta información debidamente interpretada, posibilita enormemente una elección adecuada del trazado.

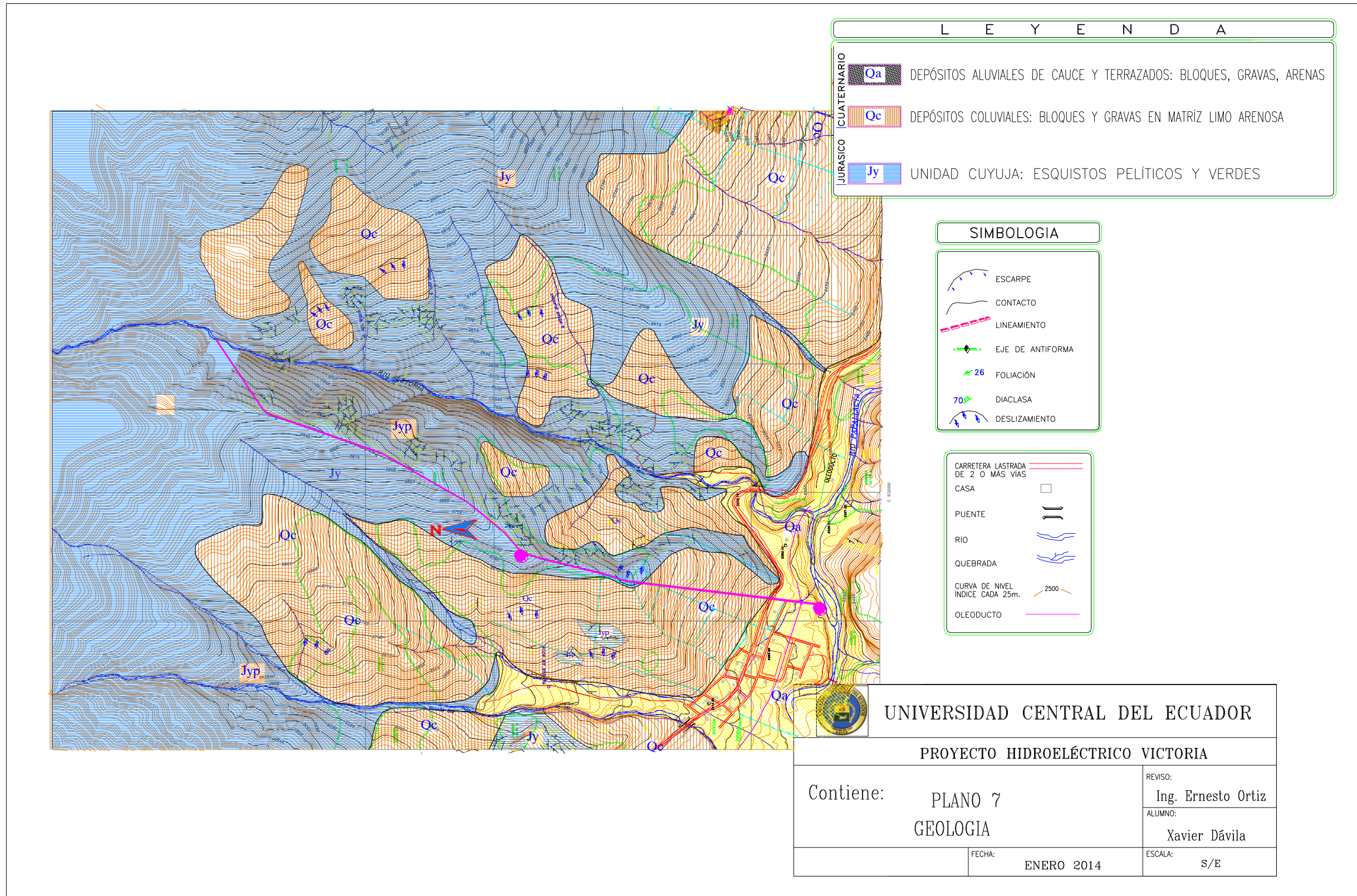
En el caso de la construcción de túneles importantes, se dispone de un geólogo experimentado en el frente de trabajo, con el fin de poder detectar oportunamente accidentes geológicos que puedan dificultar el avance.

La geología de la zona del proyecto se presenta en el mapa, en el cual se ha incorporado la información del levantamiento geológico realizado por la EPN Escuela Politécnica Nacional y el levantamiento geológico realizado por INGECONSULT en la etapa de pre factibilidad y sobre todo los datos obtenidos en el estudio del Proyecto Hidroeléctrico Quijos y las inspecciones de campo regionales. PLANO 7 Geología General. Como se puede apreciar la totalidad del túnel atravesaría la Unidad Cuyuja: Esquistos Pelíticos y Verdes.

El Túnel de Conducción del proyecto tiene forma de un canal embaulado que cubre una longitud de 1155,50 m en tres tramos:

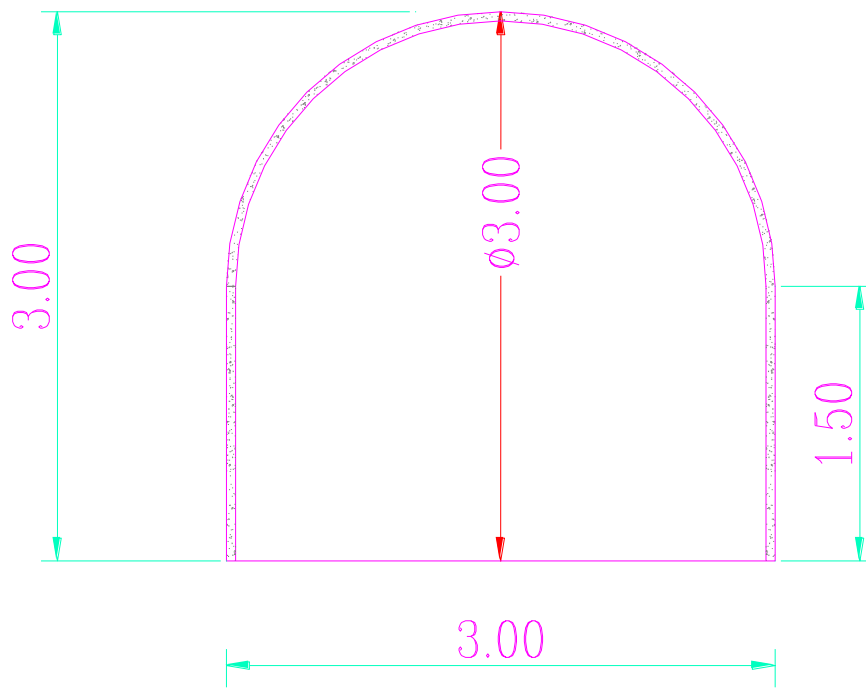
- N°.1 de 337,30 m. con un rumbo N 56 E;
- N°.2 de 482 m. con rumbo N 19 E y
- N°.3 de 336,2 m. con rumbo N 30 E.

PLANO 7, Geología General.



El túnel tiene una sección mixta, base 3 m, de altura 1.50 m y el embaulado tiene un diámetro de 3 m con una pendiente longitudinal de 0.3%.

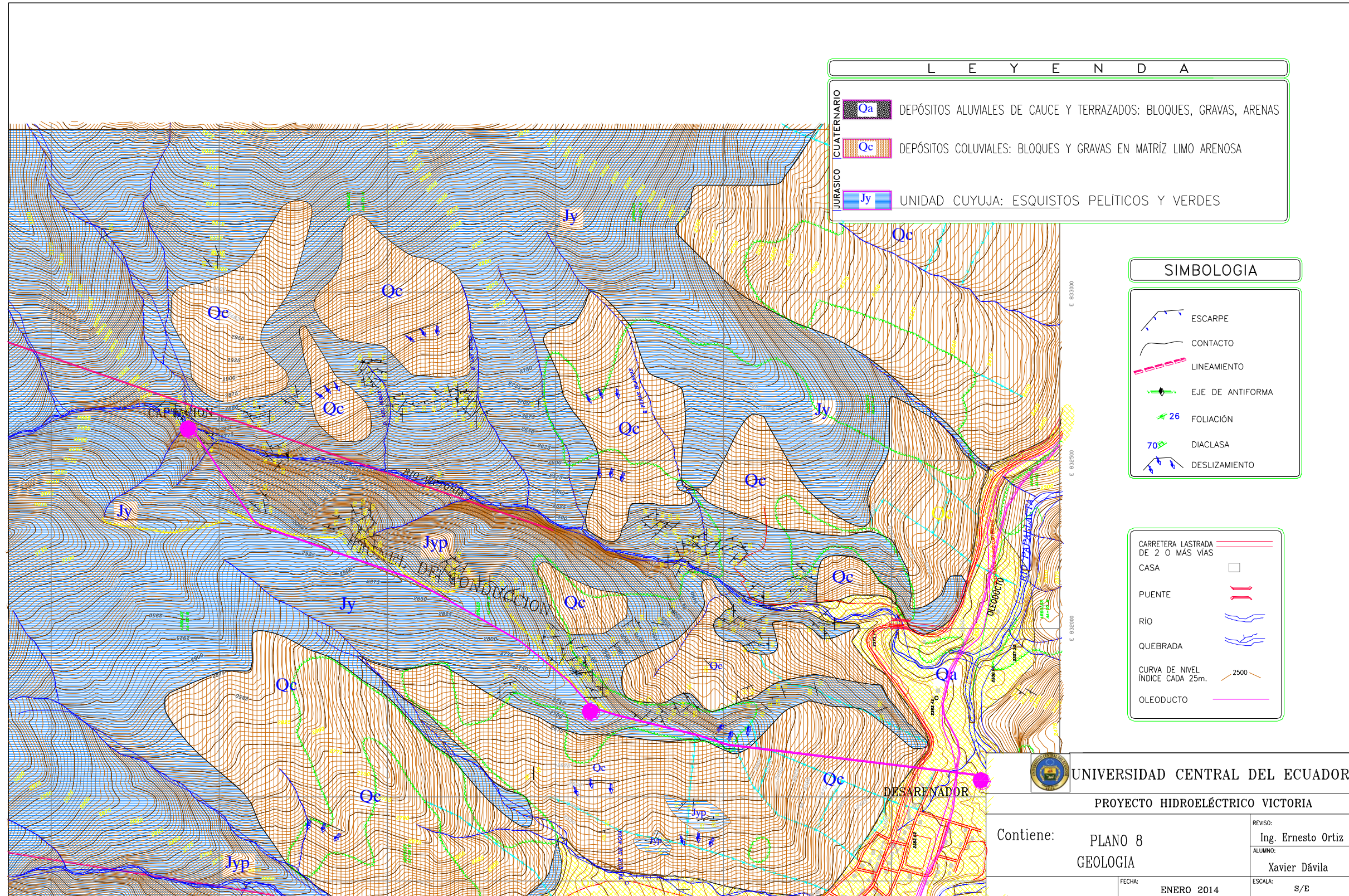
Gráfico 20, Sección del Túnel.



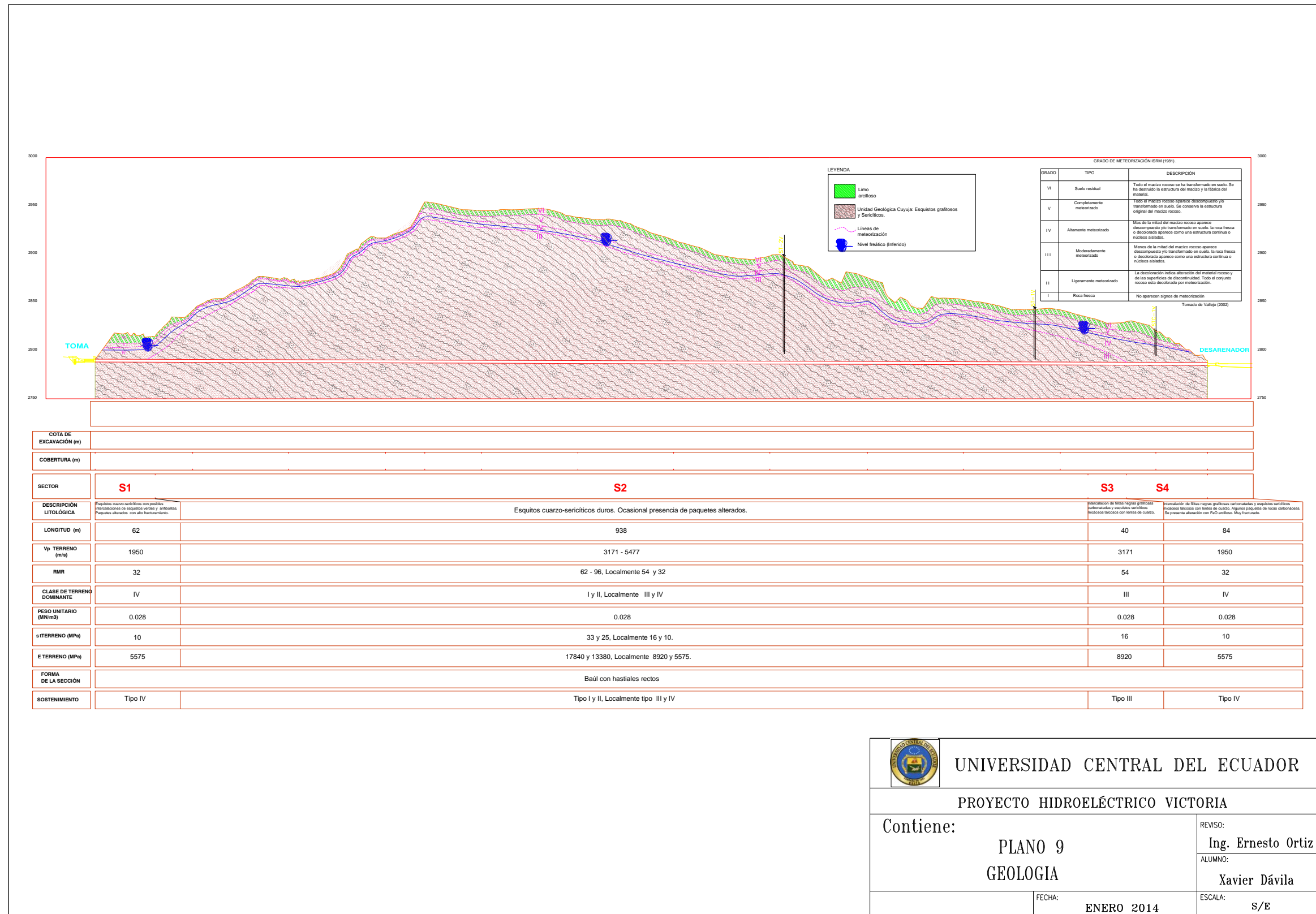
Se excavará utilizando métodos convencionales que se especifican en el capítulo 6 y comenzara desde el desarenador, es decir por el tramo N°.3 La ubicación se presenta en el PLANO 8 *Geología general del Proyecto* y el perfil geológico consta en el PLANO 9 *Perfil Geológico*.

La Morfología del Túnel se excavará bajo la cuchilla divisoria de aguas de los ríos Cuyuja y Victoria. El talud correspondiente a la margen derecha del valle del río Victoria presenta fuertes pendientes y se aprecia el macizo rocoso aflorando en todo su trayecto y se presenta estable, a diferencia del talud de la margen izquierda del río Cuyuja que es más tendido y en su totalidad cubierto de pastizales y con manifestaciones de reptación.

PLANO 8, Geología del Túnel.



PLANO 9, Perfil Geológico.



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR

PROYECTO HIDROELÉCTRICO VICTORIA

Contiene:

PLANO 9
GEOLOGIA

REVISOR:
Ing. Ernesto Ortiz

ALUMNO:
Xavier Dávila

FECHA:
ENERO 2014

ESCALA:
S/E

Antes de iniciar con el análisis geológico que atraviesa el túnel en construcción se considera importante mencionar la Geología encontrada en la excavación del Portal de Salida del Túnel. Los portales de túneles son obras de gran importancia para la seguridad de los trabajadores y equipos que laboran en la excavación subterránea por lo que la estabilidad de la ladera debe ser óptimo.

El talud donde se efectuó la excavación de Portal de Túnel de Conducción está conformado por el siguiente perfil de meteorización, descrito de arriba hacia abajo:

Cuadro 9, Perfil de meteorización del Talud

PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCION
0.00 a 0.60	En el sector superior cubriendo toda el área, suelo orgánico color oscuro, plasticidad media; sector orgánico con presencia de raíces.
0.60 a 5.00	Suelo residual limoso arcilloso, en capas café amarillentas de alta plasticidad. Suelo tipo MH a CH de SUCS.
5.00 a 8.00	Horizonte de transición suelo-roca altamente alterada y descompuesta. Matriz limosa arcillosa de plasticidad media a alta (Tipo CL a MH) englobando a clastos angulosos descompuestos de esquistos y eventuales cuarzos de veta bien conservados.
8.00 a 26.00	Basamento metamórfico paleozoico de la Cordillera Real. Esquistos cloríticos, sericíticos e importantes sectores con esquistos grafiticos, todos con alta alteración y alta fracturación (100fracturas/1m) Se observan también cuarzo en vetas de espesor centimétrico.

El Portal de Salida y el Túnel de Conducción se encuentran en una zona geológica de rocas metamórficas de edad Paleozoica. Su condición geomecánica en el Portal de

salida del Túnel y en los primeros centenares de metros del Túnel, las ubican como rocas tipo IV y V de la clasificación de Bieniaswski; es decir, rocas de mala a muy mala calidad para construcciones.

Esta condición geomecánica predice la existencia de empujes importantes en los hastiales y un radio amplio de la zona con comportamiento plástico sobre la clave. Este “radio plastificado” podrá tener una longitud mayor a 2m, por lo tanto, la longitud de los anclajes podría ser mayor.

No se conoce la presencia de agua subterránea, la cual podría degradar más a la pobre condición geomecánica de los esquistos grafiticos.

En el inicio de la excavación del túnel se encontró una geología similar a la encontrada en la conformación del Portal de Salida, la cual nos indicaba valores del índice de Q de Barton entre $0.099 < Q < 0.025$ lo cual califica al macizo como roca extremadamente mala a muy mala.

Además, las rocas se encuentran fracturadas, plegadas y con grados de alteración variables. Su condición Geo mecánica en el Portal de Salida del Túnel y en los primeros centenares de metros del túnel, las ubican como rocas de tipo IV y V de la clasificación de Bieniaswski.

Cuadro 10, Clasificacion de Bieniaswki.

Clase	I	II	III	IV	V
Calidad	Muy Buena	Buena	Media	Mala	Muy mala
Valoración RMR	100-81	80-61	60-41	40-21	< 20
<i>Características</i>					
Clase	I	II	III	IV	V
Tiempo de mantenimiento y longitud	20 años con 15 m de luz	1año con 10 m de luz	1semana con 5 m de luz	10 horas con 2,5 m de luz	30 min. con 1m de luz
Cohesión	> 4 kg/cm ²	3-4 kg/cm ²	2-3 kg/cm ²	1-2 kg/cm ²	< 1 kg/cm ²
Angulo de fricción	> 45°	35°-45°	25°-35°	15°-25°	15°

CAPITULO V

5. GENERALIDADES DE TÚNELES

Las razones fundamentales para desarrollar la construcción de un túnel varían:

- a) Topografía: la topografía del terreno puede limitar la implantación de una obra civil cuyas especificaciones obligan a tener pendientes límite y trazado del eje.
- b) Económicas: en muchas ocasiones resulta más conveniente atravesar montículo o un obstáculo mediante un túnel que rodearlo; por lo cual el tiempo también puede disminuir considerablemente al ejecutar esta construcción.
- c) De Ordenación urbanística y de tráfico: la implantación de metros subterráneos facilita la movilidad en las grandes urbes.
- d) Estéticas y salud: para la circulación de aguas residuales y saneamiento en las ciudades.
- e) En Minería: aunque se suelen denominar galerías o pozos, dependiendo de la orientación, su fin es unir dos puntos, en el caso, para acceder a la explotación de una mina.

Características de un Túnel:

- 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.
- La rasante dependerá de los parámetros determinantes de la obra a realizar, la pendiente máxima admitida, del mejor drenaje del agua motivo por el cual es normal diseñar túneles convexos.

- La sección está directamente relacionado con el estudio geomecánica del terreno para construirlo y de las características de la obra.

5.1. Definiciones de Túneles

El túnel es una obra de construcción subterránea que se excava siguiendo su eje y es usada en los siguientes casos:

- a. Cuando es más económico atravesar un macizo que trazar un canal o una vía por su contorno.
- b. Cuando la pendiente transversal del terreno es elevada (mayor de 45%) y el material no permite asegurar la estabilidad del canal o la plataforma de la vía.

El túnel debe mantener la pendiente del canal o la rasante de la vía, y seguir la distancia más corta la cual se verá alterada por las condiciones topográficas, geológicas y geomorfológicas del terreno.

La forma de la sección del túnel debe ser tal que su área permita la circulación del caudal máximo como del tráfico y resista las presiones, las cuales determinan la forma de sección y el tipo de revestimiento del túnel

Este paso subterráneo nos ayuda a comunicarnos entre 2 puntos sin remover la superficie natural del terreno.

De acuerdo con su finalidad se puede tener los siguientes:

a. Conducción Hidráulica.

1. Construcciones Hidroeléctricas
2. Proyectos de dotación de Agua potable y para riego
3. Alimentación plantas industriales

b. Conexiones de Tráfico

1. Carreteras
2. Ferrocarriles
3. Peatonales
4. Metro

c. Servicios de Almacenaje

1. Bodegas
2. Garajes
3. Refugios
4. Parqueamientos.

Además de estos propósitos, es de importancia la clasificación, localización, las condiciones del terreno y la alineación teniendo esto una influencia decisiva en la sección del túnel a adoptarse, el método de construcción a emplearse y el diseño definitivo.

Un túnel es una obra de ingeniería que para su construcción se requiere de la información básica para la selección de técnicas, materiales y equipos especiales y de análisis de los factores geológicos, geotécnicos e hidráulicos.

La construcción de túneles deben considerarse también factores económicos (análisis de alternativas), seguridad y durabilidad de la obra.

5.2.Necesidades para la Construcción

Previa la construcción del túnel se requiere estudios de factibilidad; estudios geológicos que se necesitan para saber la clase de material existente en la zona, así como también sus características estructurales, tanto físicas como mecánicas, factores que inciden en la planificación adecuada en lo referente a equipos, personal y método de trabajo a ser empleado en las obras.

El abastecimiento de equipos y materiales a utilizarse durante los trabajos, tomando en consideración la programación y planificación de las actividades, que fallas aparentemente sin importancia puede ocasionar la paralización total o parcial de la excavación.

El mantenimiento de equipos y maquinaria, también se debe tomar en consideración, con la programación preventiva, teniendo en cuenta de la gran variedad de equipos que se utiliza en la construcción de túneles.

Los caminos de acceso a los frentes de trabajo deben ser atendidos con la importancia debida.

El archivo de datos técnicos, alineaciones, niveles y planos de diseño, con sus respectivas especificaciones determinan la historia de la obra.

Se debe cumplir las especificaciones técnicas impuestas para la obra, en el cual la labor del ingeniero es ejecutar y coadyuvar en la ejecución de los mismos.

5.3. Estudios Preliminares:

Dentro de los estudios preliminares a la construcción de un túnel se tiene:

Estudios Geológicos: El estudio de la zona por donde va a atravesar el túnel, comprende el conocimiento del Mapa Geológico afectado a la totalidad del trazado proyectado y sus posibles variantes para decidir con pleno conocimiento de causa.

Este estudio determinara con aproximación la naturaleza de los terrenos encontrados, su repartición a lo largo del trazado, poniéndose la atención máxima en los sitios donde posiblemente existan accidentes geológicos como fallas y regiones de dislocación.

Mediante este estudio se intenta además determinar las posibles zonas de afloramiento de agua subterránea así como terrenos muy malos, mediante este estudio se puede rechazar o modificar un trazado.

Sondeos y Galerías: Son actividades necesarias para el diseño de túneles para precisar la naturaleza de las capas subterráneas, su estado físico, su consistencia y grado de humedad, los sondeos se realizan por pozos o por perforaciones; lo recomendable para sondeos sería hacerlos por pozos, moviéndose a lo largo del eje del Túnel para obtener una información exacta.

5.4.Instalación de Servicios y Equipos para la construcción del Túnel en la Hidroeléctrica Victoria

Para la construcción del túnel es fundamental la correcta instalación de equipos y maquinaria de acuerdo con el avance de la obra refiriéndose previamente las instalaciones básicas. Entre las principales tenemos:

- a. Instalaciones de Energía Eléctrica
- b. Instalaciones de Ventilación
- c. Instalaciones de Aire Comprimido
- d. Instalaciones de Agua a Presión
- e. Instalaciones para los Equipos de Perforación y Rezaga
- f. Instalaciones para Agregados y Producción de Hormigones
- g. Instalaciones para Evacuación de Agua Subterránea
- h. Instalaciones para Talleres de Ventilación

5.4.1. Instalación de Energía Eléctrica.

La energía eléctrica es suministrada por una planta de 250 Kw que está localizada cerca de la boca de entrada del túnel y sobre una plataforma de hormigón que garantiza su estabilidad; esta energía es conducida por cables de tensión fijadas en las paredes del túnel, con la finalidad de evitar cualquier incidente que se pueda suscitar por el paso de las máquinas y el movimiento del personal.

Foto 4, Planta de 250 Kw.



La iluminación en el túnel es en base a lámparas alimentadas por una energía de 250 voltios, situadas cada 15m para garantizar así una iluminación eficiente.

Foto 5, Lámparas reflectoras.



Para ventilación existen instalaciones de 440 voltios, tanto para el ventilador exterior como para el interior.

Foto 6, Instalación eléctrica para ventilador.



El equipo de perforación funciona con una energía de 440 V, para los cuales se utiliza transformadores de 220/440.

Tomemos en cuenta que la dotación de energía eléctrica es un elemento básico para la excavación misma del túnel y todas las demás actividades constructivas.

5.4.2. Instalación de Ventilación.

La ventilación del túnel se lo hace por medio de ventiladores revestibles tipo axial, cuya capacidad es de 1300m³/minuto.

Foto 7, Manga de ventilación 70 mm.



El ducto es de polietileno con un diámetro de 70 mm esa manga de ventilación está sometida a presiones relativamente bajas razón por la cual el material con el cual está construido, es de baja resistencia la manga está instalada en la bóveda del túnel, y es aumentada periódicamente en su longitud conservando siempre una distancia de 40 metros entre la boca del ducto y el frente de excavación, esto para dar una mayor maniobra al equipo de perforación y para evitar posibles daños en el momento del disparo, y solucionar los gases acumulados inmediatos al disparo.

5.4.3. Instalación de Aire Comprimido

La provisión de aire comprimido al túnel se lo realizan por medio de una tubería de 2 pulgadas de diámetro conectadas a un compresor y un pulmón de aire.

Foto 8, Compresor y Pulmón de aire.



El aire comprimido se utiliza para el funcionamiento del martillo neumático de jumbo, existiendo tomas de aire cada 50mtrs, en la tubería de conducción, pues siempre se requiere de martillos neumáticos a lo largo de todo el túnel, por esta razón se necesita contar con tomas de aire cada cierta distancia.

5.4.4. Instalación de Agua a Presión

El agua es conducida por una tubería de hierro galvanizado de 2 pulgadas de diámetro al túnel y su captación se lo hace desde la quebrada “Cuyuja” ubicada al nor-este del portal de salida del túnel (viene parte superior “taludes”).

Foto 9, Tanque de agua en taludes del portal de salida del Túnel



El agua es conducida para satisfacer las necesidades de perforación, hormigón lanzado, inyección de pernos e instalaciones sanitarias en el frente de trabajo.

5.4.5. Instalaciones para los Equipos de Perforación y Rezaga.

El jumbo hidráulico para su funcionamiento requiere de un sistema de orugas. Es alimentado por una potencia de 440 V. A demás de esta corriente eléctrica, se requiere de agua a presión que va directamente a los barrenos para el proceso de perforación.

Foto 10, Jumbo alimentado con 440V



La rezagadora es la maquina Scoopther que funciona con diesel, para lo cual se tiene un cubeto con trampa de grasas.

Foto 11, Cubeto 6000 Lts. y Trampa de Grasas.



5.4.6. Equipos utilizados en el Túnel de la Hidroeléctrica Victoria

Las Características del Crawler Rock Drill Jumbo (perforadora) son: Velocidad de perforación de 0,8 a 2 m / min, se puede trabajar con una alta eficiencia.

- ❖ Esta máquina jumbo de perforación subterránea tiene un sistema de perforación hidráulica controlada avanzada que es seguro y fácil de manejar. El sistema incorpora la parada automática y la función anti-jamming, la cual asegura que la máquina se detendrá automáticamente al punto final.
- ❖ Puede caminar con flexibilidad con tracción diesel directa que puede transportar materiales a una larga distancia.
- ❖ El jumbo doble brazo tiene un bajo centro de gravedad, gran movilidad y estabilidad notable. Es especialmente juego para los túneles de gran sección.

Cuadro 11, Parámetros técnicos de Crawler Rock drill Jumbos.

MODELO	FAMJ-10 ^a
Velocidad de siembra (m / min)	0,8-2
Drill longitud de la barra (m)	2.435
Diámetro del agujero (mm)	27-45
Profundidad del agujero (una vez) (m)	2,1
Sección transversal W × H (m × M)	2 x 2 a 3,5 x 3,5
Velocidad de desplazamiento (km / h)	2,5
Número rock drillmodel	1× HYD200
Dimensiones L x W x H (m)	6,5 × 0,9 × 1,5
Potencia del motor (kw)	30
Voltaje (V)	380
Peso total (kg)	5500
Boom número y tipo	1× ZB2.4
Arriba / abajo (°)	55/16

Ángulo de balanceo interior / exterior (°)	14/47
Extensión (m)	1,5
Ángulo de giro (°)	180/180
Número del impulsor y el tipo	1 × TJ2.1
Arriba / abajo (°)	105/15
Ángulo de giro (izquierda / derecha) (°)	45/45

FRESADORA ROTATORIA:

Las características de la fresadora son:

Es una fresadora en frío destinada a operar con materiales duros y compactos como asfalto, roca y cemento. Se aplica a la mayor parte de las máquinas excavadoras y es ideal para efectuar canalizaciones en materiales duros y compactos, perfilado de paredes en roca y cemento, extracción de materiales en carretera, demolición y dragados. La máquina es indispensable allí donde los normales sistemas de excavación son demasiado débiles y los sistemas de percusión son poco eficaces. Su trabajo produce materiales de pequeñas dimensiones, sin generar fuertes vibraciones en el ambiente circunstante.

Foto 12, Excavación con fresadora.



Esta máquina es aplicada directamente en el extremo del brazo excavador y es gobernada y dirigida a través del movimiento del brazo de la maquina motriz.

El motor hidráulico es de pistones radiales y de toma directa con los tambores fresadores de eje horizontal que giran trituran y desprenden el material a fresas. La remoción se efectúa mediante los dientes de “metal duro” de los tambores. El eje del motor no sufre las sollicitaciones de trabajo de los tambores, ya que estos están sostenidos de manera independiente por cojinetes especiales.

La potencia hidráulica es transmitida por la maquina motriz a la maquina mediante tubos flexibles. Esta máquina se utilizó en el primer tramo de excavación del túnel de Conducción.

MAQUINA MOTRIZ: Retroexcavadora

La retroexcavadora es una de las maquinas más versátiles en las áreas de construcción y de obras viales, en lo se refiere a movimientos de tierra y traslado de materiales. Diseñada para cumplir con las más altas exigencias en cuanto a seguridad y por sobre todo de la vida útil de la maquina.

Foto 13, Retroexcavadora; Maquina Motriz



El chasis de la retroexcavadora es fabricado de manera muy resistente, de esta manera se consiguen mejor índice de productividad resistencia y durabilidad gracias a su diseño como cargadora y *excavadora versátil*. En cuanto a la capacidad de excavación es excepcional gracias a la geometría y al potente sistema hidráulico de flujo compensado y sensible a la carga, que proporcionan además una mayor capacidad de elevación y ciclos de carga más rápidos

Acopladores rápidos de la retroexcavadora. Los acopladores rápidos permiten la conexión rápida de accesorios y otras herramientas, en nuestro caso la fresadora y el martillo. El diseño de sujetador de pasadores de alta rotación de la serie E permite cambiar los cucharones sin quitar los pasadores del cucharón.

Foto 14, Acople Martillo



Cuadro 12, Datos técnicos de la fresadora

Características	unidad de Medida	Modelos						
		TF 200	TF 400	TF 600	TF 800	TF1000	TF 2000	TF 3000
Presion de funcionamiento	bares	200/350	200/350	200/350	200/350	200/350	200/350	200/350
Caudal aceite	vmin	45/75	60/105	80/145	100/180	140/250	180/330	270/475
Velocidad	r.p.m	110/180	80/140	65/115	60/105	50/90	60/110	45/80
Fresadora								
Rotatoria								
Potencia	kw	25	35	47	59	82	106	155
Hidraulica max. aplicable	cv	34	47	64	80	112	145	210
Masa(*)	kg	262	430	582	1050	1310	2205	3720

Detrás de los equipos de excavación y avance se sitúa el denominado "equipo de rezaga" (o en denominación inglesa *back up*), constituido por una serie de plataformas arrastradas por la propia máquina y que, a menudo, ruedan sobre rieles que la misma tuneladora coloca, donde se alojan todos los equipos transformadores, de ventilación, depósitos de mortero y el sistema de evacuación del material excavado.

5.5.Actividades del personal

El personal está clasificado de acuerdo a las diferentes necesidades que se presentan tales como: instalación, reparación y mantenimiento.

Para instalación y mantenimiento hay un equipo dirigido por un ingeniero Eléctrico y otro por un ingeniero Mecánico, los cuales desempeñan un papel muy importante en el avance de la obra, evitándose de esta manera pérdidas de tiempo que se pueden producir por daños mecánicos en equipos de perforación, rezaga, ventilación, alumbrado eléctrico, entre otros.

En el taller existe un personal de mecánica cuya función es la reparación de equipos en general.

El personal antes mencionado es renovado mediante turnos de 17 horas.

5.6.Suministros de piezas y accesorios:

El equipo y maquinaria empleado en la construcción del túnel de conducción para su buen funcionamiento requirió de un mantenimiento eficiente, esto implicó el cambio de piezas gastadas o destruidas por efecto del uso y la renovación de algunas piezas y accesorios, se tiene un stock en el campamento y otras en distribuidoras las cuales se encargaran de enviar los repuestos a el sitio de la obra, con todo el material requerido para la reparación del equipo.

En lo referente a materiales de construcción y de acuerdo a las especificaciones, el abastecimiento del cemento Portland, estuvo a cargo de la entidad pertinente, y fue proporcionada de acuerdo a la solicitud del avance de la obra.

CAPITULO VI

6. MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN

La construcción de túneles requiere de un conjunto de medios técnicos y administrativos como son: el suministro y transporte de equipos, materiales de protección drenaje, iluminación, ventilación y el desalojo del material excavado.

Las excavaciones subterráneas del túnel se realizan según las líneas de túnel, pendientes, niveles, dimensiones y como lo ordenó la fiscalización. Cabe señalar la sección de excavación será exacta dependiendo de la calidad de los materiales encontrados durante la excavación del túnel.

Toda actividad dentro del túnel deberá contar con la aprobación de Fiscalización, previa aprobación de la metodología presentada por parte de la empresa constructora y si dicha metodología no fuese la más idónea se deberá implementar otra según las condiciones del suelo.

6.1.Métodos de Construcción de Túneles.

La construcción de túneles el problema principalmente es el de excavación y transporte; como algo secundario existe la ejecución del revestimiento.

La excavación en túneles presenta dos características especiales, que son las que influyen directamente en el costo de metro cubico de material excavado:

- La ejecución de las labores de excavación se desarrolla en un espacio reducido, donde es necesario hacer compatible la excavación propiamente dicha con la carga y transporte de los escombros. Lo reducido de la sección del frente de trabajo obliga a emplear maquinaria de características especiales que aceleran considerablemente el rendimiento sin necesidad de disponer de mano de obra numerosa;

únicamente es necesario proyectar un sistema de transporte adecuado para que todos los elementos estén debidamente coordinados.

- En secciones grandes y terrenos especialmente no resistentes es preciso adoptar un sistema de excavación por partes, que permite reducir a un mínimo el costo de la entibación necesaria para sostener el terreno excavado, mientras se procede al revestimiento. El sistema de soporte es más complicado y costoso a medida que el terreno es menos resistente y consecuentemente está sujeto a mayores empujes durante la excavación.

En túneles de condiciones malas, debajo del agua, hay que recurrir a métodos especiales de ejecución que encarecen notablemente el costo de la obra.

Los métodos constructivos se clasifican en cuatro grupos, que se describen a continuación:

6.1.1. Excavación con explosivos

Durante muchos años ha sido el método más empleado para excavar túneles en roca de dureza media o alta, hasta el punto de que se conoció también como Método Convencional de Excavación de Avance de Túneles. La excavación se hace en base a explosivos, su uso adecuado, en cuanto a calidad, cantidad y manejo es muy importante para el éxito de la tronadura y seguridad del personal, generalmente se usa dinamita. La excavación mediante explosivo se compone de las siguientes operaciones:

- Perforación
- Carga de explosivo
- Disparo de la carga
- Evacuación de humos y ventilación
- Saneamiento de los hastiales y bóveda
- Carga y transporte de escombros
- Replanteo de la nueva tronadura

6.1.2. Excavaciones mecánicas con Máquina:

Se consideran en este grupo las excavaciones que se avanzan con máquinas rozadoras; con excavadoras, generalmente hidráulica – brazo con martillo pesado o con cuchara, sea de tipo frontal o retro; con tractores y cargadoras (destrozadoras) e, incluso, con herramientas de mano, generalmente hidráulicas o eléctricas

6.1.3. Excavación mecánica con máquinas integrales no presurizadas:

Esta excavación se realiza a sección completa empleando las máquinas integrales de primera generación o no presurizadas. Otro rasgo común es que, en general, la sección de excavación es circular.

6.1.4. Excavación mecánica con máquinas integrales presurizadas:

La baja competencia del terreno suele asociarse a casos de alta inestabilidad y presencia de niveles freáticos acota superior a la del túnel la primera solución aplicada a los escudos mecanizados abiertos para trabajar en estas condiciones fue la presurización total del Túnel.

6.2. Métodos Corrientes de Excavación

6.2.1. Método Inglés:

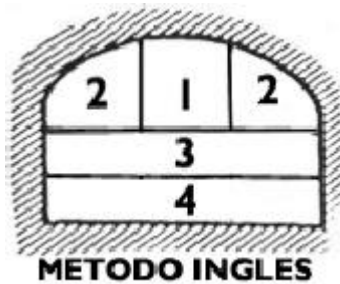
Recibe su nombre por haber sido aplicado en túneles a través del tipo de terreno que usualmente se localiza en Inglaterra, como son las arenas y areniscas. Su principal característica es proceder el avance de la perforación a sección completa del túnel, en una sola operación. Este método presenta inconveniente a lo que a rezaga se refiere, pues se requiere varias actividades a nivel del piso inferior.

En cambio presenta la ventaja de permitir las voladuras en una sección que da a los obreros más espacio en las galerías estrechas característica de otros métodos.

En la siguiente figura se indica las diversas etapas de excavación y se enumeran de acuerdo al orden de ejecución.

Si el terreno exige revestimiento, este se hace por etapas.

Gráfico 21, Construcción del Túnel según el Método Ingles



6.2.2. Método Belga:

Se basa en los principios que permitieron la construcción, en 1828, del túnel del Charleroi en el canal que enlaza Bruselas y Charleroi,

Trata de excavar en la forma más rápida posible la bóveda del túnel y revestirla, si es necesario. Con este objeto se excava de primer lugar un túnel en la parte superior central de la sección (galería de avance) que si es posible se profundiza hasta el arranque de la bóveda y después se lo ensancha, trabajo con el cual se obtiene mayor rendimiento.

Los entibados se realizan por partes de acuerdo a la clase de terrenos que determina su forma y resistencia.

Gráfico 22, Construcción del túnel según Método Belga.



6.2.3. Medo Alemán:

En este método se procede siguiendo el sistema de núcleo central.

Se caracteriza por la construcción previa de dos galerías de base, conservando la destroza en la parte central. Una galería superior de avance (galería de clave), ensancha luego permite construir la bóveda apoyándolo directamente sobre los estribos; el núcleo central no excavado sirve de apoyo a los entibados. Para que el método sea práctico, es necesario que la selección del túnel sea superior a 50m².

6.2.4. Método Alemán Modificado:

Se aplica en el caso en que durante la operación de perforación del túnel a través de un terreno bastante firme, surja la aparición de agua, lo que origina una alteración en el método Clásico Alemán en cuanto a las etapas sucesivas de ataque del frente.

Gráfico 23, Construcción del túnel según Método Alemán.



6.2.5. Método Austriaco:

Los austríacos desarrollaron un plan de trabajo basado en la utilización de puntales de madera formando un sistema de entibación. En este método el revestimiento no se inicia hasta cuando esta lista la excavación de la sección por la cual se impone generalmente la ubicación total de la misma. Se caracteriza por la ubicación de tableros cortos y por la ejecución en la parte inferior del túnel de una galería de avance y de transporte. Desde el techo de esta galería se perfora por elevación chimeneas ascendentes hasta el vértice de la bóveda, desde las cuales se establece una galería superior de trabajo.

Una vez preparada la galería de clave, se continúa como el método Belga.

Gráfico 24, Construcción de túnel según Método Austriaco.



6.2.6. Método Italiano:

Consiste en extraer solo el medio arco más la galería central por la cual se retira el material excavado, luego se concreta el medio arco, luego se extrae el resto del material por zonas y se van concretando los muros (método similar al método belga).

6.3.Método de construcción a utilizarse

La metodología a utilizarse en este proyecto, parte de una posición teórica y conlleva a una selección de técnicas concretas, según el tipo de suelo y alcance de seguridad que deseemos. Bajo este enfoque la excavación del túnel de llevar a cabo en su primera etapa con la fresadora y en lo consiguiente con el método convencional, siguiendo los ciclos de perforación, voladuras y rezague.

Los materiales desalojados se dispondrán en sitios adecuados conforme se recomienda, y se sujeta a las especificaciones de Métodos de impacto.

A continuación se detalla el método de construcción que se utilizó para el Túnel de conducción del Proyecto Hidroeléctrico “Victoria”.

6.3.1. Excavación con fresadora.

Foto 15, Excavación con fresadora.



La idea de ir profundizando poco a poco en el macizo rocoso y existiendo motivos para evitar riesgos, sorpresas y desprendimientos, optamos por el de iniciar la excavación con fresadora para ir avanzando y perfilando la excavación, colocando marcos metálicos y si amerita el caso ir completando con bulones y hormigón lanzado, para así poder lograr tener un portal estable, seguro y libre de riesgos, sobre todo en lo que hace referencia a la seguridad de los trabajadores.

De este modo se podrá ver si son necesarios nuevos métodos de trabajo y preparar de antemano el correspondiente material. El sistema a utilizar tiene un impacto ambiental mínimo, no genera sino pequeñas vibraciones dando máxima seguridad a la estructura, reduce las contaminaciones acústicas con respecto a los métodos tradicionales: perforaciones con martillo, trackdrill, jumbo, topo, minimiza los riesgos de desprendimiento y puede utilizarse para el perfilado en la colocación de cerchas metálicas.

La fresadora SIMEX-CE modelo TF 800 es una fresadora de doble tambor rotatorio con un eje central y de accionamiento hidráulico, diseñada para ser aplicada directamente en el extremo del brazo de la retroexcavadora y es gobernada y dirigida a través del movimiento del brazo de la maquina motriz.

Tiene un peso bruto de 1050 kg, pudiendo acometer trabajos sobre superficies: vertical horizontal o inclinada. El diámetro exterior de la fresadora es dos tambores es de 800mm; cada tambor tiene un diámetro de 594mm; velocidad de fresado 60-150 rpm; potencia hidráulica 59kw; profundidad máxima 107mm.

La velocidad y avance en el trabajo depende directamente de la dureza del material a fresar, de la profundidad máxima, de la potencia hidráulica disponible y de la facilidad de movimiento de los brazos de la retroexcavadora. La máquina es indispensable es allí donde los normales sistemas de excavación son demasiado débiles y los sistemas de percusión son poco eficaces.

Se evidencia por el galibo de la retroexcavadora (3.25m) el uso de la fresadora se limitara para los 3 o 4 primeros metros por el alcance del brazo, pero para garantizar la estabilidad del portal y seguridad de la excavación sin vibraciones se toma la decisión conjuntamente con la fiscalización a ampliar la sección de alto 3.40m, hasta que mejore la calidad del macizo y se pueda utilizar explosivos.

6.3.2. Combinación excavación con fresadora y con voladura con explosivos.

Este método fue utilizado en el tramo del túnel desde la abscisa 0+019 a la abscisa 0+090 por el tipo de material. En primer lugar se utilizaron voladuras solo del cuele, contra cuele y pateros para que el contorno de la sección del túnel se la termine con fresado.

6.3.3. Voladura con explosivos

De mejorar la calidad y las características de la roca el método apropiado será la perforación con jumbo de un brazo siguiendo el esquema o plan de voladura para la construcción del túnel en forma de baúl 3x3 y sección 8,03m².

En resumen el método determinado para la construcción del *Túnel* en el Proyecto Hidroeléctrico Victoria es el siguiente:

1. *Excavación con la fresadora*; esto se determina por el tipo VI a V de roca que se encuentra en el portal de salida del túnel, el sostenimiento de esta excavación es inmediata con cerchas IPN 100 a cada metro más concreto proyectado por capas con malla electro soldada.
2. *Excavación convencional*; con roca tipo III, II o I se cumple con el ciclo de excavación convencional esto es:
 - a. Replanteo y nivelación con la estación total descrito en el capítulo 3 *TOPOGRAFIA*.
 - b. Perforación con maquina “Jumbo” de un brazo.
 - c. Carga y voladura, se carga según el plan de voladura con dinamita de Explogel Amón 1¼ x 8 y con detonadores no eléctricos de retardo “Rionel”
 - d. Ventilación, con ventilador eléctrico de 44 kva y manga de politileno Ø 70mm.
 - e. Rezaga, con la maquina “Scooptram” de 2m³

Para la construcción de la hidroeléctrica en general una vez completada la excavación del túnel se procederá a la construcción de las obras de toma y seguidamente el revestimiento y el tabique central del túnel.

El túnel se sección tipo baúl de 3 * 3, tiene sección suficiente y se construirá un tabique central que permitirá dividir la sección en dos partes, la una funcionara como canal de conducción y la otra servirá de calzada para acceder a la toma durante la operación de la central.

Ruta crítica del proyecto de excavación del túnel:

La ruta crítica para la construcción del proyecto se encuentra en la ejecución de la vía de acceso al tanque de carga, con la conformación de la plataforma de trabajo en este sitio, la excavación del túnel, construcción de las obras de toma, seguidas del revestimiento del túnel de conducción. Se ha estimado que la duración de esta ruta crítica es de 28 meses.

CAPITULO VII

7. EXCAVACIÓN

7.1.Ciclo de Excavación

El ciclo de excavación está dado por las diferentes actividades que conllevan al proceso de la construcción del túnel. A esta secuencia de actividades se la conoce como *Ciclo Normal de Excavación*.

El Ciclo Normal de Excavación tiene las siguientes actividades:

- a. Alineación y Niveles,
- b. Perforación,
- c. Carga y Disparo,
- d. Ventilación,
- e. Rezaga y
- f. Colocación de Soportes.

7.2.Alineación y Niveles

Para la alineación y nivelación del túnel, es necesario obtener previamente los puntos georeferenciados para realizar una Red Básica de Triangulación. Estos puntos nos ayudan a obtener un replanteo correcto del eje del túnel.

Partiendo de los GPS y los BM del proyecto, se ubican por triangulación dos puntos definidos por sus coordenadas y cotas, tales puntos son fijos y deben materializarse mediante mojones de hormigón. Uno de estos puntos deberá necesariamente estar dentro de la alineación del eje del túnel para que el eje tenga una orientación correcta de acuerdo al diseño.

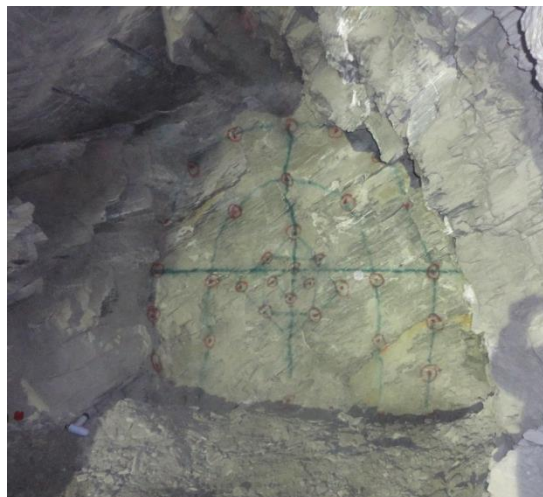
Foto 16, Alineación y nivel Túnel.



Para el túnel del Proyecto Hidroeléctrico Victoria, se ha basado en los puntos definidos en el Capítulo 3, correspondiente a la Topografía de la zona del proyecto.

Al conocer la Alineación Exterior del Túnel y una vez que se avance con la excavación, igualmente se replantea el eje del túnel o se da la llamada Alineación Interior con una estación Total, partiendo del mismo punto de referencia y se da nuevamente la alineación del eje o también con cualquier otro tipo de referencia que sea necesario para la señalización del Diagrama de Disparo diseñado.

Foto 17, Diagrama de Disparo.



Para el control vertical se utilizará una nivelación de precisión partiendo de las referencias trianguladas. Según el avance de excavación se irá chequeando con exactitud las cotas de la solera del túnel.

7.3.Perforación

Para la etapa de perforación el empleo de los diferentes equipos marca una gran divergencia en cuanto al avance de la excavación. Para la selección de las diferentes clases de equipos se deben considerar dos factores muy importantes los cuales son:

- 1- La sección del túnel a excavar y
- 2- El tipo de material a perforarse.

Entre los principales equipos podemos citar los siguientes.

- Martillo pico, empleado en rocas blandas o semiduras tienen un peso de 10 a 15 kg. son de fácil manejo y sirven para excavar directamente en la roca.
- Martillo perforador, empleado para realizar perforaciones de diámetros y longitudes variables , tienen un peso de 10 a 35 kg.
- Máquinas perforadoras, la excavación con estas máquinas se lo hacen a plena sección y sin el uso de explosivos. Se utiliza especialmente para rocas blandas o Rocas tipo IV y V.
- Jumbos, son plataformas rodantes que contienen varios martillos cuyo número puede llegar a 12 o más, este equipo es el utilizado en nuestra perforación ya que las ventajas que nos proporciona son:
 - Mejora en el direccionamiento de la perforación.
 - Finalización de la perforación en un solo plano.
 - Disminuye los tiempos de perforación

Foto 18, Equipo de perforación “Jumbo”



Se debe considerar que la perforación y voladura forman un solo conjunto. Por lo tanto, si la perforación es realizada correctamente pero la fase de voladura está con cargas de explosivos de potencia y cantidades equivocadas, no sirve de nada.

Lo mismo sucede cuando empleando el mejor explosivo con esmero y cuidado para una carga de potencia apropiada, el taladro en su profundidad, paralelismo y densidad no ha sido perforado correctamente.

Por consiguiente es necesario definir mediante cálculos y observaciones en el sitio comprobar que la perforación con los taladros sea correcta en su distribución, longitud, diámetro, dirección y cuidando y que las cargas con explosivos sean las apropiadas y necesarias. De esta forma se asegura que en la detonación de cada barrenado se cumpla con el avance máximo planificado.

La perforación en general depende sobre todo de la dureza de los minerales componentes y del tamaño de grano de los mismos.

Foto 19, Perforación realizada en el túnel de Conducción



7.4.Carga y Disparo

Terminada la perforación se procede al retiro del equipo no utilizado en esta actividad, porque la carga de los explosivos requiere de mucho cuidado por lo cual las medidas de seguridad deben ser estrictamente observadas, entre ellas podemos citar:

- En la operación con explosivos solamente puede tomar parte, personal calificado en estas faenas de confianza e integridad.
- La iluminación debe ser adecuada y suministrada en toda el área de la voladura, siempre debe existir un sistema de reserva para el caso de una falla de la corriente.
- El uso para iluminación de cualquier material de fuego abierto es prohibido, pues el riesgo de explosión es alto o pueden formarse gases nitrosos extremadamente peligrosos.
- Es responsabilidad del personal de seguridad asegurarse que ninguna persona sin autorización tenga acceso al sitio de voladura.
- Los huecos perforados deben limpiarse muy bien antes de ser cargados, para lo cual se utiliza una varilla lo suficientemente larga para llegar al fondo de la

perforación y con un gancho para retirar los trozos de roca desprendidos por la perforación.

- Las cargas de los explosivos deben realizarse con cuidado, procurando que los cartuchos de dinamita deben ser de tal diámetro que puedan ser de fácil colocación en los hoyos perforados.
- Los cartuchos deben ser colocados en su lugar en forma compacta, esta compactación se la realiza con un taco de plástico de un diámetro similar al de la dinamita, el hueco debe ser llenado completamente. y de una longitud mayor a la de perforación para facilitar el trabajo,
- Para proteger una carga colocada en un hueco perforado, contra un encendido imprevisto o un daño de los detonadores debe usarse tapones conocidos como **apresamientos**, estos pueden ser formados con cartón húmedo.

EXPLOSIVOS A UTILIZARSE:

Para obtener un buen avance en la voladura debemos tener en cuenta varios factores al momento de elegir un explosivo para que se ajuste a la necesidad de nuestras condiciones. Entre los más importantes factores se tienen:

- Precio del explosivo, es muy importante mencionar el gran problema de suministro que hay para la Provincia del Napo.
- Diámetro de la carga, en nuestro caso el diámetro de perforación del Jumbo es de 1.5 pulgadas, por lo que se necesita obviamente un explosivo de menor diámetro.
- Características de la Roca, a lo largo del túnel tenemos diferentes tipos de Roca desde Tipo I a V,
- Volumen de roca a volar (marcan el consumo de explosivo)
- Condiciones atmosféricas (las bajas y altas temperaturas influyen en los explosivos)
- Presencia de agua
- Problemas de entorno (vibraciones y ondas aéreas)

- Humos (formación de humos nocivos)
- Condiciones de seguridad (binomio sensibilidad-seguridad)
- Atmósferas explosivas
- Problemas de suministro

Por todas estas razones se dispone en el mercado tres clases de explosivos, que son: mecánicos, Químicos y Nucleares. Los explosivos que se van a utilizar para el túnel de la hidroeléctrica son los “explosivos químicos industriales”

Definición de Explosivos Químicos Industriales:

Están constituidos por una mezcla de materiales combustibles y oxidantes que al ser iniciados apropiadamente dan lugar a una reacción química muy rápida. En la reacción el explosivo libera grandes volúmenes de gases y energía hacia la roca, causando fragmentación, fisuras y grietas.

El explosivo específicamente utilizado es la dinamita gelatinosa “Riodin 80% 1 1/4 x8””, que es un explosivo de alto poder rompedor. Se trata de un explosivo ideal para iniciación de agentes de voladura en todo tipo de trabajos subterráneos, especialmente cuando hay agua en los taladros y debido a la excelente calidad de sus humos.

7.5.Ventilación

Luego de realizar la voladura enseguida se enciende el ventilador eléctrico de 60 hp para que evacue los gases que resultan de esta, luego de que haya transcurrido el tiempo necesario para que el aire contaminado por la voladura el personal puede ingresar, esto con el fin de salvaguardar la integridad física del personal.

Foto 20, Ventilador de 60 hp con manga de 70mm



Foto 21, Manga de Ventilación 70mm dentro del túnel.



El tiempo de ventilación es variable, por lo cual está en función directa de la profundidad de avance de la excavación, a menor profundidad menor va a ser el tiempo de la actividad de ventilación.

El túnel en construcción al no tener una chimenea de equilibrio, hace que la presión del aire en los tramos finales no va a ser efectivo o el tiempo de la actividad de ventilación va a ser muy demorado. Para resolver este problema se construye un acople metálico con un ventilador de menor capacidad y dimensiones en la abscisa donde se note la falta de presión necesaria para sacar el aire contaminado, en nuestro caso en la abscisa 0+750.

El segundo ventilador es de 40 hp que va a seguir conectado con la manga de 70mm de diámetro, como este ventilador especifica un rendimiento útil de 400 m lo cual es suficiente para el túnel que tiene una longitud total de 1153.85 m.

Foto 22, Acople con segundo ventilador 40 hp (Abscisa 0+750).



7.6.Rezaga

Una vez despejado el aire contaminado se procede con el rezague del material, la maquina a utilizar es la rezagadora de pala frontal “Scoop”.

Foto 23, Maquina rezagadora “Scoop”.



Al igual que la actividad de la ventilación la rezaga está en función directa con la profundidad de la excavación, a mayor profundidad de la excavación mayor va a ser el tiempo para la rezaga.

Para agilizar el tiempo de la rezaga se planteo a fiscalización que desde la abscisa 0+200 en regar el material a 15 metros del frontón para que la rezaga total o desalojo del material afuera del túnel se haga mientras se cumple la actividad de perforación, al hacer las dos actividades simultaneas el tiempo del ciclo se reduce sustancialmente.

Foto 24, Material producto de la voladura a rezagar.



7.7.Colocación de Soportes

Una vez terminada la rezaga se procede a la colocación de los diferentes tipos de soportes dentro del túnel según las especificaciones y planos son los siguientes:

7.7.1. Cerchas IPN 100

Estos soportes permanentes son colocados según las especificaciones en sitios no estables como roca tipo V, en fallas geológicas y sitios donde autorice la fiscalización. Estos sostenimientos consisten en: perfiles estructurales, curvados en la forma apropiada, planchas de pie, pernos de anclaje, elementos de amarre, miembros de compresión, láminas y cualquier otro elemento estructural de acero, complementados con pernos, tuercas. Detalle de la cercha PLANO 10, *Detalle de cercha IPN 100.*

Foto 25, Colocación de soportes Acero (Cerchas).



Para la colocación de las cerchas en forma adecuada se deben tomar en cuenta tres cosas importantes como son:

- La alineación del túnel,
- El nivel respectivo
- La ubicación exacta del perfil, manteniendo la sección del túnel.

7.7.2. Hormigón Lanzado $f'c=250\text{kg/cm}^2$

El hormigón lanzado no es considerado soporte como tal dentro del cálculo estructural del túnel pero sin el hormigón lanzado las cerchas no funcionarían al 100%.

Foto 26, Hormigón Lanzado $e=0.20\text{ m}$



7.7.3. Malla electrosoldada R-126 10*10*4mm

Las mallas metálicas electrosoldadas son embebidas en las capas de hormigón lanzado, cumplirán con la especificación ASTM A 185, tendrán un espaciamiento longitudinal y transversal de 10 cm como máximo y el diámetro del alambre será de 4 mm con abertura de 10x10 cm.

Foto 27, Malla electrosoldada R126.



7.7.4. Pernos L = 2.15 m

Los pernos de anclaje son instalados como soportes permanentes y constan de pernos de acero de 1.5” de diámetro, con una longitud de 2.15 m son inyectados con lechada de hormigón en relación 0.4 en peso, además deben de tener una placa de apoyo con arandelas biseladas y tuercas.

Foto 28, Pernos de Anclaje.



7.8. Control de avance en excavación de túnel.

Toda excavación que se realizó en el túnel cuenta con un control de avance diario para cada turno, este registro permitirá llevar un control tanto para la empresa constructora como para la fiscalización del avance que se va teniendo y de esta manera poder cumplir con el plazo establecido en el contrato.

Los rendimientos y tiempos de ciclo de excavación tanto con fresadora y perforación-voladura son presentados a continuación.



AVANCE MENSUAL TUNEL

ALUMNO:

XAVIER DÁVILA

CARRERA:

INGENIERIA CIVIL

PROYECTO:

PROYECTO HIDROELECTRICO VICTORIA

AVANCE MENSUAL

MES		LONGITUD PARCIAL	LONGITUD ACUMULADA	OBSERVACIONES
OCTUBRE	2012	19,00	19,00	Excavación con fresadora 100%
NOVIEMBRE	2012	33,31	52,31	Fresadora 30%, Voladura 70%
DICIEMBRE	2012	38,31	90,62	Fresadora 13.54%, Voladura 86.46%
ENERO	2013	59,38	150,00	Excavación con voladuras 100%
FEBRERO	2013	48,50	198,50	Excavación con voladuras 100%
MARZO	2013	101,90	300,40	Excavación con voladuras 100%
ABRIL	2013	91,60	392,00	Excavación con voladuras 100%
MAYO	2013	100,00	492,00	Excavación con voladuras 100%
JUNIO	2013	81,97	573,97	Excavación con voladuras 100%
JULIO	2013	63,25	637,22	Excavación con voladuras 100%
AGOSTO	2013	86,05	723,27	Excavación con voladuras 100%
SEPTIEMBRE	2013	52,23	775,50	Excavación con voladuras 100%
OCTUBRE	2013	70,20	845,70	Excavación con voladuras 100%
NOVIEMBRE	2013	79,30	925,00	Excavación con voladuras 100%
DICIEMBRE	2013	75,20	1.000,20	Excavación con voladuras 100%
ENERO	2014	55,50	1.055,70	Excavación con voladuras 100%



RENDIMIENTOS EXCAVACIÓN CON FRESADORA

ALUMNO:

XAVIER DÁVILA

CARRERA:

INGENIERIA CIVIL

PROYECTO:

PROYECTO HIDROELECTRICO VICTORIA

EXCAVACIÓN

FECHA	Horas parciales	Horas Acumuladas	Avance Parcial	Avance Total	ROCA TIPO IV
					RENDIMIENTO
lunes, 01 de octubre de 2012	13,75 h	13,75 h	2,43 ml	2,43 ml	0,18 ml/h
martes, 02 de octubre de 2012	8,75 h	22,50 h	1,07 ml	3,50 ml	0,16 ml/h
martes, 09 de octubre de 2012	6,00 h	28,50 h	0,80 ml	4,30 ml	0,15 ml/h
miércoles, 10 de octubre de 2012	6,00 h	34,50 h	1,00 ml	5,30 ml	0,15 ml/h
sábado, 13 de octubre de 2012	6,00 h	40,50 h	0,80 ml	6,10 ml	0,15 ml/h
domingo, 14 de octubre de 2012	6,00 h	46,50 h	0,80 ml	6,90 ml	0,15 ml/h
miércoles, 17 de octubre de 2012	0,33 h	46,83 h	0,00 ml	6,90 ml	0,15 ml/h
jueves, 18 de octubre de 2012	2,92 h	49,75 h	0,60 ml	7,50 ml	0,15 ml/h
viernes, 19 de octubre de 2012	5,29 h	55,04 h	1,00 ml	8,50 ml	0,15 ml/h
sábado, 20 de octubre de 2012	4,79 h	59,83 h	1,00 ml	9,50 ml	0,16 ml/h
domingo, 21 de octubre de 2012	4,93 h	64,77 h	1,10 ml	10,60 ml	0,16 ml/h
lunes, 22 de octubre de 2012	2,33 h	67,10 h	0,70 ml	11,30 ml	0,17 ml/h
sábado, 27 de octubre de 2012	4,42 h	71,52 h	1,50 ml	12,80 ml	0,18 ml/h
lunes, 29 de octubre de 2012	5,00 h	76,52 h	1,50 ml	14,30 ml	0,19 ml/h
martes, 30 de octubre de 2012	9,17 h	85,68 h	2,70 ml	17,00 ml	0,20 ml/h
miércoles, 31 de octubre de 2012	7,33 h	93,02 h	1,40 ml	18,40 ml	0,20 ml/h
jueves, 01 de noviembre de 2012	3,00 h	96,02 h	0,60 ml	19,00 ml	0,20 ml/h
TOTALES	96,02 h		19,00 ml		0,20 ml/h



RENDIMIENTOS

ALUMNO:

XAVIER DÁVILA

CARRERA:

INGENIERIA CIVIL

PROYECTO:


PROYECTO HIDROELECTRICO VICTORIA


CICLO DE EXCAVACIÓN CON FRESADORA

ROCA TIPO IV

		ABSCISA		TOPOGRAFIA	EXCAVACIÓN	REZAGA	SOSTENIMIENTO	TOTAL CICLO
1		0+000,00	0+002,43	0,63 h	13,75 h	0,65 h	32,00 h	47,03 h/CICLO
2		0+002,43	0+003,50	0,64 h	8,75 h	0,57 h	32,00 h	41,96 h/CICLO
3		0+003,50	0+005,30	0,63 h	12,00 h	1,10 h	20,00 h	33,73 h/CICLO
4		0+005,30	0+006,90	0,65 h	12,00 h	1,00 h	20,00 h	33,65 h/CICLO
5		0+006,90	0+010,60	0,68 h	18,27 h	1,67 h	14,67 h	35,29 h/CICLO
6		0+010,60	0+012,00	0,67 h	2,33 h	0,93 h	25,00 h	28,93 h/CICLO
7		0+012,00	0+012,80	0,70 h	4,42 h	0,92 h	10,00 h	16,04 h/CICLO
8		0+012,80	0+014,30	0,68 h	5,00 h	0,89 h	18,00 h	24,57 h/CICLO
9		0+014,30	0+018,40	0,66 h	9,17 h	2,33 h	25,40 h	37,56 h/CICLO
10		0+018,40	0+019,00	0,65 h	3,00 h	2,00 h	4,30 h	9,95 h/CICLO
				0,66 h	8,87 h	1,21 h	20,14 h	30,87 h/CICLO

CICLO= 1,90 ml

	RENDIMIENTOS				ALUMNO:	XAVIER DÁVILA					
					CARRERA:	INGENIERIA CIVIL					
PROYECTO:	PROYECTO HIDROELECTRICO VICTORIA										
CICLO DE EXCAVACIÓN CON FRESADORA Y VOLADURA											
	ABSCISA		TOPOGRAFIA	PERFORACIÓN	CARGA Y VOLADURA	VENTILACIÓN	REZAGA	FRESADO	REZAGA	SOSTENIMIENTO	TOTAL CICLO
1	0+024,00	0+026,10	0,33 h	2,33 h	4,00 h	0,25 h	0,75 h	1,17 h	0,83 h	9,00 h	18,66 h/CICLO
2	0+026,10	0+027,70	1,00 h	2,22 h	2,78 h	0,42 h	0,58 h	3,17 h	1,83 h	0,00 h	12,00 h/CICLO
3	0+027,70	0+029,70	1,00 h	2,25 h	4,17 h	0,33 h	1,25 h	3,00 h	2,00 h	8,00 h	22,00 h/CICLO
			0,78 h	2,27 h	3,65 h	0,33 h	0,86 h	2,45 h	1,55 h	5,67 h	17,55 h/CICLO
	CICLO=	1,90 ml									
											ROCA TIPO IV

		RENDIMIENTOS				ALUMNO:		XAVIER DÁVILA			
						CARRERA:		INGENIERIA CIVIL			
PROYECTO:		PROYECTO HIDROELECTRICO VICTORIA									
EXCAVACIÓN CON VOLADURA											
0+090,00	A	0+200,00		ROCA TIPO IV (Esquistos cerisitico grafitoso)							
		FECHA	ABSCISA	TOPOGRAFÍA	PERFORACIÓN (2.00m)	CARGA Y VOLADURA	VENTILACIÓN	REZAGUE	TOTAL CICLO (h)	AVANCE (m)	RENDIMIENTO
		05/01/2013	0+097,50	1,67 h	5,00 h	2,25 h	0,67 h	1,75 h	11,34 h	1,55	0,14 ml/h
		11/01/2013	0+109,10	1,58 h	4,92 h	2,17 h	0,83 h	2,25 h	11,75 h	1,40	0,12 ml/h
		31/01/2013	0+147,10	1,58 h	5,33 h	2,33 h	1,00 h	2,58 h	12,82 h	1,53	0,12 ml/h
		05/02/2013	0+161,00	1,58 h	5,25 h	2,33 h	1,00 h	2,25 h	12,41 h	1,39	0,11 ml/h
		27/02/2013	0+197,00	1,67 h	5,17 h	2,17 h	1,00 h	2,50 h	12,51 h	1,50	0,12 ml/h
0+200,00	A	0+400,00		ROCA TIPO II (Esquistos de cuarzo grafiticos)							
		FECHA	ABSCISA	TOPOGRAFÍA	PERFORACIÓN (2.70 m)	CARGA Y VOLADURA	VENTILACIÓN	REZAGUE	TOTAL CICLO (h)	AVANCE (m)	RENDIMIENTO
		04/03/2013	0+203,00	2,00 h	5,17 h	2,50 h	1,08 h	2,42 h	13,17 h	2,50	0,19 ml/h
		14/03/2013	0+225,20	2,25 h	5,00 h	2,25 h	1,33 h	2,00 h	12,83 h	2,40	0,19 ml/h
		24/03/2013	0+265,86	2,17 h	4,67 h	2,25 h	1,33 h	2,17 h	12,59 h	2,40	0,19 ml/h
		03/04/2013	0+307,20	1,75 h	4,75 h	2,08 h	1,50 h	2,25 h	12,33 h	2,30	0,19 ml/h
		20/04/2013	0+362,70	1,25 h	4,67 h	2,08 h	1,50 h	2,17 h	11,67 h	2,51	0,22 ml/h
		02/05/2013	0+396,65	1,33 h	4,67 h	2,00 h	1,67 h	2,33 h	12,00 h	2,55	0,21 ml/h
0+400,00	A	0+650,00		ROCA TIPO II (Esquistos micaceos grafiticos)							
		FECHA	ABSCISA	TOPOGRAFÍA	PERFORACIÓN (2.70 m)	CARGA Y VOLADURA	VENTILACIÓN	REZAGUE	TOTAL CICLO (h)	AVANCE (m)	RENDIMIENTO
		05/05/2013	0+411,60	1,17 h	4,25 h	1,83 h	1,75 h	2,67 h	11,67 h	2,14	0,18 ml/h
		19/05/2013	0+459,50	1,33 h	4,08 h	1,75 h	1,75 h	2,75 h	11,66 h	2,61	0,22 ml/h
		11/06/2013	0+524,79	1,33 h	4,00 h	1,75 h	1,92 h	3,00 h	12,00 h	2,51	0,21 ml/h
		21/06/2013	0+544,60	1,00 h	4,25 h	1,50 h	2,08 h	2,83 h	11,66 h	2,29	0,20 ml/h
		15/07/2013	0+602,00	1,08 h	4,00 h	1,50 h	2,17 h	2,75 h	11,50 h	2,48	0,22 ml/h
		22/07/2013	0+619,70	1,00 h	4,17 h	1,42 h	2,25 h	3,00 h	11,84 h	2,05	0,17 ml/h
0+650,00	A	0+850,00		ROCA TIPO II y III (presencia de agua) (Esquistos micaceos sericiticos)							
		FECHA	ABSCISA	TOPOGRAFÍA	PERFORACIÓN (2.70 m)	CARGA Y VOLADURA	VENTILACIÓN	REZAGUE	TOTAL CICLO (h)	AVANCE (m)	RENDIMIENTO
		06/08/2013	0+653,85	1,25 h	3,92 h	1,50 h	2,42 h	3,17 h	12,26 h	2,38	0,19 ml/h
		19/08/2013	0+703,60	1,17 h	4,00 h	1,67 h	2,67 h	3,25 h	12,76 h	2,40	0,19 ml/h
		26/08/2013	0+721,37	1,00 h	3,83 h	1,58 h	2,75 h	3,33 h	12,49 h	2,00	0,16 ml/h
		07/09/2013	0+725,00	1,00 h	3,75 h	1,50 h	3,00 h	3,17 h	12,42 h	2,28	0,18 ml/h
		19/09/2013	0+746,00	1,25 h	3,75 h	1,67 h	3,15 h	3,25 h	13,07 h	2,00	0,15 ml/h
		02/10/2013	0+779,70	1,25 h	3,83 h	1,50 h	3,00 h	3,58 h	13,16 h	2,45	0,19 ml/h
		15/10/2013	0+803,00	1,25 h	3,67 h	1,50 h	3,17 h	3,42 h	13,01 h	2,70	0,21 ml/h
		24/10/2013	0+832,40	1,17 h	3,83 h	1,58 h	3,42 h	3,33 h	13,33 h	2,05	0,15 ml/h
0+850,00	A	1+020,00		ROCA TIPO II y III (Esquisto grafitico)							
		FECHA	ABSCISA	TOPOGRAFÍA	PERFORACIÓN (2.70 m)	CARGA Y VOLADURA	VENTILACIÓN	REZAGUE	TOTAL CICLO (h)	AVANCE (m)	RENDIMIENTO
		01/11/2013	0+852,60	1,17 h	3,67 h	1,58 h	3,33 h	3,42 h	13,17 h	2,50	0,19 ml/h
		13/11/2013	0+875,10	1,25 h	3,83 h	1,58 h	3,58 h	3,33 h	13,57 h	2,40	0,18 ml/h
		26/11/2013	0+915,30	1,25 h	3,58 h	1,42 h	3,67 h	3,50 h	13,42 h	2,50	0,19 ml/h
		03/12/2013	0+931,25	1,42 h	3,67 h	1,50 h	3,58 h	3,25 h	13,42 h	2,40	0,18 ml/h
		16/12/2013	0+960,00	1,25 h	3,67 h	1,42 h	3,67 h	3,58 h	13,59 h	2,50	0,18 ml/h
		29/12/2013	0+997,70	1,33 h	3,58 h	1,50 h	3,75 h	3,42 h	13,58 h	2,50	0,18 ml/h
		05/01/2014	1+002,00	1,25 h	3,83 h	1,50 h	3,92 h	3,67 h	14,17 h	2,20	0,16 ml/h
		15/01/2014	1+018,25	1,42 h	3,67 h	1,50 h	4,00 h	3,50 h	14,09 h	2,25	0,16 ml/h



**RENDIMIENTOS COLOCACION DE SOPORTES
"CERCHAS IPN 100"**

ALUMNO:	XAVIER DÁVILA
CARRERA:	INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: PROYECTO HIDROELECTRICO VICTORIA

SOSTENIMIENTO

FECHA	Horas	Nº Cerchas	Nº Cerchas Acumulada	RENDIMIENTO
miércoles, 03 de octubre de 2012	9,50 h	4	4	0,42 U/h
lunes, 15 de octubre de 2012	5,00 h	2	6	0,40 U/h
martes, 16 de octubre de 2012	3,00 h	1	7	0,33 U/h
lunes, 22 de octubre de 2012	5,00 h	2	9	0,40 U/h
martes, 23 de octubre de 2012	10,00 h	4	13	0,40 U/h
domingo, 28 de octubre de 2012	5,00 h	2	15	0,40 U/h
lunes, 29 de octubre de 2012	8,00 h	2	17	0,25 U/h
martes, 30 de octubre de 2012	8,00 h	3	20	0,38 U/h

CAPITULO VIII

8. HORMIGONADO DEL TÚNEL

8.1.Hormigonado de Túneles

Este capítulo define las condiciones a que deberán ajustarse los trabajos de revestimiento con hormigón del túnel, así con hormigones normales el canal dentro del túnel y con hormigones proyectados o lanzados para el sostenimiento del mismo. El hormigonado es la fase final en los trabajos de construcción del túnel y que tiene la finalidad de:

- Asegurar la estabilidad de la obra.
- Mantener las características hidráulicas.
- Proteger la roca de la meteorización.

La determinación del espesor del hormigonado, está sujeto a varios factores como son: calidad de la roca, durabilidad y utilización futura del túnel construido, esfuerzos a los que se somete el hormigón, sea erosión de roca o presión hidrostática.

Antiguamente la determinación del espesor del hormigón en túneles, se calculaba como una estructura libre, sin colaboración de la roca y sometida a cargas horizontales y verticales activas; para las cargas verticales se acostumbraba a tomar la altura total de roca descomprimida; además no se toma en cuenta el sostenimiento ya calculado, generalmente son marcos metálicos, tampoco se toma en cuenta la acción de estabilización de este sostenimiento, pues se considera que sirve solo para la etapa de construcción.

El cálculo supone un espesor de hormigón en base a una forma geométrica definida, ignorando la sobre excavación subterránea en roca.

Todos los factores expuestos anteriormente han conllevado a diseños sobredimensionados y por consiguiente el revestimiento resulta antieconómico.

Actualmente la técnica ha contribuido para demostrar que las cargas reales sobre el revestimiento son muy inferiores a las que se supone, cuando el hormigón ha fallado, se ha debido casi siempre a que el relleno que se colocó junto con el sostenimiento cedió con el tiempo, produciéndose un traspaso brusco de cargas, muchas veces concentradas y disimétricas. El revestimiento al faltar el respaldo de la roca para un buen empaquetamiento, no ha sido capaz de resistir aun con espesores importantes. Cuando el revestimiento ha quedado en contacto estrecho con la roca, que se obtiene con un buen sostenimiento o inyección de contacto (hormigón roca), la reacción pasiva de la roca, es muy decisiva. En estas circunstancias debe diseñarse un revestimiento lo más delgado posible, compatible con una buena adherencia, siempre que se cuente con un sostenimiento permanente y seguro que permita contacto interno con el revestimiento y la roca.

Este revestimiento delgado y flexible se logra perfectamente usando los sistemas modernos de excavación, que reducen a un mínimo la sobre excavación y el empleo del hormigón fluido; es el caso de hormigón lanzado.

Para el diseño del hormigonado del Túnel en el proyecto se ha determinado por el método del *ANÁLISIS TENSO-DEFORMACIONAL DE SECCIONES TRANSVERSALES POR MEDIO DEL METODO DE LOS ELEMENTOS FINITOS. (ANEXO 2).*

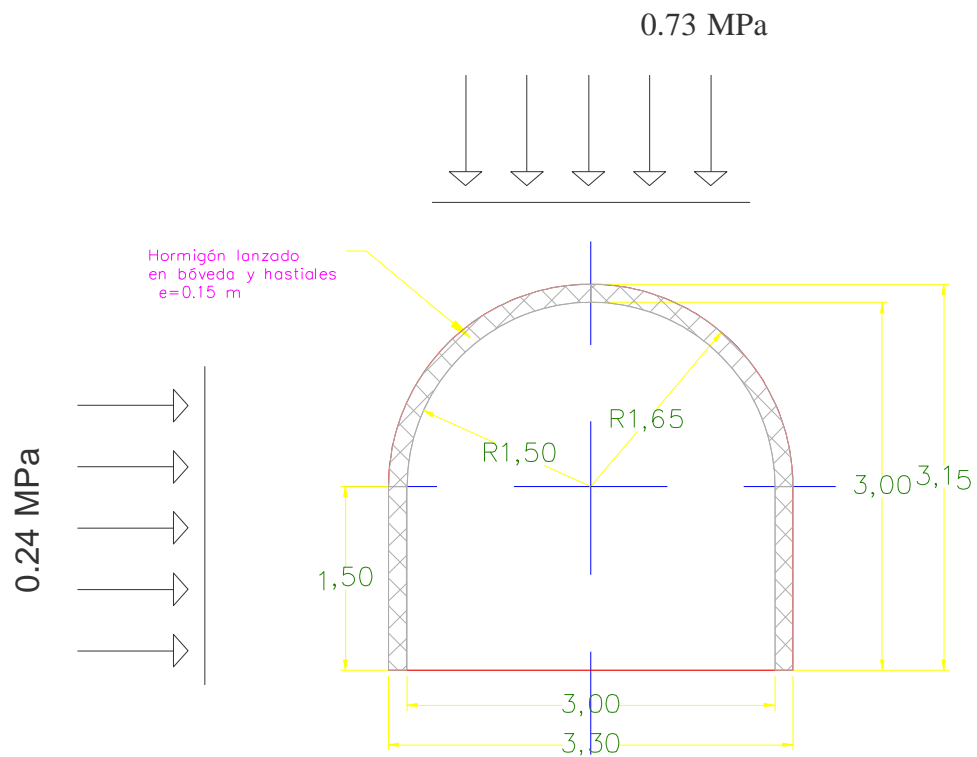
En función de este análisis para nuestro macizo rocoso a lo largo del túnel se ha determinado las siguientes características del hormigón en sus diferentes sectores.

En el caso del coeficiente de poisson μ , los valores obtenidos en los ensayos se encuentran por fuera de los rangos reportados en la literatura técnica, por lo que se adopta el valor de 0.25, típico para este tipo de rocas.

SECTOR 1 – TERRENO CLASE IV

<i>Propiedades de la Roca</i>	<i>Propiedades del Hormigón Lanzado con las Cerchas metálicas</i>
Peso Unitario, γ : 0.027 MN/m ³ Cohesión, c: 0.02 MPa Angulo de fricción Interna, ϕ : 10° Módulo de deformación, E: 5176 MPa Coeficiente de Poisson, μ : 0.25	$E_c=30000$ MPa $\mu=0.20$ $f'_c=25$ MPa

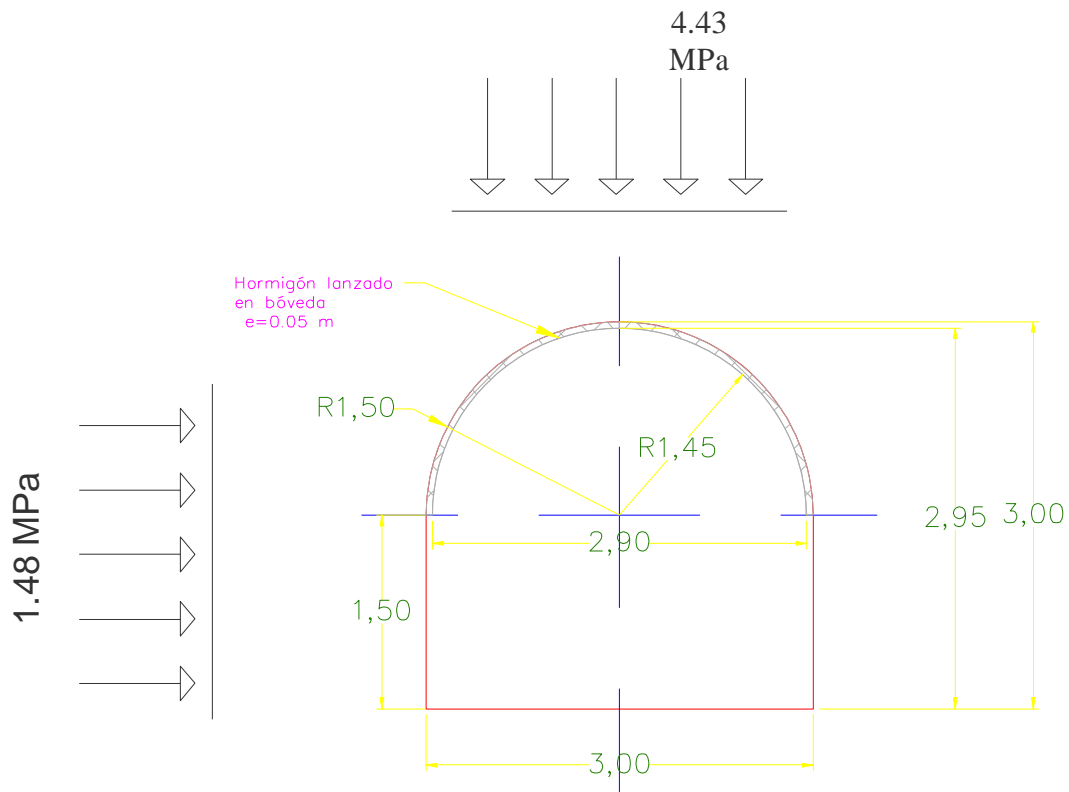
Gráfico 25, Esfuerzos en Terreno Clase IV



SECTOR 2 – TERRENO CLASE I

<i>Propiedades de la Roca</i>	<i>Propiedades del Hormigón Lanzado</i>
Peso Unitario, γ : 0.027 MN/m ³ Cohesión, c: 0.95 MPa Angulo de fricción Interna, ϕ : 30° Módulo de deformación, E: 16564 MPa Coeficiente de Poisson, μ : 0.25 Coeficiente de presión lateral, λ : 0.33	$E_c=27000$ MPa $\mu=0.20$ $f'_c=25$ MPa

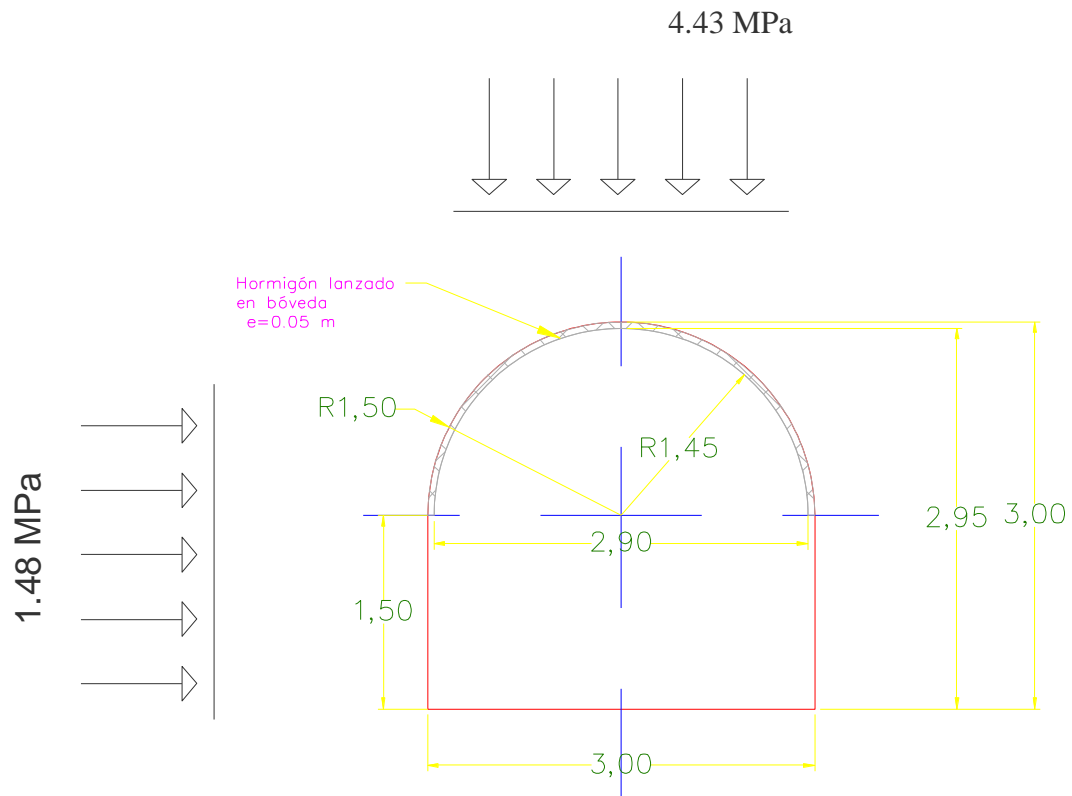
Gráfico 26, Esfuerzos Terreno Clase I



SECTOR 2 – TERRENO CLASE II

<i>Propiedades de la Roca</i>	<i>Propiedades del Hormigón Lanzado</i>
Peso Unitario, γ : 0.027 MN/m ³	$E_c=27000$
Cohesión, c : 0.45 MPa	MPa $\mu=0.20$
Angulo de fricción Interna, ϕ : 20°	$f'_c=25$ MPa
Módulo de deformación, E : 14908	
MPa Coeficiente de Poisson, μ : 0.25	
Coeficiente de presión lateral, λ : 0.33	

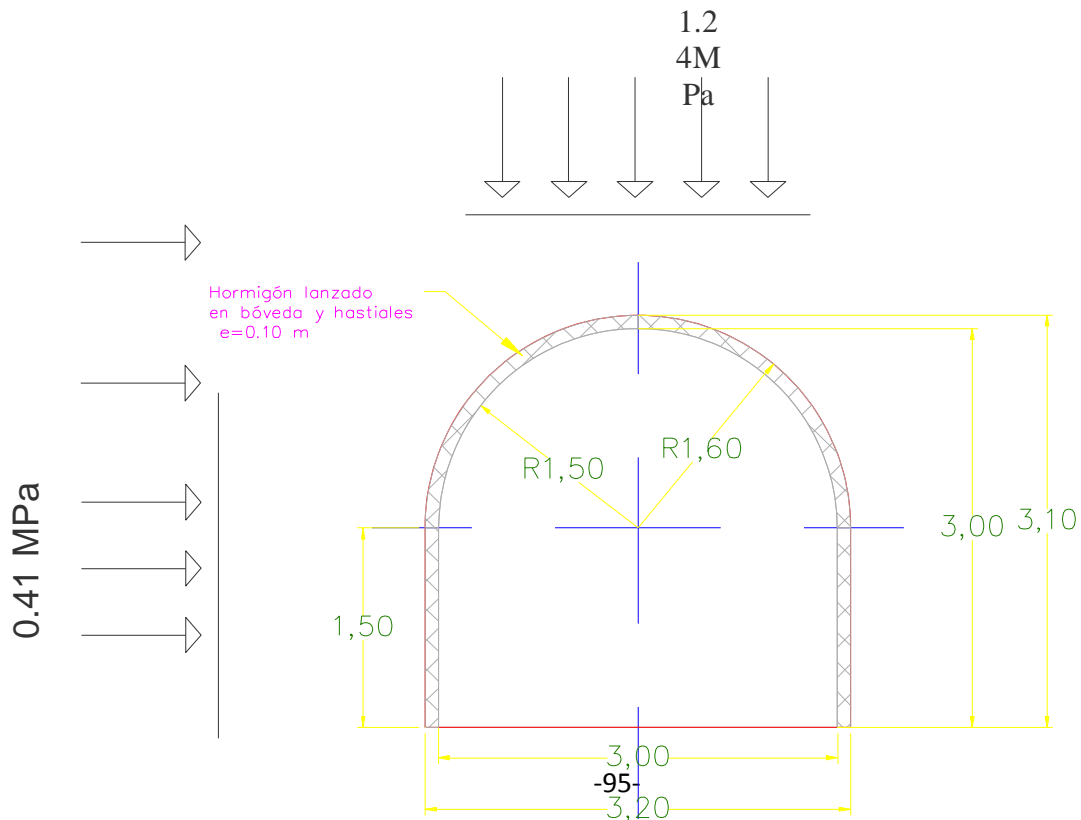
Gráfico 27, Esfuerzos Terreno Clase II



SECTOR 3 – TERRENO CLASE III

<i>Propiedades de la Roca con aporte de pernos sistemáticos</i>	<i>Propiedades del Hormigón Lanzado</i>
Peso Unitario, γ : 0.027 MN/m ³ Cohesión, c: 0.03 MPa Angulo de fricción Interna, ϕ : 15° Módulo de deformación, E: 9938 MPa Coeficiente de Poisson, μ : 0.25 Coeficiente de presión lateral, λ : 0.33	$E_c=27000$ MPa $\mu=0.20$ $f'_c=25$ MPa

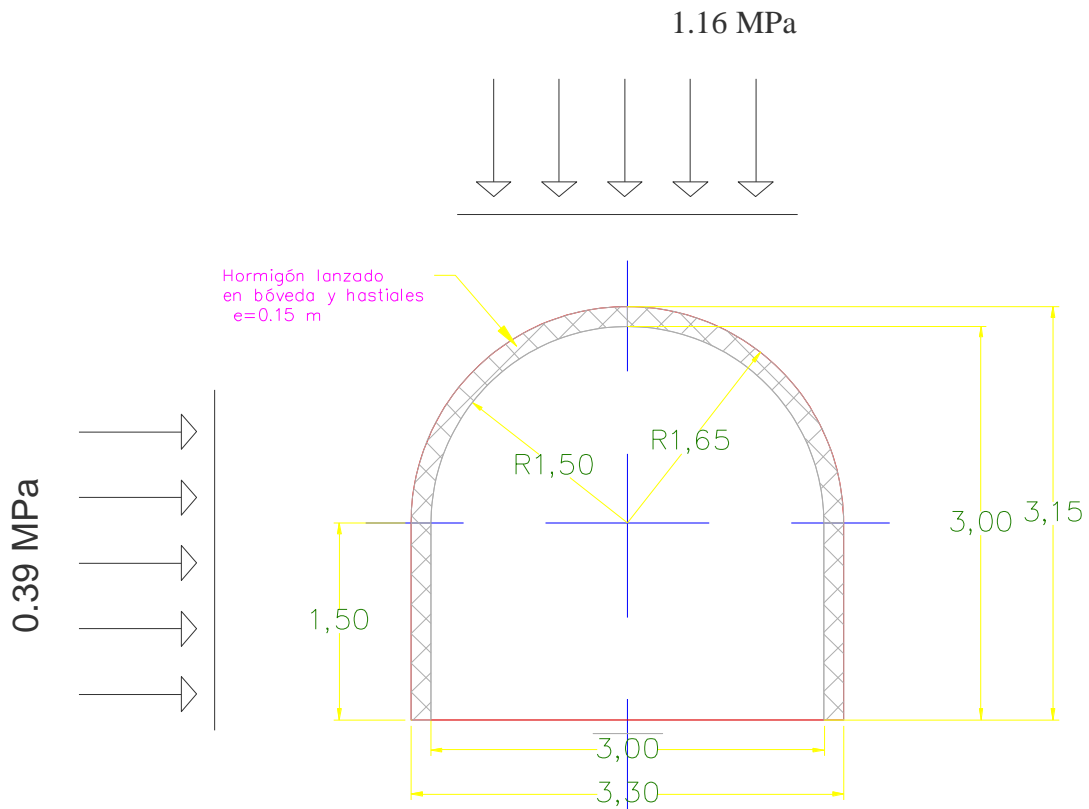
Gráfico 28, Esfuerzos Terreno Clase III.



SECTOR 4 – TERRENO CLASE IV

<i>Propiedades de la Roca</i>	<i>Propiedades del Hormigón Lanzado con las Cerchas metálicas</i>
Peso Unitario, γ : 0.027 MN/m ³ Cohesión, c: 0.02 MPa Angulo de fricción Interna, ϕ : 10° Módulo de deformación, E: 5176 MPa Coeficiente de Poisson, μ : 0.25 Coeficiente de presión lateral, λ : 0.33	$E_c=30000$ MPa $\mu=0.20$ $f'_c=25$ MPa

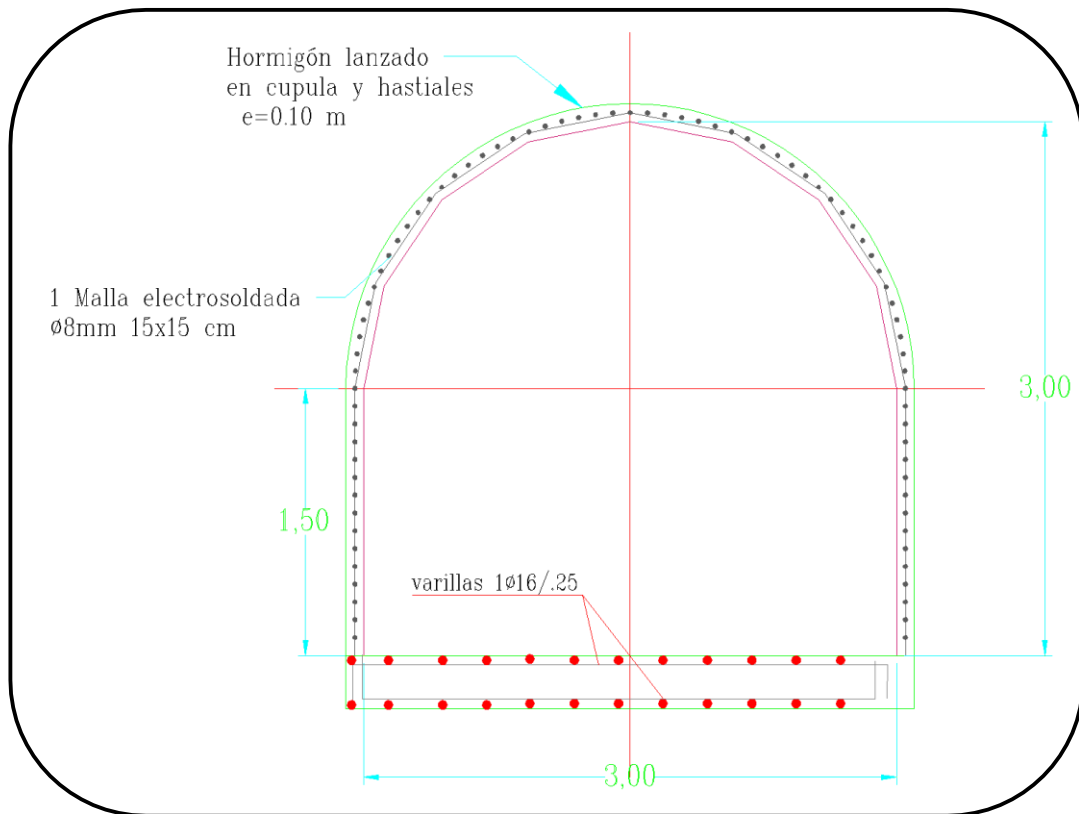
Gráfico 29, Esfuerzos Terreno Clase IV.



El hormigonado del túnel se lo realizo después que se ha excavado un tramo y la roca haya alcanzado el equilibrio y las deformaciones han cesado; por lo tanto solo proporciona una seguridad adicional ante posibles incrementos o acomodos locales de cargas, provocados por acciones sísmicas, acciones físico-química del agua, presiones remanentes de roca etc.

La armadura en el hormigón lanzado es una malla electrosoldada R-335 de 15*15cm por 8mm de espesor en la cúpula y los hastiales. Para la solera es hormigón fundido con una armadura tipo malla de varillas de $\varnothing 16$ c/25cm. Estos refuerzos son colocados con el objeto de limitar las figuras por flexión, del revestimiento y no para limitar totalmente la ruptura que se produce por corte.

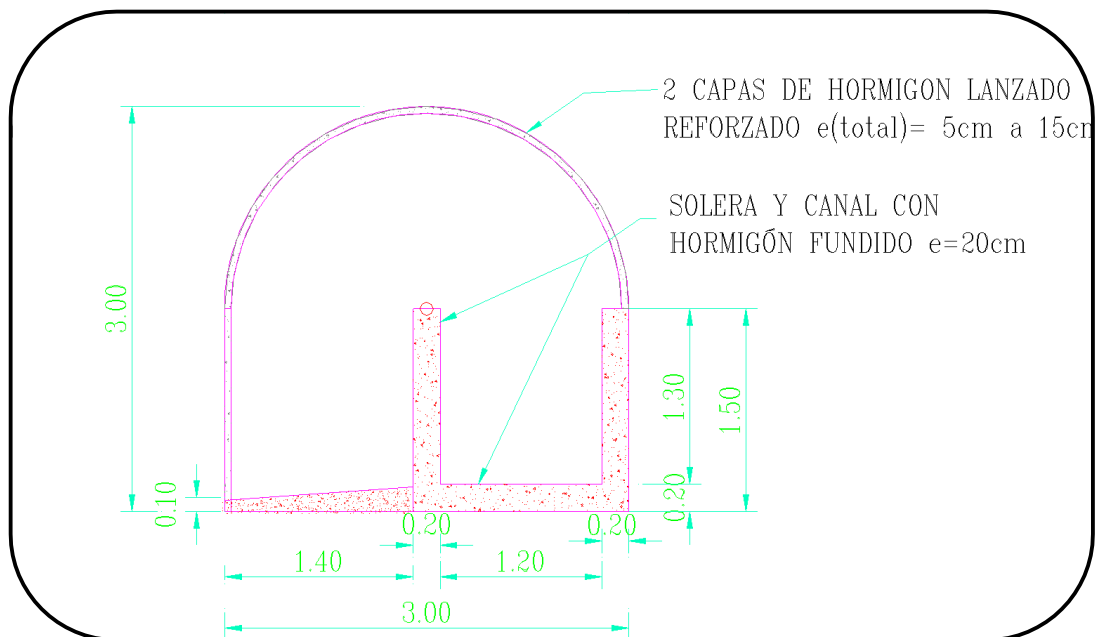
Gráfico 30, Detalle armadura de Túnel.



8.2.Sistemas para el Hormigonado

Existen muchos sistemas para aplicar el hormigonado en túneles, por lo general el método aplicado consiste en iniciar por la solera del túnel, luego las paredes y finalmente la bóveda. En el caso del túnel del proyecto se lanzo según las zonas de 5 a 15 cm de hormigón a todo el contorno, esto es la bóveda y los hastiales para finalmente realizan la solera del canal con hormigón fundido.

Gráfico 31, Hormigonado Túnel.



8.2.1. Solera.

Para hormigonar la solera de un túnel, se ha examinado detenidamente el método a usarse, por lo que es conveniente terminar la excavación del túnel para mantener una vía de transporte libre y que el hormigón de la solera no se halle afectado por el transporte de la maquinaria durante la excavación.

Una vez terminado la excavación se prepara el piso y el encofrado, limpiándolo de todo material extraño y de todo escombros; en algunos sectores encontraron filtraciones de agua, que dificultaron el trabajo por lo que fue necesario encausar dichas corrientes, el sistema de drenaje fue con tubería de PVC recubierta con material granular que es muy

adecuado en la sección longitudinal del túnel con la pendiente transversal suficiente para evacuar toda la cantidad de agua. El hormigonado del túnel se realizó de adentro hacia afuera, haciendo deslizar el encofrado con el fin de que el transporte del hormigón no interrumpa el sistema constructivo.

En lugares donde existió sobre excavación se rellenaron dichos huecos con mortero para luego hormigonar la sección de la solera, previamente con autorización de la fiscalización.

Para que exista continuidad en el hormigonado fue necesario no dejar transcurrir mucho tiempo entre un vaciado y otro, para periodos más largos de tiempo se utilizan las juntas de construcción. En la construcción de la solera del túnel dos juntas básicas que son:

- La de finalización de las labores de un periodo, para reiniciar el siguiente hormigonado.
- La segunda es la junta de separación entre la solera y el revestimiento de las paredes.

8.2.2 Paredes.

En la fundición de las paredes del canal fue imprescindible la utilización de bombas con lo cual el hormigonado se facilito enormemente, el hormigonado se efectuó por tramos para permitir una circulación constante de la bomba del mixer y para que el trabajo en el túnel se realice continuamente.

En las paredes se tuvieron formas preparadas para los encofrados formaletas, éstas fueron de madera forradas con una plancha de tol que es lo que realmente va en contacto con el hormigón permitiendo un mejor acabado.

Las sobre excavaciones laterales se rellenaron con hormigón ciclópeo simultáneamente con el hormigonado, dejando la sección neta de acuerdo al diseño.

La manera más adecuada de no dejar espacios libres entre la excavación y el revestimiento es realizando inyecciones de contacto.

8.2.3. Bóveda y Hastiales.

Para el lanzamiento del hormigón en la bóveda y hastiales se utilizó el compresor con tubería de 2" y la lanzadora Aliva, este conjunto de maquinaria produjo la necesaria presión para producir un buen empaquetamiento y llenar las sobreexcavaciones sin dejar vacíos entre el revestimiento y la excavación.

8.3.Requisitos de Materiales Utilizados

Los requisitos de los materiales utilizados en el hormigonado del túnel son los de las especificaciones técnicas y normas recomendadas por el INEN y del ASTM-C para el país.

7.8.1. Cemento.

El cemento a utilizarse será tipo Holcim Rocafuerte GU, que cumplan con los requisitos de la especificación NTE INEN – 2380. Se puede permitir otra clase de cemento siempre y cuando la fiscalización apruebe.

En toda la construcción es recomendable el empleo de una sola marca de cemento, para garantizar la calidad, uniformidad y durabilidad de las obras del proyecto. Cuando se trate de estructuras individuales, debe usarse la misma marca de cemento en cada tramo de la estructura.

Cabe indicar que la humedad en esta zona es bastante alta, por lo tanto el cemento debe ser muy bien protegido, por esta razón no se aceptan cementos que hayan estado parcialmente fraguados.

El cemento del contrato tiene que ser controlado en calidad, tanto en la fase de procedimiento, como en el transporte y antes de colocarse en la obra. El sistema de entrega será al granel y por toneladas que son recibidas en silos ya construidos en la planta de hormigón ubicada en la vía de acceso a desarenador en la abscisa 0+700.

7.8.2. Agregados.

Los agregados deberán satisfacer los requerimientos de la norma ASTM-C 33 y consistirán de arena natural o manufacturada y/o una combinación de las dos, más agregado grueso con tamaño máximo de 10 mm (3/8"), y estarán constituidos por partículas limpias duras y resistentes.

Se utilizarán dos tipos de agregados: uno grueso y uno fino, separados por un tamiz de 4,75 mm (N° 4). El agregado grueso será de preferencia de canto rodado, es decir, agregado no triturado, con el fin de disminuir el desgaste del equipo de colocación del hormigón. Los materiales se acopiarán en apilamientos habilitados especialmente para este efecto, de manera que no se produzca contaminación ni segregación de los materiales. La mezcla deberá ajustarse a una de las granulometrías indicadas en la tabla 8.1. El tamaño máximo absoluto de la mezcla será de 25 mm ó 12,5 mm. Una vez elegida una banda granulométrica, esta no podrá ser cambiada por otra sin previa autorización escrita de la fiscalización.

Cuadro 13, Graduación de la mezcla de agregados grueso y fino.

TAMIZ	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL 20 (% en peso que pasa)	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL 10(% en peso que pasa)
25mm	100	-----
19mm	90-100	-----
12,5 mm	-----	100
9,5 mm	65 – 80	95 - 100
4,75 mm (N 4)	45 – 65	70 - 85
2,36 mm (N 8)	30 – 50	50 - 70
1,18 mm (N 16)	20 – 40	35 - 55
600 µm (N 30)	15 – 30	20 - 40
300 µm(N° 50)	8 – 20	7 – 20
150 µm (N° 100)	3 – 10	2 - 10

Los agregados pueden ser de roca triturada o gravas naturales y arenas, que están formados por rocas ígneas, metamórficas, sedimentarias o combinación de las mismas.

La identificación del tipo de roca es importante ya que proporciona una clave básica para juzgar la bondad de un agregado a utilizar en un concreto.

La principal característica que deben cubrir las especificaciones para agregados son: limpieza, dureza, tenacidad, durabilidad y granulometría.

Los agregados se consideran limpios si no contienen exceso de limo, materia orgánica, terrones de arcillas, alcalisis, granos cubiertos y mica.

La dureza de los agregados se mide por su resistencia al desgaste, la prueba común usada es la de Los Ángeles, en la que se hacen girar agregados y bolas de acero en un tambor durante un tiempo determinado y la cantidad de material fino desprendido se utiliza como una medida de la dureza como dice la norma ASTM C 131.

La resistencia y la tenacidad se miden mediante pruebas de trituración o impacto respectivamente, o pueden determinarse haciendo comparaciones de los datos de las resistencias. La durabilidad y la constancia de volumen se prueban exponiéndolos a la acción del sulfato de sodio o por ciclos de congelación y fusión.

En este caso las características del agregado grueso y fino después de la realización de pruebas en el laboratorio nos dieron como resultado:

Agregado grueso:

Desgaste a la abrasión 26%, según Norma ASTM C – 131

Tamaño de agregado 12,5 mm (Piedra # 7) conforme norma ASTM C – 33

Agregado Fino:


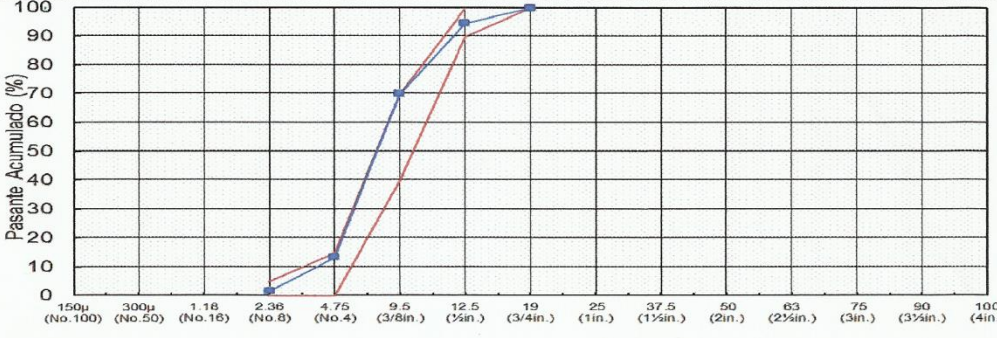

Arena de Pifo, Modulo de finura 3,5.

Cuadro 14, Características de los agregados de los agregados utilizados.


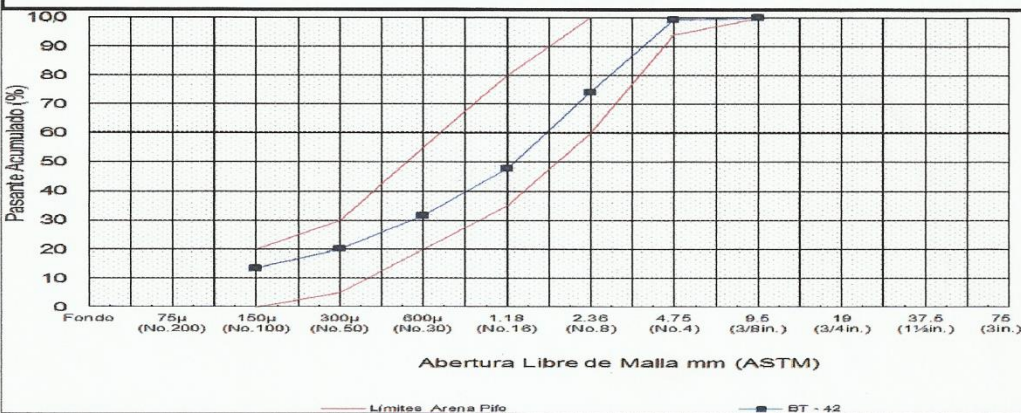
Características	Arena	Piedra # 57	Piedra # 67	Piedra # 7
	Triturada	de Pifo	de Pifo	de Pifo
	Pifo	(25mm)	(19 mm)	(12,5 mm)
Peso unitario Compactado (kg/m ³)	1760	1510	1517	1496
Peso unitario Suelto (kg/m ³)	1544	1335	1366	1316
Densidad SSS (kg/m ³)	2569	2626	2634	2631
Porcentaje de Absorción (%)	3.8	2.2	2.1	2.1
Pasante tamiz # 200(%)	9.4	0.7	0.7	0.9
Desgaste por Abrasion		24	25	24.2

Los certificados de los agregados son:

GRUESO:

		Holcim Ecuador S.A. Telf.: (593-2) 2381 895 Km 4 1/2 vía Pifo - Papallacta Ecuador	
CERTIFICADO DE CALIDAD DEL AGREGADO GRUESO			
Planta Evaluada : PIFO		Fecha de Emisión: 2013-10-17	
Producto : Piedra N-7		Tipo de roca: Andesita	
Modulo de Elasticidad INEN 1 573 - ASTM C39: 121589,13 Kg/cm2		Resistencia a compresión INEN 1 573 - ASTM C39: 1668,94 Kg/cm2	
Agregado triturado que cumple la norma ASTM-C33, con un tamaño máximo nominal TMN : 12,5 mm			
I. Ensayo de densidad y absorción INEN 857 - ASTM C127			
Densidad en estado SSS	Limite máximo registrado 2641 Kg/m3	Limite mínimo registrado 2441 Kg/m3	Promedio 2576 Kg/m3
Absorción	5,7 %	2,3 %	3,3 %
II. Ensayo de masa suelta y compactada INEN 858 - ASTM C29			
Masa suelta	Limite máximo registrado 1280 Kg/m3	Limite mínimo registrado 1134 Kg/m3	Promedio 1218 Kg/m3
Masa compactada	1488 Kg/m3	1334 Kg/m3	1422 Kg/m3
III. Ensayo de material mas fino que 75um INEN 697 - ASTM C117			
Pasante 200	Limite máximo registrado 1,9 %	Limite mínimo registrado 1,1 %	Promedio 1,3 %
Valor Max 1.5% por Norma INEN 872			
IV. Ensayo de abrasión INEN 860 - ASTM C131			
Abrasión	Limite máximo registrado 27 %	Limite mínimo registrado 23,5 %	Promedio 25,1 %
Valor Max 50% por Norma INEN 872			
V. Ensayo de durabilidad "Sulfatos" INEN 863 - AASHTO T 104			
Sulfatos	Limite máximo registrado 0,68 %	Limite mínimo registrado 0,68 %	Promedio 0,68 %
Valor Max 12% por Norma INEN 872			
VI. Ensayo de partículas livianas INEN 699			
Partículas Livianas	Valor Registrado 0 %		
Valor Max 0.5% por Norma INEN 872			
Representación granulométrica			
			
Observaciones: "Las muestras para obtener dichos resultados fueron realizadas en cumplimiento a la INEN 695"			
 Tigo Mauricio Guiltén Técnico de Laboratorio Holcim Ecuador S.A. ACI CONCRETE LABORATORY TESTING TECHNICIAN - GRADE I Holcim Ecuador se encuentra certificada en las normas ISO 9001:2000, ISO 14001:2004 y OHSAS 18001:1999			

FINO:

		Holcim Ecuador S.A. Telf.: (593-2) 2381 895 Km 4 1/2 via Pifo - Papallacta Ecuador	
CERTIFICADO DE CALIDAD DEL AGREGADO FINO			
Planta Evaluada : PIFO		Fecha de Emisión: 2013-10-17	
Producto : Arena		Tipo de roca: Andesita	
Modulo de Elasticidad INEN 1 573 - ASTM C39: 121589,13 Kg/cm2		Resistencia a compresión INEN 1 573 - ASTM C39: 1668,94 Kg/cm2	
Agregado fino			
I. Ensayo de densidad y absorción INEN 857 - ASTM C127			
Densidad en estado SSS	Limite máximo registrado 2587 Kg/m3	Limite mínimo registrado 2494 Kg/m3	Promedio 2540 Kg/m3
Absorción	5,2 %	3,4 %	4,1 %
II. Ensayo de masa suelta y compactada INEN 858 - ASTM C29			
Masa suelta	Limite máximo registrado 1576 Kg/m3	Limite mínimo registrado 1323 Kg/m3	Promedio 1468 Kg/m3
Masa compactada	1802 Kg/m3	1553 Kg/m3	1684 Kg/m3
III. Ensayo de material mas fino que 75um INEN 697 - ASTM C117			
Pasante 200	Limite máximo registrado 14,9 %	Limite mínimo registrado 10,7 %	Promedio 12,5 %
Valor Max 5% por Norma INEN 872			
IV. Impurezas Organicas ASTM C40			
Color	Limite máximo registrado 1 %	Limite mínimo registrado 1 %	Promedio 1
Valor Max 3 por Norma ASTM C 40			
V. Ensayo de equivalente de arena AASHTO T 176			
Equivalente de Arena	Limite máximo registrado 78,3 %	Limite mínimo registrado 72,5 %	Promedio 75,4 %
VI. Ensayo de Indice de Plasticidad INEN 691 - INEN 692			
Indice de Plasticidad	Valor Registrado NP		
Representación granulométrica			
			
Observaciones: "Las muestras para obtener dichos resultados fueron realizadas en cumplimiento a la INEN 695"			
Tigo, Mauricio Guillén Técnico de Laboratorio Holcim Ecuador S.A.			
<small>Holcim Ecuador se encuentra certificada en las normas ISO 9001:2000, ISO 14001:2004 y OHSAS 18001 : 1999</small>			

7.8.3. Agua.

El agua que se emplee para la mezcla deberá ser limpia y libre de contaminantes que puedan disminuir la resistencia final y durabilidad del hormigón. El agua que se utilizó fue mediante una captación a la quebrada Cuyuja que se ubica al nororiente del proyecto muy cerca de la Planta de Hormigón.

Se obtuvieron varias pruebas del agua de la quebrada para llevarlas al laboratorio y así garantizar que no tengan sustancias nocivas, como aceites, ácidos, sales, alcalis, materiales orgánicos, etc.

7.8.4. Aditivos.

Los aditivos son suministrados bajo responsabilidad del contratista; se utilizarán únicamente reductores de agua y acelerantes del fraguado y su uso se condicionará por la aprobación de la Fiscalización.

Los aditivos a utilizarse son el de reductor de agua RHEOBUILD 1000 y el acelerante MEYCOSA 160

8.4.Dosificación del Hormigón.

La dosificación de una mezcla para el hormigón debe satisfacer los requisitos de la obra, para mantener la calidad de hormigón requerida la estructura de soporte del túnel o para afrontar las diferentes condiciones que se encuentren durante la construcción.

La mezcla para el hormigón lanzado fue diseñada sobre la base de ensayos de laboratorio y en obra, siendo el objetivo el cumplimiento de los requerimientos de desarrollo de resistencia y lograr la resistencia final. El diseño de la mezcla se tuvo en consideración las siguientes características:

8.4.1. Tipo de Hormigón

Hormigón que cumple con el 100% de la resistencia especificada a la edad de los 28 días, elaborado con piedra #7 (12.5mm), diseñado en conformidad a lo establecido por el ACI 211 y la Norma INEN 1855 hormigón Premezclado. Requisitos de la resistencia del Hormigón en conformidad con el ACI 214.

- ***Resistencia***

A edad de los 7 días 70% y a los 28 días el 100% de la resistencia especificada, ensayo según Norma ASTM C 39.

- ***Consistencia***

10 +/- 2.5cm de asentamiento ensayo, en el cono de Abrahams Norma ASTM C-143

- ***Características***

AGREGADO GRUESO:

Desgaste a la abrasión 26%, según norma ASTM C-131

Tamaño de agregado 12.5mm (piedra #7) conforme norma ASTM C-33

AGREGADO FINO

Arena de Pifo – Modulo de Finura 3.5

CEMENTO

Holcim Rocafuerte GU, conforme a la norma NTE INEN - 2380

La dosificación del Hormigón Lanzado de $f'c = 250 \text{ Kg/cm}^2$ en estado SSS obtenida del laboratorio con los materiales a utilizarse en obra es la siguiente:

Material	Unidad	Dosificación
Cemento Holcim Rocafuerte GU	Kg	460
Arena de Pifo	Kg	1154
Piedra # 7 Pifo	Kg	484
Agua	Litros	215

La dosificación de la obra es por peso y se mezclará en la planta. Los componentes del hormigón proyectado, incluyendo el agua, se fueron mezclados en forma completa y uniforme, en las cantidades necesarias para mantener un abastecimiento ininterrumpido para el hormigonado del túnel.

DOSIFICACIÓN DEL REDUCTOR DE AGUA "RHEOBUILD 1000"

El rango de dosificación recomendado es de 650- 1600 ml/ 100 kg de material cementicio dependiendo de la aplicación, por lo tanto por cada metro cúbico de hormigón se puede aplicar entre 2990 a 7360 ml, pudiendo generalizar 5000 ml del aditivo por cada metro cubico.

DOSIFICACIÓN DEL ACELERANTE "MEYCOSA160"

La dosificación de "MEYCOSA 160" normalmente fluctúa entre 4-8% del peso del bacheo. Hay que tener mucho cuidado con su dosificación por lo que una sobredosis de > 10% pueden resultar en una disminución de resistencia final.

8.5.Aditivos

Los aditivos deberán estar libres de cloruros, significando esto que el porcentajes de cloruros expresados iones cloros, determinado según norma ASTM D-512, no deberán exceder el 0.10% en peso del aditivo.

Los aditivos son adicionados a la mezcla de hormigón en forma mecánica para cumplir con la dosificación y así evitar alteraciones en los porcentajes establecidos.

En la dosificación del acelerante garantiza la evolución de la resistencia y la resistencia final del hormigón lanzado. La dosificación resultara de ensayos en el laboratorio y de ensayos posteriores de aptitud en obra.

Las dosificaciones recomendadas y máximas admisibles para los acelerantes de fraguado expresadas en porcentajes en peso respecto de peso de cemento serán las siguientes.

Cuadro 15, Dosificación Acelerante

DESCRIPCION	RECOMENDADA	MAXIMA
Acelerantes en forma de polvo	6 - 8 %	10%
acelerantes del liquido Tipo	4 - 6 %	8%

En las especificaciones Técnicas prohíbe el uso de silicatos de sodio como acelerantes de fraguado y los aditivos reductores de agua y retardadores podrán ser utilizados para el proceso de hormigón lanzado por vía húmeda, para reducir la cantidad de agua de mezclado y aumentar la trabajabilidad del mismo durante su bombeo. El efecto de estos aditivos deberá ser analizado mediante ensayos de aptitud en obra

Siguiendo con estas especificaciones los aditivos y sus características técnicas son:

- A. RHEOBUILD 1000** es un aditivo reductor de agua de alto-rango diseñado para producir hormigón reoplástico. Con este aditivo el |hormigón fluye fácilmente manteniendo una alta plasticidad por tiempos más prolongados que el concreto superplastificado convencional. El concreto reoplástico tiene la baja proporción agua: material cementicio del concreto sin asentamiento, dando excelentes propiedades de ingeniería (endurecimiento). RHEOBUILD 100 cumple con los requerimientos de la norma ASTM C494- C494M para aditivos reductores de agua Tipo A, y Tipo F aditivos reductores de agua de alto rango.

CARACTERÍSTICAS:

En el concreto plástico

- Rango de plasticidad de 200 a 280 mm (8-11 in)
- Retención prolongada de asentamiento
- Tiempos de fraguado controlados
- Permite mezclas cohesivas sin segregación y mínima exudación de agua.
- Mínima exudación

Para concreto endurecido

- Mayores resistencias iniciales en comparación con los superplastificantes convencionales
- Mayor resistencia final a compresión.
- Mayor módulo de elasticidad.
- Mejor resistencia de adhesión al acero.
- Baja permeabilidad y alta durabilidad.
- Menor contracción y deformación.
- Integridad estructural del elemento terminado altamente confiable.

BENEFICIOS

- Menos dependencia de energía de consolidación.
- Menor costo de mano de obra y mayor productividad.
- La resistencia temprana permite la aceleración de los métodos de construcción, resultando en conclusiones de obra en tiempos menores a los planeados.
- Permite cambios en las especificaciones de ingeniería ya que es factible aumentar los límites de caída libre del concreto fresco, los espesores de las coladas y temperaturas del concreto, así como ajustes económicos en las mezclas.

- B. MEYCOSA 160** este aditivo acelerador no deberá contener cloruros solubles en agua o materiales corrosivos para el acero de refuerzo, el acelerante Meycosa

SA160 es un aditivo idóneo para concreto proyectado por vía húmeda en el sostenimiento de rocas debido a sus propiedades de rápido fraguado permiten:

CARACTERISTICAS

- Trabajar con un asentamiento elevado (>20cm) un progreso rápido del trabajo.
- Permite un buen desarrollo de la resistencia inicial.
- Limita el descenso de la resistencia final.
- La naturaleza libre de álcalis crea un mejor ambiente de trabajo.
- La naturaleza del producto exento de álcalis
- Reduce las precauciones de manipulación requeridas y por tanto, mejora la productividad.

CAMPO DE APLICACIÓN

- Meycosa 160 es adecuado para todas aquellas aplicaciones donde se requieran resistencias elevadas iniciales y finales, mayores espesores de capa en una sola aplicación.
- Para soporte temporal de roca.
 - En túneles.
 - En minería.

En general, el hormigón lanzado deberá llevar un aditivo acelerador de fraguado, especial para este tipo de aplicación por lo que hay mucho rebote (hormigón que no se pega a la superficie y cae por acción de la gravedad). Es recomendable el uso de aditivos plastificantes o materiales de adición que mejoren las características de la mezcla, como microsílíce o materiales de naturaleza similar.

Los aditivos acelerantes fueron agregados a la mezcla en el dispositivo de proyección, mediante un procedimiento que garantice su incorporación uniforme a los materiales previamente mezclados.

8.6. Encofrados

El hormigonado de túneles generalmente se lo realiza valiéndose de encofrados, siendo estos de todo tipo de acuerdo a las necesidades y facilidad constructiva, el utilizado especialmente para la solera del Túnel de conducción para la hidroeléctrica Victoria fueron los encofrados deslizantes, porque facilitan el avance de obra, tomando en consideración que fue hormigonado por tramos con un simple desplazamiento de estos encofrados; también ayudan en el proceso de instalación de drenajes.

8.7. Tipo de Acabado

En el túnel tiene dos tipos de acabados, el primero son los hastiales y cúpula con hormigón lanzado y el segundo en la solera y canal con hormigón fundido.

En el primer caso el acabado no tiene ninguna relevancia por lo que funciona principalmente como sostenimiento de la roca, en cambio para el segundo caso de hormigón fundido de solera y canal debe ser una superficie lisa y uniforme, para lo cual se especifica que debe ser compactado al máximo de densidad posible, de modo que esté libre de acumulamientos de agregado grueso o aire atrapado; óptimamente acomodado en las formas del encofrado y de los elementos que van embebidos.

El hormigón fue consolidado por vibración, golpeteo de los encofrados y vibrado de los mismos. El vibrado tiene periodos comprendidos entre 5 y 15 segundos, inmediatamente después que el hormigón ha sido vaciado. El efecto de vibración no debe ser utilizado para desplazar el hormigón a lo largo del encofrado, sino únicamente para realizar su compactación, teniendo cuidado que este efecto llegue a todos los rincones, pero evitándose que las cabezas de los vibradores topen el encofrado. Al vibrar hormigón en masa, la vibración continuara hasta que se observe que las burbujas de aire atrapado cese de escapar.

8.8. Hormigón Lanzado

El hormigón estará constituido por una mezcla de elementos base antes ya mencionados como: cemento, agregados, agua y aditivos; el hormigón será proyectado a alta presión sobre la superficie de los hastiales y cúpula. La capa proyectada es aplicada uniformemente a la superficie de la roca, evitándose luego la producción de escurrimientos o desprendimientos y excesivo rebote.

Los espesores de hormigón lanzado:

- Roca Tipo I y II: Una capa de 5 cm
- Roca Tipo III: Dos capas de 5cm
- Roca Tipo IV: Cuatro capas de 5cm

El hormigón lanzado podrá ser aplicado tanto por mezcla en seco como por mezcla en húmedo, para el caso de hormigón lanzado en seco solo se utilizara el aditivo reductor de agua y para el hormigón lanzado húmedo se utilizara los dos aditivos, tanto el acelerador como el reductor de agua. El contratista, previamente, deberá obtener la aprobación de la Fiscalización del método, del equipo que se propone usar y de la dosificación de la mezcla.

El hormigón lanzado por mezcla en seco es la mezcla de cemento, agregados grueso y fino y aditivo, proyectado neumáticamente sobre la superficie a tratar, añadiendo el agua dosificada en la boquilla.

El hormigón lanzado por mezcla en húmedo, es la mezcla de cemento, agregados grueso y fino, agua y aditivo, proyectado neumáticamente sobre la superficie a tratar.

8.8.1. Ensayos previos a la dosificación:

El diseño del hormigón y los ensayos previos de la dosificación propuesta fueron realizadas con una anticipación mínima de 45 días a la aplicación del hormigón lanzado en las obras definitivas.

Los ensayos se efectuarán en paneles cuadrados de 1,0 m de lado con o sin armadura de refuerzo, similar a la que se empleará en obra, para determinar el esfuerzo de compresión resistente del hormigón y el comportamiento del equipo.

El número de paneles será de acuerdo con el método a emplearse para la ejecución del hormigón lanzado y su espesor no será menor a 8 cm. Los paneles serán preparados colocando las formaletas en sentido vertical u horizontal, con proyección del hormigón horizontalmente en el primer caso y vertical hacia arriba en el segundo caso. El contratista obtendrá, a su costo, las muestras o testigos necesarios para efectuar ensayos de compresión que determinen la calidad del hormigón lanzado; se controlará además, la capacidad y calidad del equipo de mezcla y lanzado y los tiempos de fraguado y desarrollo de resistencia.

8.8.2. Limpieza

Antes de la colocación del hormigón lanzado, las superficies son cuidadosamente limpiadas, por medio de chorros alternados de aire y agua a presión. Se retira de ellas, todo material suelto, residuos, o fragmentos o polvo de roca, lodos, agua de escurrimiento, etc.

No debe colocar el hormigón lanzado sobre superficies secas o polvorientas; éstas, una vez limpiadas, son mantenidas húmedas por lo menos durante 2 horas. Si la aplicación va a hacerse sobre capas antiguas de hormigón lanzado, éstas deberán ser auscultadas con golpes de martillo, para comprobar que no haya zonas sueltas, que en caso de existir, deberán ser picadas cuidadosamente y reemplazadas con el nuevo hormigón lanzado. Al momento de utilizar malla de refuerzo, se tendrán los mismos cuidados de limpieza antes indicados. El agua de escurrimiento o de infiltraciones, si se presentare, debe ser drenada y evacuada mediante tubería de PVC.

8.8.3. Aplicación.

El hormigón lanzado debe ser aplicado de modo continuo, no intermitente, en los espesores establecidos. En las zonas en que sea necesaria más de una capa (Roca III y IV), la siguiente se aplicará dentro de las siguientes 8 horas después de la primera y dependiendo de los tiempos inicial y final de fraguado del cemento.

La boquilla debe ser en posición perpendicular a la superficie y a una distancia entre 1.0 y 1.5 m. Todo el material de rebote debe ser rechazado a expensas del Contratista.

8.8.4. Control de espesores

El control de los espesores del hormigón lanzado es efectuado por la Fiscalización a través de núcleos y/o mediante la inserción de elementos de medida adecuados.

Los espesores son considerados aceptables cuando 8 de cada 10 comprobaciones efectuadas con espaciamiento de 1,0 m sobre la malla cuadrada indique que el espesor obtenido es el requerido o especificado en los planos o por la Fiscalización. En las zonas que no cumplan con el espesor especificado, el contratista colocara nuevas capas de 5 cm de espesor hasta conseguirlo, caso contrario, este hormigón lanzado no será medido ni pagado.

CAPITULO IX

9. PRESUPUESTO TOTAL

9.1.RUBROS



RUBROS TÚNEL

ALUMNO: XAVIER DÁVILA

CARRERA: INGENIERIA CIVIL

PROYECTO:

HIDROELECTRICA VICTORIA

No.	DESCRIPCION DEL RUBRO	UNIDAD
1	TÚNEL DE CONDUCCIÓN	
1,1	EXCAVACIÓN	
1,1,1	EXCAVACIÓN EN TÚNEL CON FRESADORA Y MARTILLO	m3
1,1,2	EXCAVACIÓN CONVENCIONAL EN ROCA TÚNEL	m3
1,1,3	SOBREACARREO	m3*Km
1,2	SOPORTES DE ROCA	
1,2,1	SOPORTES CON CERCHAS EN TUNELES	Ton
1,2,2	PERNOS DE ANCLAJE 25 mm	u
1,3	PERFORACIONES	
1,3,1	PERFORACIONES PARA INYECCIONES	m
1,3,2	PERFORACIONES PARA DRENAJES (SUBTERRANEOS)	m
1,4	HORMIGÓN	
1,4,1	HORMIGÓN EN PAREDES Y MUROS SUBTERRANEO $f_c=250$ Kgf/cm ²	m3
1,4,2	HORMIGÓN SOLERA DE TUNELES Y CANALES $f_c=250$ =Kgf/cm ²	m3
1,4,3	HORMIGÓN DE REPLANTILLO EN TUNEL $f_c=180$ =Kgf/cm ²	m3
1,5	HORMIGÓN LANZADO	
1,5,1	HORMIGÓN LANZADO PARA PORTALES. INCLUYE MALLA DE REFUERZO	m3
1,5,2	HORMIGÓN LANZADO PARA TUNELES SIN FIBRA	m3
1,5,3	HORMIGÓN LANZADO PARA TUNELES INCLUYE FIBRA DE ACERO	m3
1,6	INYECCIONES	
1,6,1	INYECCIONES DE CONSOLIDACIÓN HORMIGÓN-ROCA EN TUNELES	Ton
1,7	MATERIALES DE REFUERZO	
1,7,1	ACERO DE REFUERZO EN BARRAS $f_y=4200$ Kgf/cm ² Subterráneo	Ton
1,8	OBRAS ARQUITECTONICAS	
1,8,1	TOMAS ELÉCTRICAS PARA ILUMINACIÓN	pto
1,8,2	TOMAS ELÉCTRICAS DE FUERZA	Pto
1,8,3	LUMINARIA TECHO TÚNEL 60W 120V	u

9.2. CÁLCULO DE CANTIDADES



CÁLCULO DE CANTIDADES

ALUMNO:

XAVIER DÁVILA

CARRERA:

INGENIERIA CIVIL

PROYECTO:

HIDROELECTRICA VICTORIA

1,1 EXCAVACIÓN

1,1,1 EXCAVACIÓN EN TÚNEL CON FRESADORA Y MARTILLO

ANCHO	ALTURA HASTIALES	RADIO CUPULA	AREA TUNEL	LONGITUD	VOLUMEN
3,00	1,50	1,50	8,03	70,00	562,40
TOTAL:					562 m3

1,1,2 EXCAVACIÓN CONVENCIONAL EN ROCA TÚNEL

ANCHO	ALTURA HASTIALES	RADIO CUPULA	AREA TUNEL	LONGITUD	VOLUMEN
3,00	1,50	1,50	8,03	1.084,00	8.709,17
TOTAL:					8709 m3

1,1,3 SOBRECARRERO

VOLUMEN TOTAL (m3)	DISTANCIA PROMEDIO A ESCOMBRERAS (Km)	SOBRECARRERO
9.271,00	1,60	14.833,60
TOTAL:		14834 m3-Km

1,2 SOPORTES DE ROCA

1,2,1 SOPORTES CON CERCHAS EN TUNELES

UNIDADES	PESO POR CERCHA Kg	PESO
120,00	74,00	9,00
TOTAL:		9 Tn

1,2,2 PERNOS DE ANCLAJE 25 mm

LONGITUD INICIAL DEL TUNEL	LONGITUD FINAL DEL TUNEL	LONGITUD TOTAL 1	TREBOLILLO 4-3 CADA 1.5 m (U)
70,00	30,00	100,00	233,33

LONGITUD TOTAL 2	TREBOLILLO 3-2 CADA 1.5 m (U)
1.054,00	1.756,67

TOTAL:	1990 U
---------------	---------------

1,3 PERFORACIONES

1,3,1 PERFORACIONES PARA INYECCIONES

PROFUNDIDAD (m)	CANTIDAD (U)	LONGITUD
2,15	1.990,00	4.279,00
TOTAL:		4279 m



CÁLCULO DE CANTIDADES

ALUMNO:

XAVIER DÁVILA

CARRERA:

INGENIERIA CIVIL

PROYECTO:

HIDROELECTRICA VICTORIA

1,3,2 PERFORACIONES PARA DRENAJES (SUBTERRANEOS)

PROFUNDIDAD ESTIMADA (m)	CANTIDAD ESTIMADA (U)	LONGITUD
2,00	25,00	50,00
TOTAL:		50 m

1,4 HORMIGÓN

1,4,1 HORMIGÓN EN PAREDES Y MUROS SUBTERRANEO $f_c=250 \text{ Kgf/cm}^2$

ALTURA	ANCHO	LONGITUD	LADOS	VOLUMEN
1,50	0,20	1.154,00	2,00	692,00
TOTAL:				692 m3

1,4,2 HORMIGÓN SOLERA DE TUNELES Y CANALES $f_c=250 =\text{Kgf/cm}^2$

ALTURA	ANCHO	LONGITUD	LADOS	VOLUMEN
0,30	1,50	1.154,00	1,00	519,00
0,25	1,50	1.154,00	1,00	433,00
TOTAL:				952 m3

1,4,3 HORMIGÓN DE REPLANTILLO EN TUNEL $f_c=180 =\text{Kgf/cm}^2$

ANCHO	LARGO	ESPESOR	VOLUMEN
3,00	1.153,85	0,07	242,00
TOTAL:			242 m3

1,5 HORMIGÓN LANZADO

1,5,1 HORMIGÓN LANZADO PARA PORTALES. INCLUYE MALLA DE REFUERZO


ANCHO	LONGITUD	ESPESOR	VOLUMEN
20,00	60,00	0,10	120,00
TOTAL:			120 m3

1,5,2 HORMIGÓN LANZADO PARA TUNELES SIN FIBRA

PERIMETRO	ANCHO	LONGITUD	VOLUMEN
7,71	0,20	90,00	138,78
7,71	0,20	1.014,00	1.563,59
TOTAL:			1702 m3

1,5,3 HORMIGÓN LANZADO PARA TUNELES INCLUYE FIBRA DE ACERO

PERIMETRO	ANCHO	LONGITUD	VOLUMEN
7,71	0,20	50,00	77,10
TOTAL:			77 m3

	CÁLCULO DE CANTIDADES	ALUMNO:	XAVIER DÁVILA																																																																																																													
		CARRERA:	INGENIERIA CIVIL																																																																																																													
PROYECTO:	HIDROELECTRICA VICTORIA																																																																																																															
<p>1,6 INYECCIONES</p> <p>1,6,1 INYECCIONES DE CONSOLIDACIÓN HORMIGÓN-ROCA EN TUNELES</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>LONGITUD</th> <th>DIÁMETRO</th> <th>CANTIDAD</th> <th>VOLUMEN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9,00</td> <td>0,51</td> <td>10,00</td> <td>18,24</td> </tr> <tr> <td>12,00</td> <td>0,51</td> <td>10,00</td> <td>24,32</td> </tr> <tr> <td colspan="3">TOTAL:</td> <td>43 Tn</td> </tr> </tbody> </table> <p>1,7 MATERIALES DE REFUERZO</p> <p>1,7,1 ACERO DE REFUERZO EN BARRAS $f_y=4200$ Kgf/cm² Subterráneo</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">MARCA</th> <th rowspan="2">TIPO</th> <th rowspan="2">Ø</th> <th rowspan="2">NUMERO</th> <th colspan="2">LONGITUD DESARROLLADA</th> <th rowspan="2">PESO ESP. (Kg)</th> <th rowspan="2">PESO TOTAL (Kg)</th> </tr> <tr> <th>PARCIAL</th> <th>TOTAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>MC 100</td> <td>I</td> <td>14</td> <td>1240,00</td> <td>12,00</td> <td>14880,00</td> <td>1,208</td> <td>17975,00</td> </tr> <tr> <td>MC 127</td> <td>I</td> <td>14</td> <td>1240,00</td> <td>11,40</td> <td>14136,00</td> <td>1,208</td> <td>17076,00</td> </tr> <tr> <td>MC 128</td> <td>I</td> <td>14</td> <td>1240,00</td> <td>11,20</td> <td>13888,00</td> <td>1,208</td> <td>16777,00</td> </tr> <tr> <td>MC 129</td> <td>I</td> <td>14</td> <td>1240,00</td> <td>8,30</td> <td>10292,00</td> <td>1,208</td> <td>12433,00</td> </tr> <tr> <td>MC 130</td> <td>I</td> <td>14</td> <td>1240,00</td> <td>6,75</td> <td>8370,00</td> <td>1,208</td> <td>10111,00</td> </tr> <tr> <td>MC 111</td> <td>O</td> <td>8</td> <td>8678,00</td> <td>1,20</td> <td>10413,60</td> <td>0,395</td> <td>4113,00</td> </tr> <tr> <td colspan="6"></td> <td>PESO</td> <td>78 Tn</td> </tr> </tbody> </table> <p>1,8 OBRAS ARQUITECTONICAS</p> <p>1,8,1 TOMAS ELÉCTRICAS PARA ILUMINACIÓN</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>LONGITUD TÚNEL</th> <th>UBICADAS CADA 10 m</th> <th>PUNTOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.154,00</td> <td>115,40</td> <td>116,00</td> </tr> <tr> <td colspan="2">TOTAL:</td> <td>116 Pto</td> </tr> </tbody> </table> <p>1,8,2 TOMAS ELÉCTRICAS DE FUERZA</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>LONGITUD TÚNEL</th> <th>UBICADAS CADA 40 m</th> <th>PUNTOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.154,00</td> <td>28,85</td> <td>30,00</td> </tr> <tr> <td colspan="2">TOTAL:</td> <td>30 Pto</td> </tr> </tbody> </table> <p>1,8,3 LUMINARIA TECHO TÚNEL 60W 120V</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>LONGITUD TÚNEL</th> <th>UBICADAS CADA 10 m</th> <th>UNIDADES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.154,00</td> <td>115,40</td> <td>116,00</td> </tr> <tr> <td colspan="2">TOTAL:</td> <td>116 U</td> </tr> </tbody> </table>				LONGITUD	DIÁMETRO	CANTIDAD	VOLUMEN	9,00	0,51	10,00	18,24	12,00	0,51	10,00	24,32	TOTAL:			43 Tn	MARCA	TIPO	Ø	NUMERO	LONGITUD DESARROLLADA		PESO ESP. (Kg)	PESO TOTAL (Kg)	PARCIAL	TOTAL	MC 100	I	14	1240,00	12,00	14880,00	1,208	17975,00	MC 127	I	14	1240,00	11,40	14136,00	1,208	17076,00	MC 128	I	14	1240,00	11,20	13888,00	1,208	16777,00	MC 129	I	14	1240,00	8,30	10292,00	1,208	12433,00	MC 130	I	14	1240,00	6,75	8370,00	1,208	10111,00	MC 111	O	8	8678,00	1,20	10413,60	0,395	4113,00							PESO	78 Tn	LONGITUD TÚNEL	UBICADAS CADA 10 m	PUNTOS	1.154,00	115,40	116,00	TOTAL:		116 Pto	LONGITUD TÚNEL	UBICADAS CADA 40 m	PUNTOS	1.154,00	28,85	30,00	TOTAL:		30 Pto	LONGITUD TÚNEL	UBICADAS CADA 10 m	UNIDADES	1.154,00	115,40	116,00	TOTAL:		116 U
LONGITUD	DIÁMETRO	CANTIDAD	VOLUMEN																																																																																																													
9,00	0,51	10,00	18,24																																																																																																													
12,00	0,51	10,00	24,32																																																																																																													
TOTAL:			43 Tn																																																																																																													
MARCA	TIPO	Ø	NUMERO	LONGITUD DESARROLLADA		PESO ESP. (Kg)	PESO TOTAL (Kg)																																																																																																									
				PARCIAL	TOTAL																																																																																																											
MC 100	I	14	1240,00	12,00	14880,00	1,208	17975,00																																																																																																									
MC 127	I	14	1240,00	11,40	14136,00	1,208	17076,00																																																																																																									
MC 128	I	14	1240,00	11,20	13888,00	1,208	16777,00																																																																																																									
MC 129	I	14	1240,00	8,30	10292,00	1,208	12433,00																																																																																																									
MC 130	I	14	1240,00	6,75	8370,00	1,208	10111,00																																																																																																									
MC 111	O	8	8678,00	1,20	10413,60	0,395	4113,00																																																																																																									
						PESO	78 Tn																																																																																																									
LONGITUD TÚNEL	UBICADAS CADA 10 m	PUNTOS																																																																																																														
1.154,00	115,40	116,00																																																																																																														
TOTAL:		116 Pto																																																																																																														
LONGITUD TÚNEL	UBICADAS CADA 40 m	PUNTOS																																																																																																														
1.154,00	28,85	30,00																																																																																																														
TOTAL:		30 Pto																																																																																																														
LONGITUD TÚNEL	UBICADAS CADA 10 m	UNIDADES																																																																																																														
1.154,00	115,40	116,00																																																																																																														
TOTAL:		116 U																																																																																																														



CUADRO DE CANTIDADES

ALUMNO: XAVIER DÁVILA
CARRERA: INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: **HIDROELECTRICA VICTORIA**

No.	DESCRIPCION DEL RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD
1	TUNEL DE CONDUCCION		
1,1	EXCAVACION		
1,1,1	EXCAVACION EN TUNEL CON FRESADORA Y MARTILLO	m3	562
1,1,2	EXCAVACION CONVENCIONAL EN ROCA. TUNEL	m3	8.709
1,1,3	SOBREACARREO	m3*Km	14.834
1,2	SOPORTES DE ROCA		
1,2,1	SOPORTES CON CERCHAS EN TUNELES	Ton	9
1,2,2	PERNOS DE ANCLAJE 25 mm	u	1.990
1,3	PERFORACIONES		
1,3,1	PERFORACIONES PARA INYECCIONES	m	4.279
1,3,2	PERFORACIONES PARA DRENAJES (SUBTERRANEOS)	m	50
1,4	HORMIGON		
1,4,1	HORMIGON EN PAREDES Y MUROS SUBTERRANEO $f_c=250 \text{ Kg/cm}^2$	m3	692
1,4,2	HORMIGON SOLERA DE TUNELES Y CANALES $f_c=250 =\text{Kg/cm}^2$	m3	952
1,4,3	HORMIGON DE REPLANTILLO EN TUNEL $f_c=180 =\text{Kg/cm}^2$	m3	242
1,5	HORMIGON LANZADO		
1,5,1	HORMIGON LANZADO PARA PORTALES. INCLUYE MALLA DE REFUERZO	m3	120
1,5,2	HORMIGON LANZADO PARA TUNELES SIN FIBRA	m3	1.702
1,5,3	HORMIGON LANZADO PARA TUNELES INCLUYE FIBRA DE ACERO	m3	77
1,6	INYECCIONES		
1,6,1	INYECCIONES DE CONSOLIDACION HORMIGON-ROCA EN TUNELES	Ton	43
1,7	MATERIALES DE REFUERZO		
1,7,1	ACERO DE REFUERZO EN BARRAS $f_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$ Subterráneo	Ton	78
1,8	OBRAS ARQUITECTONICAS		
1,8,1	TOMAS ELECTRICAS PARA ILUMINACION	pto	116
1,8,2	TOMAS ELECTRICAS DE FUERZA	Pto	30
1,8,3	LUMINARIA TECHO TUNEL 60W 120V	u	116

9.3. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DEL OFERENTE:

XAVIER DÁVILA



No. 1,1,1

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 1 de 18

RUBRO: EXCAVACION EN TUNEL CON FRESADORA Y MARTILLO

UNIDAD: m³

DETALLE:

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	C=A*B	R	D=C*R	
COMPRESOR	0,50	15,00	7,50	0,8909	6,68	
MINICARGADORA	0,40	20,80	8,32	0,8909	7,41	
HERRAMIENTA MANUAL	1,00	0,62	0,62	0,8909	0,55	
EQUIPO DE EXCAVACION	0,90	37,53	33,78	0,8909	30,09	
VOLQUETA	0,40	20,00	8,00	0,8909	7,13	
SISTEMA DE ILUMINACION	1,00	12,50	12,50	0,8909	11,14	
SISTEMA DE VENTILACION	1,00	3,00	3,00	0,8909	2,67	
MARTILLO ROMPEDOR	0,50	2,00	1,00	0,8909	0,89	
EQUIPO DE DESALOJO DENTRO DEL TUNEL	0,20	40,64	8,13	0,8909	7,24	
SUBTOTAL M						73,81
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	C=A*B	R	D=C*R	
Peon	3,00	2,82	8,46	0,8909	7,54	
OEP 1	1,00	3,06	3,06	0,8909	2,73	
OEP 2	2,00	3,06	6,12	0,8909	5,45	
Albani	1,00	2,86	2,86	0,8909	2,55	
CHOFER LICENCIA "E"	1,00	4,22	4,22	0,8909	3,76	
SUBTOTAL N						22,03
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
		A	B	C=A*B		
PUNTAS PARA FRESADORA	U	0,01	480,00	4,80		
PUNTAS PARA MARTILLO	U	0,01	300,00	3,00		
MANGUERA NEUMATICA	U	0,04	150,00	6,00		
SUBTOTAL O						13,80
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
		A	B	C=A*B		
SUBTOTAL P						
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					109,63	
INDIRECTOS Y UTILIDADES %					35,00%	
OTROS INDIRECTOS %						
COSTO TOTAL DEL RUBRO					148,00	
VALOR OFERTADO					148,00	

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

Quito, 14 de enero 2014

FIRMA DEL OFERENTE

Formulario No. 1

NOMBRE DEL OFERENTE:

XAVIER DÁVILA



No. 1,1,2

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 2 de 18

EXCAVACION CONVENCIONAL EN ROCA. TUNEL

RUBRO:

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	C=A*B	R	D=C*R	
SISTEMA DE ILUMINACION	1,00	12,50	12,50	1,0000	12,50	
SISTEMA DE VENTILACION	1,00	3,00	3,00	1,0000	3,00	
HERRAMIENTA MANUAL	1,00	0,62	0,62	1,0000	0,62	
COMPRESOR	0,70	15,00	10,50	1,0000	10,50	
EQUIPO DE EXCAVACION	0,20	50,00	10,00	1,0000	10,00	
EQUIPO DE DESALOJO DENTRO DEL TUNEL	0,50	2,50	1,25	1,0000	1,25	
VOLQUETA	0,15	20,00	3,00	1,0000	3,00	
MARTILLO PERFORADOR	0,50	2,00	1,00	1,0000	1,00	
SUBTOTAL M						41,87
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/DIR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	C=A*B	R	D=C*R	
Peon	3,00	2,44	7,32	1,0000	7,32	
Albanil	1,00	2,47	2,47	1,0000	2,47	
OEP 1	0,20	2,56	0,51	1,0000	0,51	
OEP 2	2,00	2,54	5,08	1,0000	5,08	
CHOFER LICENCIA "E"	0,15	3,77	0,57	1,0000	0,57	
SUBTOTAL N						15,95
MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
		A	B	C=A*B		
DINAMITA	Kg	3,00	3,50	10,50		
FULMINANTE INSTANTANEO	u	4,00	3,34	13,36		
MECHA	m	6,00	0,15	0,90		
BROCA 1 1/4"	u	0,10	80,00	8,00		
SUBTOTAL O						32,76
TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
		A	B	C=A*B		
SUBTOTAL P						
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						90,58
INDIRECTOS Y UTILIDADES				35,00%	31,70	
OTROS INDIRECTOS %						
COSTO TOTAL DEL RUBRO						122,28
VALOR OFERTADO						122,28

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

Quito, 14 de enero 2014

FIRMA DEL OFERENTE

NOMBRE DEL OFERENTE:

XAVIER DÁVILA



No. 1,1,3

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 3 de 18

RUBRO: SOBRECARRERO

UNIDAD: m³*Km

DETALLE:

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	C=A*B	R	D=C*R	
VOLQUETA	1,00	20,00	20,00	0,0080	0,16	
SUBTOTAL M						0,16
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	C=A*B	R	D=C*R	
CHOFER LICENCIA "E"	1,00	3,77	3,77	0,0080	0,03	
SUBTOTAL N						0,03
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNTL.	COSTO		
		A	B	C=A*B		
SUBTOTAL O						
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
		A	B	C=A*B		
SUBTOTAL P						
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						0,19
INDIRECTOS Y UTILIDADES				35,00%	0,07	
OTROS INDIRECTOS %						
COSTO TOTAL DEL RUBRO						0,26
VALOR OFERTADO						0,26

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

Quito, 14 de enero 2014

.....
FIRMA DEL OFERENTE

NOMBRE DEL OFERENTE:

XAVIER DÁVILA



No. 1.2.1

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 4 de 18

RUBRO: SOPORTES CON CERCHAS EN TUNELES

UNIDAD: Ton

DETALLE:

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	C=A*B	R	D=C*R	
HERRAMIENTA MANUAL	1,00	0,62	0,62	40,0000	24,80	
SOLDADORA	1,00	2,23	2,23	40,0000	89,20	
ROLADORA	1,00	16,50	16,50	40,0000	660,00	
SUBTOTAL M						774,00
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	C=A*B	R	D=C*R	
Albanil	3,00	2,47	7,41	40,0000	296,40	
Ayudante de Albanil	3,00	2,44	7,32	40,0000	292,80	
Maestro Especializad	1,00	2,56	2,56	40,0000	102,40	
SUBTOTAL N						691,60
MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
		A	B	C=A*B		
ACERO EN PERFIL	Ton	1,10	1300,00	1430,00		
PLACA 160 X 160 X 10 mm	u	50,00	10,00	500,00		
ELECTRODO	Kg	10,00	2,66	26,60		
PERNOS CON TUERCA 1/2"X 1 1/4"	u	100,00	0,50	50,00		
SUBTOTAL O						2006,60
TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
		A	B	C=A*B		
SUBTOTAL P						
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						3472,20
INDIRECTOS Y UTILIDADES				35,00%	1215,27	
OTROS INDIRECTOS %						
COSTO TOTAL DEL RUBRO						4687,47
VALOR OFERTADO						4687,47

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

Quito, 14 de enero 2014

FIRMA DEL OFERENTE

NOMBRE DEL OFERENTE:

XAVIER DÁVILA



No. 1,2,2

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 5 de 18

RUBRO: PERNOS DE ANCLAJE 25 mm

UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
		A	B	C=A*B	R	D=C*R
HERRAMIENTA MANUAL		1,00	0,62	0,62	4,0000	2,48
PERFORADORA		1,00	10,00	10,00	4,0000	40,00
EQUIPO DE INYECCION		1,00	10,00	10,00	4,0000	40,00
SUBTOTAL M						82,48
MANO DE OBRA						
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/IR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
		A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peon		0,22	2,44	0,54	4,0000	2,15
Ayudante de Albanil		0,22	2,44	0,54	4,0000	2,15
Albanil		0,22	2,47	0,54	4,0000	2,17
Maestro fñtulo Secap		0,22	2,56	0,56	4,0000	2,25
SUBTOTAL N						8,72
MATERIALES						
	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
			A	B	C=A*B	
HIERRO EN VARILLAS		Kg	12,63	0,96	12,12	
BARRENO DE PERFORACION		u	0,02	217,00	4,34	
PLACA		Kg	2,00	3,00	6,00	
Tuerca y arandelas		u	1,00	0,25	0,25	
MORTERO CEMENTO:ARENA 1:1		m3	0,03	136,51	4,10	
SUBTOTAL O						26,81
TRANSPORTE						
	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
			A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P						
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						118,01
INDIRECTOS Y UTILIDADES					35,00%	41,30
OTROS INDIRECTOS %						
COSTO TOTAL DEL RUBRO						159,31
VALOR OFERTADO						159,31

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

Quito, 14 de enero 2014

FIRMA DEL OFERENTE

NOMBRE DEL OFERENTE:

XAVIER DÁVILA



No. 1,31

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 6 de 18

RUBRO: PERFORACIONES PARA INYECCIONES

UNIDAD: m

DETALLE:

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
PERFORADORA	1,00	42,00	42,00	0,6000	25,20
SUBTOTAL M					25,20
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peon	4,00	2,44	9,76	0,6000	5,86
Ayudante de Albanil	2,00	2,44	4,88	0,6000	2,93
Inspector de Obra	1,00	2,56	2,56	0,6000	1,54
CHOFER LICENCIA "E"	1,00	3,77	3,77	0,6000	2,26
OEP 2	1,00	2,54	2,54	0,6000	1,52
SUBTOTAL N					14,11
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
BARRA PARA PERFORACION	u	0,00	1397,17	0,00	
BROCA	u	0,00	304,27	0,00	
MANGUERA	m	0,02	0,30	0,01	
SUBTOTAL O					0,01
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					39,32
INDIRECTOS Y UTILIDADES				35,00%	13,76
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					53,08
VALOR OFERTADO					53,08

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

Quito, 14 de enero 2014

FIRMA DEL OFERENTE

NOMBRE DEL OFERENTE:

XAVIER DÁVILA



No. 1,3,2

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 7 de 18

RUBRO: PERFORACIONES PARA DRENAJES (SUBTERRANEOS)

UNIDAD: m

DETALLE:

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	C=A*B	R	D=C*R	
PERFORADORA	1,00	42,00	42,00	0,6000	25,20	
SUBTOTAL M						25,20
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	C=A*B	R	D=C*R	
Peon	4,00	2,44	9,76	0,6000	5,86	
Ayudante de Albanil	2,00	2,44	4,88	0,6000	2,93	
Inspector de Obra	1,00	2,56	2,56	0,6000	1,54	
CHOFER LICENCIA "E"	1,00	3,77	3,77	0,6000	2,26	
OEP 2	1,00	2,54	2,54	0,6000	1,52	
SUBTOTAL N						14,11
MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
		A	B	C=A*B		
BARRA PARA PERFORACION	u	0,00	1397,17	0,00		
BROCA	u	0,00	500,00	0,00		
SUBTOTAL O						0,00
TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
		A	B	C=A*B		
SUBTOTAL P						
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						39,31
INDIRECTOS Y UTILIDADES				35,00%	13,76	
OTROS INDIRECTOS %						
COSTO TOTAL DEL RUBRO						53,07
VALOR OFERTADO						53,07

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

Quito, 14 de enero 2014

FIRMA DEL OFERENTE

NOMBRE DEL OFERENTE:

XAVIER DÁVILA



No. 1.4.1

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 8 de 18

RUBRO: HORMIGON EN PAREDES Y MUROS SUBTERRANEO f'c=250 Kg/cm2

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
SISTEMA DE ILUMINACION	A 0,50	B 12,50	C=A*B 6,25	R 0,5000	D=C*R 3,13
SISTEMA DE VENTILACION	0,50	3,00	1,50	0,5000	0,75
SUBTOTAL M					3,88
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
SUBTOTAL N					
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNTL.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Auxh: CON HORMIGON 250 kg/cm2 PLANTA	m3	1,10	97,35	107,09	
Auxh: TRANSPORTE DE HORMIGON	m3	1,10	5,82	6,40	
Auxh: TRANSPORTE DE HORMIGON INTERIOR TUNEL	m3	1,10	20,33	22,36	
Auxh: COLOC-HORMIG EN TUNEL	m3	1,10	37,99	41,79	
Auxh: ENCOFRADO INTERIOR DE TUNEL	m2	5,00	11,84	59,20	
SUBTOTAL O					236,84
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					240,72
INDIRECTOS Y UTILIDADES				35,00%	84,25
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					324,97
VALOR OFERTADO					324,97

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

Quito, 14 de enero 2014

FIRMA DEL OFERENTE

Formulario No. 1

NOMBRE DEL OFERENTE:

XAVIER DÁVILA



No. 1,4,2

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 9 de 18

RUBRO:

HORMIGON SOLERA DE TUNELES Y CANALES Fc=250 =Kg/cm2

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS		CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCION	A	B	C=A*B	R	D=C*R	
SISTEMA DE ILUMINACION	0,40	12,50	5,00	0,3000	1,50	
SISTEMA DE VENTILACION	0,40	3,00	1,20	0,3000	0,36	
SUBTOTAL M						1,86
MANO DE OBRA		CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCION	A	B	C=A*B	R	D=C*R	
SUBTOTAL N						
MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
DESCRIPCION	A	B	C=A*B			
Auxh: TRANSPORTE DE HORMIGON	m3	1,06	5,82	6,17		
Auxh: COLOC.HORMIG EN TUNEL	m3	1,06	37,99	40,27		
Auxh: TRANSPORTE DE HORMIGON INTERIOR TUNEL	m3	1,06	20,33	21,55		
Auxh: ENCOFRADO INTERIOR DE TUNEL	m2	2,00	11,84	23,68		
Auxh: CON HORMIGON 250 kg/cm2 PLANTA	m3	1,06	97,35	103,19		
SUBTOTAL O						194,86
TRANSPORTE		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
DESCRIPCION	A	B	C=A*B			
SUBTOTAL P						
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						196,72
INDIRECTOS Y UTILIDADES 35,00%						68,85
OTROS INDIRECTOS %						
COSTO TOTAL DEL RUBRO						265,57
VALOR OFERTADO						265,57

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

Quito, 14 de enero 2014

FIRMA DEL OFERENTE

NOMBRE DEL OFERENTE:

XAVIER DÁVILA



No. 1,4,3

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 10 de 18

RUBRO: HORMIGON PARA REPLANTILLO $f_c=180 \text{ Kg/cm}^2$

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	$C=A*B$	R	$D=C*R$
SUBTOTAL M					
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	$C=A*B$	R	$D=C*R$
SUBTOTAL N					
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNTL.	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
Auxh: COLOC-HORM A MANO	m3	1,05	24,10		25,31
Auxh: CONF HORMIGON 180 kg/cm2 SITIO	m3	1,05	82,71		86,85
Transporte de materiales para hormigón	m3	1,05	30,00		31,50
SUBTOTAL O					143,66
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	$C=A*B$	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					143,66
INDIRECTOS Y UTILIDADES				35,00%	50,28
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					193,94
VALOR OFERTADO					193,94

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

Quito, 14 de enero 2014

FIRMA DEL OFERENTE

NOMBRE DEL OFERENTE:

XAVIER DÁVILA



No. 1,5,1

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 11 de 18

RUBRO: HORMIGON LANZADO PARA PORTALES. INCLUYE MALLA DE REFUERZO

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
HERRAMIENTA MANUAL	1,00	0,62	0,62	1,0000	0,62
EQUIPO DE LANZADO	1,00	11,50	11,50	1,0000	11,50
COMPRESOR 750	1,00	23,00	23,00	1,0000	23,00
SUBTOTAL M					35,12
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peon	12,00	2,44	29,28	1,0000	29,28
Ayudante de Albanil	2,00	2,44	4,88	1,0000	4,88
Albanil	2,00	2,47	4,94	1,0000	4,94
Maestro título Secap	1,00	2,56	2,56	1,0000	2,56
SUBTOTAL N					41,66
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNL.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
ADITIVO ACELERANTE	Kg	20,00	1,03	20,60	
MALLA	kg	30,00	1,15	34,50	
Auxh: TRANSPORTE DE HORMIGON	m3	1,30	5,82	7,57	
Auxh: CONF HORMIGON 250 kg/cm2 PLANTA	m3	1,30	101,65	132,15	
ADITIVO PLASTIFICANTE	LT	12,00	1,00	12,00	
SUBTOTAL O					206,82
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					283,60
INDIRECTOS Y UTILIDADES 35,00%					99,26
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					382,86
VALOR OFERTADO					382,86

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

Quito, 14 de enero 2014

FIRMA DEL OFERENTE

NOMBRE DEL OFERENTE:

XAVIER DÁVILA



No. 1,5,2

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 12 de 18

RUBRO: HORMIGON LANZADO PARA TUNELES SIN FIBRA

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
		A	B	C=A*B	R	D=C*R
HERRAMIENTA MANUAL		1,00	0,62	0,62	0,7500	0,47
COMPRESOR		1,00	15,00	15,00	0,7500	11,25
SISTEMA DE ILUMINACION		1,00	12,50	12,50	0,7500	9,38
SISTEMA DE VENTILACION		1,00	3,00	3,00	0,7500	2,25
EQUIPO DE LANZADO		1,00	11,50	11,50	0,7500	8,63
SUBTOTAL M						31,98
MANO DE OBRA						
	DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
		A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peon		12,00	2,44	29,28	0,7500	21,96
Ayudante de Albanil		2,00	2,44	4,88	0,7500	3,66
Albanil		2,00	2,47	4,94	0,7500	3,71
Maestro titulo Secap		1,00	2,56	2,56	0,7500	1,92
SUBTOTAL N						31,25
MATERIALES						
	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
			A	B	C=A*B	
ADITIVO ACELERANTE		Kg	20,00	1,03	20,60	
Auxh: TRANSPORTE DE HORMIGON		m3	1,30	5,82	7,57	
Auxh: CONF HORMIGON 250 kg/cm2 PLANTA		m3	1,30	101,65	132,15	
Auxh: TRANSPORTE DE HORMIGON INTERIOR TUNEL		m3	1,30	20,33	26,43	
ADITIVO PLASTIFICANTE		LT	10,00	1,00	10,00	
SUBTOTAL O						196,75
TRANSPORTE						
	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
			A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P						
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						259,98
INDIRECTOS Y UTILIDADES 35,00%						90,99
OTROS INDIRECTOS %						
COSTO TOTAL DEL RUBRO						350,97
VALOR OFERTADO						350,97

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

Quito, 14 de enero 2014

FIRMA DEL OFERENTE

Formulario No. 1

NOMBRE DEL OFERENTE:

XAVIER DÁVILA



No. 1,5,3

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 13 de 18

RUBRO: HORMIGON LANZADO PARA TUNELES INCLUYE FIBRA DE ACERO

DETALLE:

UNIDAD: m3

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD		TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B		C=A*B	R	D=C*R
HERRAMIENTA MANUAL	1,00		0,62	0,62	0,7500	0,47
COMPRESOR	1,00		15,00	15,00	0,7500	11,25
SISTEMA DE ILUMINACION	1,00		12,50	12,50	0,7500	9,38
SISTEMA DE VENTILACION	1,00		3,00	3,00	0,7500	2,25
EQUIPO DE LANZADO	1,00		11,50	11,50	0,7500	8,63
SUBTOTAL M						31,98
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CANTIDAD		JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B		C=A*B	R	D=C*R
Peon		12,00	2,44	29,28	0,7500	21,96
Ayudante de Albanil	2,00		2,44	4,88	0,7500	3,66
Albanil	2,00		2,47	4,94	0,7500	3,71
Maestro título Secap	1,00		2,56	2,56	0,7500	1,92
SUBTOTAL N						31,25
MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
		A	B	C=A*B		
ADITIVO ACELERANTE	Kg	20,00	1,03	20,60		
Auxh: TRANSPORTE DE HORMIGON	m3	1,30	5,82	7,57		
ADITIVO PLASTIFICANTE	LT	12,00	1,00	12,00		
Auxh: CONF HORMIGON 250 kg/cm2 PLANTA	m3	1,30	101,65	132,15		
FIBRA DE ACERO	kg	44,00	5,00	220,00		
SUBTOTAL O						392,32
TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
		A	B	C=A*B		
SUBTOTAL P						
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						455,55
INDIRECTOS Y UTILIDADES						35,00% 159,44
OTROS INDIRECTOS %						
COSTO TOTAL DEL RUBRO						614,99
VALOR OFERTADO						614,99

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

Quito, 14 de enero 2014

FIRMA DEL OFERENTE

NOMBRE DEL OFERENTE:

XAVIER DÁVILA



No. 1,63

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 14 de 18

RUBRO: INYECCIONES DE CONSOLIDACION HORMIGON-ROCA EN TUNELES

UNIDAD: Ton

DETALLE:

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	C=A*B	R	D=C*R	
HERRAMIENTA MANUAL	3,00	0,62	1,86	4,0000	7,44	
CONCRETERA 1 SACO	3,00	1,31	3,93	4,0000	15,72	
EQUIPO DE INYECCION	1,00	10,00	10,00	4,0000	40,00	
SISTEMA DE VENTILACION	1,00	3,00	3,00	4,0000	12,00	
SISTEMA DE ILUMINACION	1,00	12,50	12,50	4,0000	50,00	
DUMPER	1,00	10,00	10,00	4,0000	40,00	
SUBTOTAL M					165,16	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	C=A*B	R	D=C*R	
Peon	3,00	2,44	7,32	4,0000	29,28	
Ayudante de Albañil	2,00	2,44	4,88	4,0000	19,52	
Albañil	1,00	2,47	2,47	4,0000	9,88	
Maestro título Secap	1,00	2,56	2,56	4,0000	10,24	
SUBTOTAL N					68,92	
MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
		A	B	C=A*B		
CEMENTO	Kg	1200,00	0,14	168,00		
ADITIVO PLASTIF-ACEL. HORMIGON	Kg	5,39	1,23	6,63		
AGUA	m3	0,80	3,00	2,40		
SUBTOTAL O					177,03	
TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
		A	B	C=A*B		
SUBTOTAL P						
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					411,11	
INDIRECTOS Y UTILIDADES 35,00%					143,89	
OTROS INDIRECTOS %						
COSTO TOTAL DEL RUBRO					555,00	
VALOR OFERTADO					555,00	

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

Quito, 14 de enero 2014

FIRMA DEL OFERENTE

NOMBRE DEL OFERENTE:

XAVIER DÁVILA



No. 1,7,1

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 15 de 18

ACERO DE REFUERZO EN BARRAS fy=4200 Kg/cm2 Subterráneo

RUBRO:

UNIDAD: Ton

DETALLE:

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
CORTADORA DOBLADORA DE HIERRO HERRAMIENTA MANUAL	A	B	C=A*B	R	D=C*R
	0,50	0,97	0,49	90,0000	43,65
	0,25	0,62	0,16	90,0000	13,95
SUBTOTAL M					57,60
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Albanil Ayudante de Albanil	A	B	C=A*B	R	D=C*R
	0,50	2,47	1,24	90,0000	111,15
	0,50	2,44	1,22	90,0000	109,80
SUBTOTAL N					220,95
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
HIERRO EN VARILLAS ALAMBRE AMARRE # 18		A	B	C=A*B	
		Kg	1200,00	0,96	1152,00
		Kg	35,00	2,00	70,00
SUBTOTAL O					1222,00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1500,55
INDIRECTOS Y UTILIDADES 35,00%					525,19
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					2025,74
VALOR OFERTADO					2025,74

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

Quito, 14 de enero 2014

FIRMA DEL OFERENTE

NOMBRE DEL OFERENTE:

XAVIER DÁVILA



No. 1.8.1

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 16 de 18

RUBRO: TOMAS ELECTRICAS PARA ILUMINACION

UNIDAD: pto

DETALLE:

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	C=A*B	R	D=C*R	
HERRAMIENTA ELECTRICA	1,00	1,50	1,50	2,5000	3,75	
SUBTOTAL M						3,75
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	C=A*B	R	D=C*R	
Electricista	1,00	2,47	2,47	2,5000	6,18	
AYUDANTE ELECTRICO	1,00	2,44	2,44	2,5000	6,10	
SUBTOTAL N						12,28
MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
		A	B	C=A*B		
BOQUILLA COLGANTE SENCILLA DE BAQUELITA	u	1,00	0,25	0,25		
INTERRUPTOR SIMPLE CON LUZ PILOTO	u	1,00	2,31	2,31		
Codo EMT 1/2"	u	3,00	0,60	1,80		
FOCO	u	1,00	4,50	4,50		
Abrazadera EMT de 1/2"	u	2,00	0,30	0,60		
CAJA CONDUIT GALVANIZADA EMT OCTOGONAL GRANDE.	u	1,00	0,36	0,36		
Conector EMT 4=1/2"	u	2,00	0,32	0,64		
TUBERIA CONDUIT EMT 1/2"	m	9,00	1,10	9,90		
CABLE TW SOLIDO #10	m	18,00	0,75	13,50		
SUBTOTAL O						33,86
TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
		A	B	C=A*B		
SUBTOTAL P						
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						49,89
INDIRECTOS Y UTILIDADES 35,00%						17,46
OTROS INDIRECTOS %						
COSTO TOTAL DEL RUBRO						67,35
VALOR OFERTADO						67,35

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

Quito, 14 de enero 2014

FIRMA DEL OFERENTE

Formulario No. 1

NOMBRE DEL OFERENTE:

XAVIER DÁVILA



No. 1,8,2

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 17 de 18

RUBRO: TOMAS ELECTRICAS DE FUERZA

RUBRO:

UNIDAD: Pro

DETALLE:

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
HERRAMIENTA MANUAL	1,00	0,62	0,62	1,5000	0,93
SUBTOTAL M					0,93
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peon	1,00	2,44	2,44	1,5000	3,66
Ayudante de Albanil	1,00	2,44	2,44	1,5000	3,66
Albanil	1,00	2,47	2,47	1,5000	3,71
Maestro de Obra	0,10	2,56	0,26	1,5000	0,38
SUBTOTAL N					11,41
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
CAJA RECTANGULAR BAJA	u	1,00	0,25	0,25	
TACO DE TOMACORRIENTE	u	2,00	1,00	2,00	
TAIPE (CINTA AISLANTE)	u	0,10	0,38	0,04	
CABLE TW SOLIDO #10	m	12,00	0,75	9,00	
TUBO CONDUIT LIVIANO 1/2"	m	6,00	0,36	2,16	
TAPA RECTANGULAR DOBLE	u	1,00	2,30	2,30	
CONECTOR EMT 1/2"	u	2,00	0,32	0,64	
SUBTOTAL O					16,39
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					28,73
INDIRECTOS Y UTILIDADES				35,00%	10,06
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					38,79
VALOR OFERTADO					38,79

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

Quito, 14 de enero 2014

FIRMA DEL OFERENTE

NOMBRE DEL OFERENTE:

XAVIER DÁVILA



No. 1,8,3

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 18 de 18

RUBRO: LUMINARIA TECHO TUNEL 60W 120V

UNIDAD: u


DETALLE:

EQUIPOS		CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCIÓN	A	B	C=A*B	R	D=C*R	
HERRAMIENTA MANUAL	1,00	0,62	0,62	1,0000	0,62	
HERRAMIENTA ELECTRICA	1,00	1,50	1,50	1,0000	1,50	
SUBTOTAL M						2,12
MANO DE OBRA		CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCION	A	B	C=A*B	R	D=C*R	
Electricista	1,00	2,47	2,47	1,0000	2,47	
AYUDANTE ELECTRICO	1,00	2,44	2,44	1,0000	2,44	
SUBTOTAL N						4,91
MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
DESCRIPCION	A	B	C=A*B			
Luminaria 60W	u	1,00	35,50		35,50	
SUBTOTAL O						35,50
TRANSPORTE		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
DESCRIPCION	A	B	C=A*B			
SUBTOTAL P						
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						42,53
INDIRECTOS Y UTILIDADES 35,00%						14,89
OTROS INDIRECTOS %						
COSTO TOTAL DEL RUBRO						57,42
VALOR OFERTADO						57,42

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

Quito, 14 de enero 2014

FIRMA DEL OFERENTE

	PRESUPUESTO TOTAL	ALUMNO:	XAVIER DÁVILA		
		CARRERA:	INGENIERIA CIVIL		
PROYECTO:	HIDROELECTRICA VICTORIA				
No.	DESCRIPCION DEL RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	TUNEL DE CONDUCCION				
1,1	EXCAVACION				
1,1,1	EXCAVACION EN TUNEL CON FRESADORA Y MARTILLO	m3	562	148,00	83176,00
1,1,2	EXCAVACION CONVENCIONAL EN ROCA. TUNEL	m3	8.709	122,28	1064933,25
1,1,3	SOBREACARREO	m3*Km	14.834	0,26	3856,84
1,2	SOPORTES DE ROCA				
1,2,1	SOPORTES CON CERCHAS EN TUNELES	Ton	9	4687,47	42187,23
1,2,2	PERNOS DE ANCLAJE 25 mm	u	1.990	159,31	317026,90
1,3	PERFORACIONES				
1,3,1	PERFORACIONES PARA INYECCIONES	m	4.279	53,08	227129,32
1,3,2	PERFORACIONES PARA DRENAJES (SUBTERRANEOS)	m	50	53,07	2653,50
1,4	HORMIGON				
1,4,1	HORMIGON EN PAREDES Y MUROS SUBTERRANEO fc=250 Kgf/cm2	m3	692	324,97	224879,24
1,4,2	HORMIGON SOLERA DE TUNELES Y CANALES fc=250 =Kgf/cm2	m3	952	265,57	252822,64
1,4,3	HORMIGON DE REPLANTILLO EN TUNEL fc=180 =Kgf/cm2	m3	242	193,94	46933,48
1,5	HORMIGON LANZADO				
1,5,1	HORMIGON LANZADO PARA PORTALES. INCLUYE MALLA DE REFUERZO	m3	120	382,86	45943,20
1,5,2	HORMIGON LANZADO PARA TUNELES SIN FIBRA	m3	1.702	350,97	597350,94
1,5,3	HORMIGON LANZADO PARA TUNELES INCLUYE FIBRA DE ACERO	m3	77	614,99	47354,23
1,6	INYECCIONES				
1,6,1	INYECCIONES DE CONSOLIDACION HORMIGON-ROCA EN TUNELES	Ton	43	555,00	23865,00
1,7	MATERIALES DE REFUERZO				
1,7,1	ACERO DE REFUERZO EN BARRAS fy=4200 Kgf/cm2 Subterráneo	Ton	78	2025,74	158990,20
1,8	OBRAS ARQUITECTONICAS				
1,8,1	TOMAS ELECTRICAS PARA ILUMINACION	pto	116	67,35	7812,60
1,8,2	TOMAS ELECTRICAS DE FUERZA	Pto	30	38,79	1163,70
1,8,3	LUMINARIA TECHO TUNEL 60W 120V	u	116	57,42	6660,72
				TOTAL ACUMULADO	3.154.739,00

CAPITULO X

10.1. CONCLUSIONES:

MÉTODO CONSTRUCTIVO:

1. La excavación al tener una roca de mala calidad (Roca tipo IV, esquistos grafiticos), la opción de excavar con fresadora nos garantiza seguridad en la entrada del túnel, por lo que la fresadora a diferencia de las voladuras no produce grandes vibraciones ni fuerzas de impacto, con esto evitamos que la roca madre se fisure o tenga futuros desprendimientos.
2. Y en el segundo tramo se opto por el método combinado de fresado con las voladuras nos ayuda a además de la seguridad de estabilidad de la roc madre, a tener la sección del túnel definida, es decir existe sobre-excavación mínima.
3. Este segundo método al darnos la sección del túnel prácticamente exacta, nos evita el aumento de volúmenes de hormigón tanto fundido como lanzado, que son gastos representativos para el contratista en la culminación del túnel.
4. Al encontrarnos con una mejor calidad de la roca después de la abscisa 0+090 se debio utilizar el método de excavación con voladuras, que es un procedimiento convencional, el cual es óptimo para el avance programado de la obra.
5. Para obtener un mejor avance de excavación, desde la abscisa 0+200 el material producto de las voladuras se botaba a unos 20 metros del frontón para que la actividad de perforación se continúe con la rezaga y así obtener un tiempo de rezaga mínimo.

RENDIMIENTOS:

Esta actividad considero el comportamiento de los equipos y maquinaria utilizados en la excavación del túnel.

1. El daño de la maquinaria es un factor muy importante en el avance de excavación del túnel, a continuación la comparación con la excavación real ejecutada con el avance teórico de los rendimientos promedio de obra. Para esto nos ayudamos con el cuadro de “Avance Mensual”

AVANCE MENSUAL				
MES		LONGITUD PARCIAL	LONGITUD ACUMULADA	OBSERVACIONES
OCTUBRE	2012	19.00	19.00	Excavación con fresadora 100%
NOVIEMBRE	2012	33.31	52.31	Fresadora 30%, Voladura 70%
DICIEMBRE	2012	38.31	90.62	Fresadora 13.54%, Voladura 86.46%
ENERO	2013	59.38	150.00	Excavación con voladuras 100%
FEBRERO	2013	48.50	198.50	Excavación con voladuras 100%
MARZO	2013	101.90	300.40	Excavación con voladuras 100%
ABRIL	2013	91.60	392.00	Excavación con voladuras 100%
MAYO	2013	100.00	492.00	Excavación con voladuras 100%
JUNIO	2013	81.97	573.97	Excavación con voladuras 100%
JULIO	2013	63.25	637.22	Excavación con voladuras 100%
AGOSTO	2013	86.05	723.27	Excavación con voladuras 100%
SEPTIEMBRE	2013	52.23	775.50	Excavación con voladuras 100%
OCTUBRE	2013	70.20	845.70	Excavación con voladuras 100%
NOVIEMBRE	2013	79.30	925.00	Excavación con voladuras 100%
DICIEMBRE	2013	75.20	1,000.20	Excavación con voladuras 100%
ENERO	2014	55.50	1,055.70	Excavación con voladuras 100%

2. En el primer método de construcción “excavación con fresadora” los rendimientos obtenidos en obra de 30.87horas/ciclo; ciclo=1.90m, para llegar a los primeros 19 metros de excavación con fresadora se hubiese necesitado 13 días y realmente se avanzó en 30 días. Una pérdida de 17 días.

3. En la excavación combinada de fresado y voladura para excavar los 71.62 m (90.62m - 19m = 71.62m) se necesitarían 27.60 días con el rendimiento de 17.55horas/ciclo; ciclo = 1.90 ml y realmente se avanzó en 61 días. Una pérdida de 33.40 días.
4. Para la excavación con voladura se obtuvieron los rendimientos por tramos representativos en función de la calidad de la roca.

	TRAMO			TIPO DE ROCA		RENDIMIENTO PROMEDIO
1	0+090.62	A	0+200.00	ROCA TIPO IV	(Esquistos cerisítoco grafitoso)	0.12 ml/h
2	0+200.00	A	0+400.00	ROCA TIPO III	(Esquistos de cuarzo grafiticos)	0.20 ml/h
3	0+400.00	A	0+650.00	ROCA TIPO II (presencia de agua)	(Esquistos micaceos grafiticos)	0.20 ml/h
4	0+650.00	A	0+850.00	ROCA TIPO II y III (presencia de agua)	(Esquistos micaceos sericiticos)	0.18 ml/h
5	0+850.00	A	1+020.00	ROCA TIPO II y III	(Esquisto grafitico)	0.18 ml/h

5. Tramo 1: Para excavar los 109.38 metros (200m – 90.62m = 109.38 m), con el rendimiento de 0.12 ml/h se necesitarían 38 días y realmente se realizó en los meses de enero y febrero con un total de 58 días. Una pérdida de 20 días.
6. Hay que recalcar que para el tramo 1 se utilizó un barreno para la perforación de 2.00 metros con el fin al igual de no tener problemas de desprendimientos con las voladuras, por lo que a mayor longitud de barrenado vamos a tener mayor carga de tacos de dinamita.
7. Tramo 2: Para excavar los 200 metros (400m – 200m = 200m), con el rendimiento de 0.20 ml/h se necesitarían de 41.70 días y realmente se realizó

en los meses de marzo, abril y los primeros días de mayo con un total de 63 días. Una pérdida de 21.30 días.

8. Tramo 3: Para excavar los 250 metros ($650\text{m} - 400\text{m} = 250\text{m}$), con el rendimiento de 0.20 ml/h se necesitarían de 52.10 días y realmente se realizó en los meses de mayo, junio, julio y los primeros días de agosto con un total de 95 días. Una pérdida de 42.90 días.
9. Tramo 4: Para excavar los 200 metros ($850\text{m} - 650\text{m} = 200\text{m}$), con el rendimiento de 0.18 ml/h se necesitarían de 46.30 días y realmente se realizó en los meses de agosto, septiembre y octubre con un total de 88 días. Una pérdida de 41.70 días.
10. Tramo 5: Para excavar los 170 metros ($1020\text{m} - 850\text{m} = 170\text{m}$), con el rendimiento de 0.18 ml/h se necesitarían de 39.30 días y realmente se realizó en los meses de noviembre, diciembre y enero con un total de 85 días. Una pérdida de 45.70 días.
11. En este gran total 222 días, la causante primordial es el daño de la maquinaria, entre algunas son: de las mangueras hidráulicas de la fresadora, los repuestos de la maquina rezagadora frontal “scoop”, las mangueras y repuestos de la perforadora “jumbo”, daños de los diferentes equipos para la rezaga como las minicargadoras, dumper, daños eléctricos, etc. Los daños de las maquinarias para su mejor comprensión se hallan detallados en el Anexo “Daño de Maquinaria”.

FACTORES DEL INCUMPLIMIENTO DEL CRONOGRAMA DE TRABAJO

1. Un causante del no cumplimiento del cronograma original y de los rendimientos obtenidos en obra es el tipo de material a excavar, en una roca de mala calidad (rocas tipo IV, esquistos grafiticos) los tiempos de perforación son mayores por lo que el material se desprende y al momento de retirar el barreno del hueco

perforado queda tapado, ya que nuevamente se debe perfora hasta tener el hueco limpio sin residuos de roca para cargar sin dificultades.

2. La rezaga es otro inconveniente de retraso, por lo que mientras mayor es el avance la distancia de acarreo del material para el desalojo aumenta, esto es reflejado en los datos para el cálculo de rendimientos en el “capitulo 7 Excavación”, en el tramo 1 (0+200 a 0+400) se tienen tiempos de rezaga de 1h 40 min, mientras en el tramo 5 (0+850 a 1+020) se tienen tiempos de rezaga hasta de 3h 40 min.
3. Sin embargo el rendimiento de la excavación por los tiempos de rezaga deberían ser mayores, ya que el material producto de la voladura se tiende a veinte metros del frontón para que en la etapa de perforación se continúe con la rezaga sacando el material afuera del túnel.
4. Un punto muy importante para obtener los rendimientos de obra efectivos, es la organización de las actividades de excavación, anticiparse y tener listo los recursos de la actividad siguiente.
5. El campamento queda a 15 minutos del túnel por lo que los topógrafos para la marcación del túnel deben subir por lo menos con media hora de anticipación.
6. El tiempo para la preparación de la carga para la voladura es de 40 minutos, por lo que el personal de voladura deben estar por lo menos una hora antes de que se acabe la actividad de perforación.
7. Por la baja oferta en el país de detonadores no eléctricos, en el diagrama de disparo se utilizó las series de retardadores MS (Milisegundo) y LP (Periodo largo) obteniendo resultados muy aceptables.

8. Los retardadores no eléctricos utilizados tienen en la numeración una separación de tiempo de 25 ms (milisegundos), lo óptimo a utilizarse en el cuele es una diferencia de 50 ms por lo cual la numeración dada fue 2, 4, 6, 8.

10.2.RECOMENDACIONES:

A continuación se detalla las recomendaciones validas en el proceso constructivo.

1. La principal recomendación que puedo percibir sobre todo con los métodos de construcción y durante todo el tiempo de trabajo en la excavación, es tomar todas las medidas de seguridad para evitar un accidente de trabajo.
2. La maquinaria al ser estas usadas diariamente se debería tener todos los repuestos en bodega para que al momento de un daño cualquiera que sea, los mecánicos tengan todas las herramientas para solucionar el daño y así no perder más del tiempo básico del arreglo.
3. La maquinaria de rezaga al ser maquinas que utilizan combustible, deben tener un mantenimiento diario por lo que dentro del túnel el aire viciado se concentra y puede causar graves enfermedades respiratorias en los operadores.
4. Con lo antes dicho necesitamos que la ventilación sea la idónea por lo que la manga de ventilación debe tener los menores quiebres posibles para que el aire no obtenga perdidas de presión.
5. Con respecto a la perforación nos dio un mejor resultado la perforación del barreno vacío del cuele con un escariador de 4" con respecto a las dos perforaciones de 1.5" que utilizábamos al inicio. Por lo que a mayor área vacía del barreno vacío va a resultar un mejor desprendimiento de la roca por la voladura.

6. Otra práctica que nos dio resultado, perforar primeramente el barreno vacío del cuele al igual que los demás huecos (1.5") para que por ahí se perfore con el escariador de 4" obteniendo así un mejor paralelismo y mejor arranque de la voladura.
7. En las rocas de mala calidad encontradas a lo largo del túnel es recomendable dar una inclinación elevada de 5° aproximadamente en la perforación para que se facilite la evacuación de los desprendimientos de roca en los huecos, ayudándonos a tener una superficie libre para los cartuchos de dinamita.
8. Después de la rezaga de cada voladura es importante desguinchar (desprender material suelto en la paredes de la voladura) para la seguridad de los trabajadores.
9. Es recomendable tener un segundo diagrama de disparo, geoméricamente por lo menos 30 centímetros más abajo a excepción claro de los pateros, por lo que en algunas voladuras se puede "soplar el tiro" es decir quedan residuos de roca en el frontón, con el diagrama más abajo nos aseguramos que la siguiente perforación no sea en los mismos huecos con dinamita y así evitar la activación de los cartuchos sobrantes.
10. Para el recorte en la voladura se necesita un explosivo de carga uniforme para tener un mejor terminado del túnel, en nuestro caso utilizamos el cordón de 80gr. dándonos un excelente resultado.
11. Es recomendable para un mejor corte del túnel tener la separación de los barrenados los más cercanos posibles, en nuestro caso reducimos de la separación de corte en los hastiales y cúpula de 65cm a 50 cm, dándonos un terminado de excavación más exacto.

12. Las líneas de tubería de aire, agua y líneas eléctricas deben estar estratégicamente ubicadas para garantizar la seguridad en la construcción, en nuestro caso fueron ubicadas en la parte izquierda del túnel, por lo que la maquina rezagadora de pala frontal “scoop” tiene el asiento del operador al mismo lado, así el operador puede tener una mejor visión de las líneas y no causar un choque con la máquina.

ANEXOS

Anexo 1 Hidrología:

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA															
Niveles Medios Mensuales (m)															

S E R I E S M E N S U A L E S D E D A T O S H I D R O L O G I C O S															

NOMBRE: QUIJOS DJ OYACACHI							CODIGO: H0719								
PERIODO: 2000 - 2013				LATITUD: 06 18' 10" S				LONGITUD: 77G 46' 30" W				ELEVACION: 1490.00			
ANOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	SUMA	MEDIA	
2000					1.590	1.590	1.110	1.260	1.090						
2001			0.950	1.190	1.320	1.570		1.340							
2002				1.090	1.300	1.040	1.380	1.160	0.890		1.130	0.760			
2003		0.810	0.950	0.860	1.500	1.120	1.280	1.020	0.830	0.870	0.630	0.860			
2004	0.460	0.350	1.100	0.840	1.530		1.250	1.180	0.800	0.640	0.490	0.510			
2005		0.790	1.240												
2008	0.770	0.880	0.440	0.760	1.100		1.210	0.700	0.970	0.870	0.670				
2009	1.030	0.860	0.520	0.950	0.950	1.500		0.970	0.490	0.540					
2010	0.300	0.660	0.710	1.020	0.920	1.250	0.930	0.900	0.760		0.600				
2011		0.360	0.350	0.870	1.090	1.220	1.510	0.880	0.860	0.620	0.410	0.900			
2012								0.830	0.480	0.620	0.490	0.410			
2013	0.890	1.280	0.880	0.840											
media	0.690	0.748	0.793	0.935	1.255	1.327	1.238	1.024	0.796	0.693	0.631	0.688	10.822	0.901	
minima	0.300	0.350	0.350	0.760	0.920	1.040	0.930	0.700	0.480	0.540	0.410	0.410		0.300	
maxima	1.030	1.280	1.240	1.190	1.590	1.590	1.510	1.340	1.090	0.870	1.130	0.900		1.590	

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA

Niveles Máximos Instantáneos (m)

S E R I E S M E N S U A L E S D E D A T O S H I D R O L O G I C O S

NOMBRE: QUIJOS DJ OYACACHI

CODIGO: H0719

PERIODO: 2000 - 2013 LATITUD: 0G 18' 10" S LONGITUD: 77G 46' 30" W ELEVACION: 1490.00

ANOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	SUMA	MEDIA
2000					3.750									
2001														
2002				2.600			2.900	1.800			2.100			
2003				2.000	3.400	2.440	2.800	1.700	1.600	2.100	1.600	2.900		
2004	1.700	0.750	4.100	1.380	4.100		2.900	2.600	2.760	1.800	0.800	2.200		
2005														
2008					3.200		2.900	1.300	2.600					
2009														
2010	1.100	3.000		2.600		3.200	2.350							
2011		1.400	1.500				3.000				1.100	2.400		
2012								1.700	1.000	1.600		1.200		
2013	2.600	4.000	1.900	3.000										
media	1.800	2.287	2.500	2.316	3.612	2.820	2.808	1.820	1.990	1.833	1.400	2.175	27.362	2.280
minima	1.100	0.750	1.500	1.380	3.200	2.440	2.350	1.300	1.000	1.600	0.800	1.200		0.750
maxima	2.600	4.000	4.100	3.000	4.100	3.200	3.000	2.600	2.760	2.100	2.100	2.900		4.100

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA

Niveles Mínimos Instantáneos (m)

S E R I E S M E N S U A L E S D E D A T O S H I D R O L O G I C O S														
NOMBRE: QUIJOS DJ OYACACHI					CODIGO: H0719									
PERIODO: 2000 - 2013			LATITUD: 0G 18' 10" S			LONGITUD: 77G 46' 30" W			ELEVACION: 1490.00					
ANOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	SUMA	MEDIA
2000					0.780									
2001														
2002				0.500			0.800	0.740			0.600			
2003				0.500	0.700	0.600	0.700	0.600	0.500	0.500	0.360	0.200		
2004	0.200	0.200	0.600	0.580	0.750		0.750	0.700	0.400	0.380	0.300	0.200		
2005														
2008					0.200		0.800	0.250	0.200					
2009														
2010	0.000	0.000		0.350		0.550	0.500							
2011		0.000	0.000				1.000				0.040	0.300		
2012								0.100	0.100	0.150		0.150		
2013	0.200	0.250	0.200	0.260										
media	0.133	0.112	0.266	0.438	0.607	0.575	0.758	0.478	0.300	0.343	0.325	0.212	4.550	0.379
minima	0.000	0.000	0.000	0.260	0.200	0.550	0.500	0.100	0.100	0.150	0.040	0.150		0.000
maxima	0.200	0.250	0.600	0.580	0.780	0.600	1.000	0.740	0.500	0.500	0.600	0.300		1.000

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA

Caudales Medios Mensuales (m3/seg)

S E R I E S M E N S U A L E S D E D A T O S H I D R O L O G I C O S

NOMBRE: QUIJOS DJ OYACACHI

CODIGO: H0719

PERIODO: 2000 - 2013 LATITUD: 0G 18' 10" S

LONGITUD: 77G 46' 30" W

ELEVACION: 1490.00

ANOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	SUMA	MEDIA
2000								197.856	164.991					
2001			135.639	179.019	214.834	272.177		214.159						
2002				176.959	202.835	153.369	230.207	173.187	129.616		172.643	109.605		
2003		122.941	145.441	126.644	270.089	171.418	204.545	149.717	119.608	130.777	92.445	139.866		
2004	78.566	61.415	185.718	119.610	305.307		262.369	245.122	158.602	126.584	97.664	107.450		
2005		151.778	280.173											
2008	146.586	184.604	91.400	153.660	234.723		244.082	134.853	195.926	172.411	130.732			
2009	212.246	166.593	108.664	208.410	183.230	333.728		188.960	99.459	108.562				
2010	76.074	144.127	155.179	208.882	183.674	277.845	181.437	180.351	156.905		116.605			
2011		84.591	87.356	182.070	224.076	245.430	327.449	172.440	175.299	120.749	90.058	178.757		
2012								164.074	99.092	123.434	100.758	87.794		
2013	179.835	284.882	174.579	175.393										
media	138.661	150.116	151.572	170.071	227.346	242.327	241.681	182.071	144.388	130.419	114.415	124.694	2017.766	168.147
minima	76.074	61.415	87.356	119.610	183.230	153.369	181.437	134.853	99.092	108.562	90.058	87.794		61.415
maxima	212.246	284.882	280.173	208.882	305.307	333.728	327.449	245.122	195.926	172.411	172.643	178.757		333.728

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA

Caudales Máximos Instantáneos (m3/seg)

S E R I E S M E N S U A L E S D E D A T O S H I D R O L O G I C O S														

NOMBRE: QUIJOS DJ OYACACHI							CODIGO: H0719							
PERIODO: 2000 - 2013				LATITUD: 0G 18' 10" S			LONGITUD: 77G 46' 30" W			ELEVACION: 1490.00				
ANOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	SUMA	MEDIA
2000														
2001														
2002				604.831			745.719	318.849			411.866			
2003				379.070	1027.033	537.614	696.539	291.318	265.437	411.866	265.437	745.719		
2004	291.318	104.647	1529.890	214.047	1529.890		881.102	731.796	809.437	409.317	148.746	557.135		
2005														
2008					1046.611		881.102	260.384	731.796					
2009														
2010	211.415	934.449		731.795		1046.612	619.422							
2011		287.097	315.322				934.449				211.415	641.038		
2012								376.414	189.112	345.088		235.166		
2013	731.795	1570.428	443.820	934.449										
media	411.509	724.155	763.010	572.838	1201.178	792.113	793.055	395.752	498.945	388.757	259.366	544.764	7345.445	612.120
minima	211.415	104.647	315.322	214.047	1027.033	537.614	619.422	260.384	189.112	345.088	148.746	235.166		104.647
maxima	731.795	1570.428	1529.890	934.449	1529.890	1046.612	934.449	731.796	809.437	411.866	411.866	745.719		1570.428

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA

Caudales Mínimos Instantáneos (m3/seg)

 S E R I E S M E N S U A L E S D E D A T O S H I D R O L O G I C O S

NOMBRE: QUIJOS DJ OYACACHI

CODIGO: H0719

PERIODO: 2000 - 2013 LATITUD: 0G 18' 10" S LONGITUD: 77G 46' 30" W ELEVACION: 1490.00

ANOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	SUMA	MEDIA
2000														
2001														
2002				74.656			111.486	103.315			85.838			
2003				74.656	98.098	85.838	98.098	85.838	74.656	74.656	60.714	47.065		
2004	47.065	47.065	85.838	83.517	104.647		139.519	130.631	84.228	81.545	71.311	59.617		
2005														
2008					59.617		148.746	65.313	59.617					
2009														
2010	0.000	39.768		77.614		105.967	98.399							
2011		39.768	39.768				189.112				43.370	71.310		
2012								49.115	49.115	54.219		54.219		
2013	59.618	65.315	59.618	66.487										
media	35.561	47.979	61.741	75.386	87.454	95.902	130.893	86.842	66.904	70.140	65.308	58.052	882.164	73.513
minima	0.000	39.768	39.768	66.487	59.617	85.838	98.098	49.115	49.115	54.219	43.370	47.065		0.000
maxima	59.618	65.315	85.838	83.517	104.647	105.967	189.112	130.631	84.228	81.545	85.838	71.310		189.112

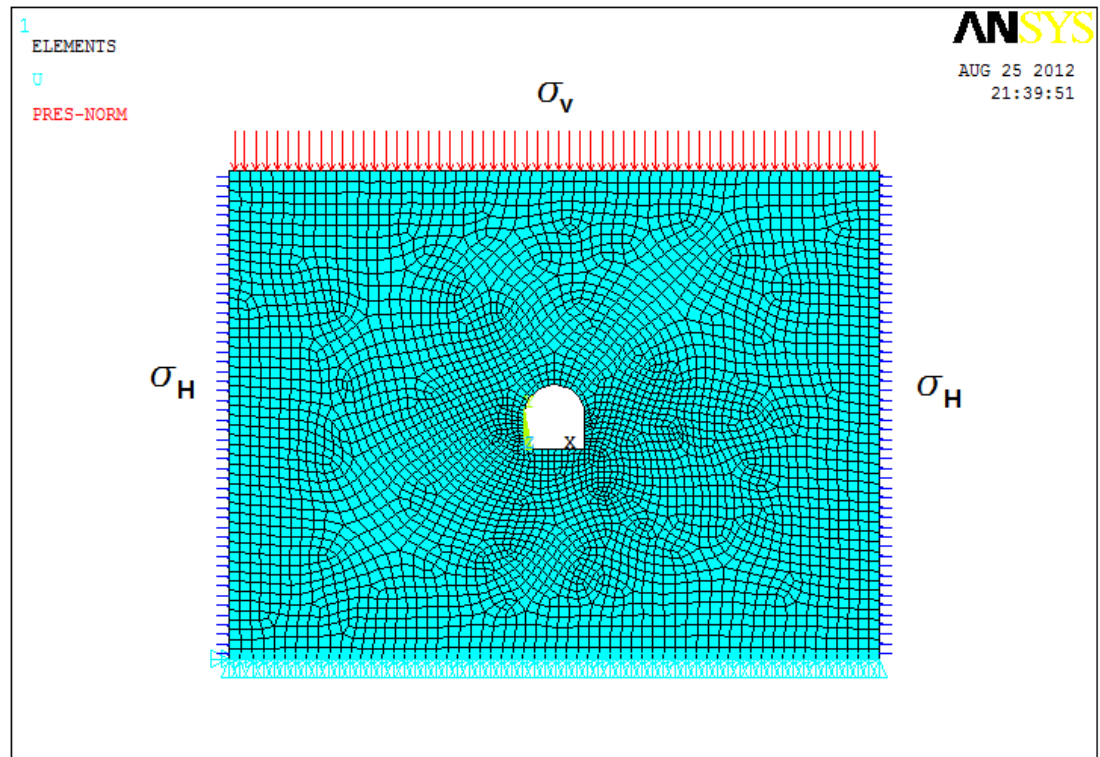
Anexo 2.

ANEXO:

*- ANÁLISIS TENSO-DEFORMACIONAL DE
SECCIONES TRANSVERSALES POR MEDIO DEL MÉTODO DE
LOS ELEMENTOS FINITOS*

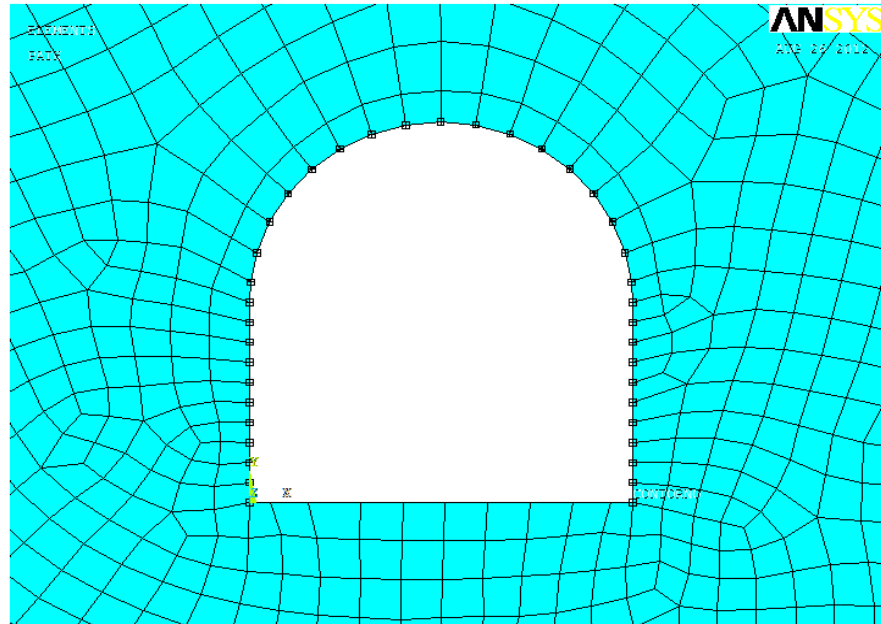
Análisis realizado por: Sofía Puerto Ing. Civil, MSc.

1. VISTA GENERAL DEL MODELO:

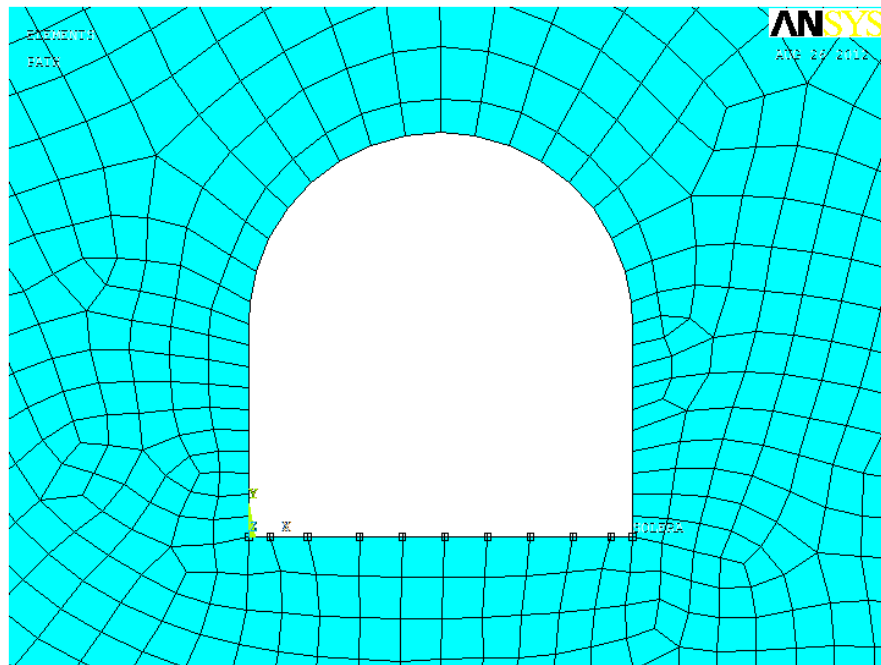


La misma malla de elementos finitos fue utilizada para todos los modelos. Adicionalmente, se definieron cortes alrededor del túnel donde esfuerzos verticales, horizontales y deformaciones fueron graficados. Los siguientes nodos fueron considerados para los cortes antes mencionados:

1.1. CONTORNO:

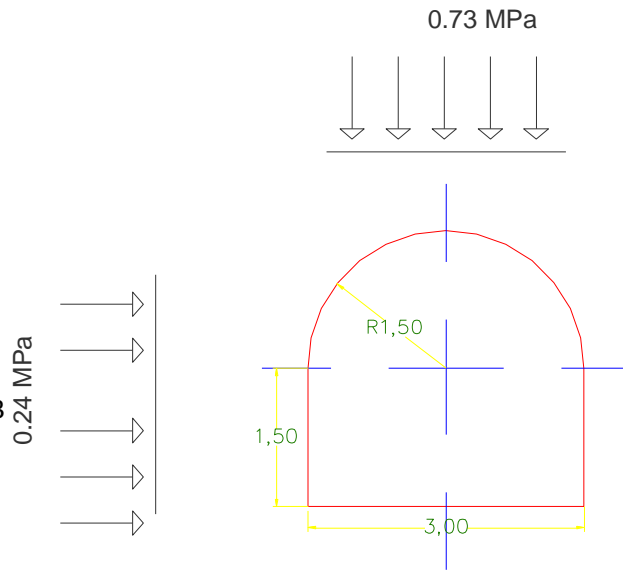


1.2. SOLERA

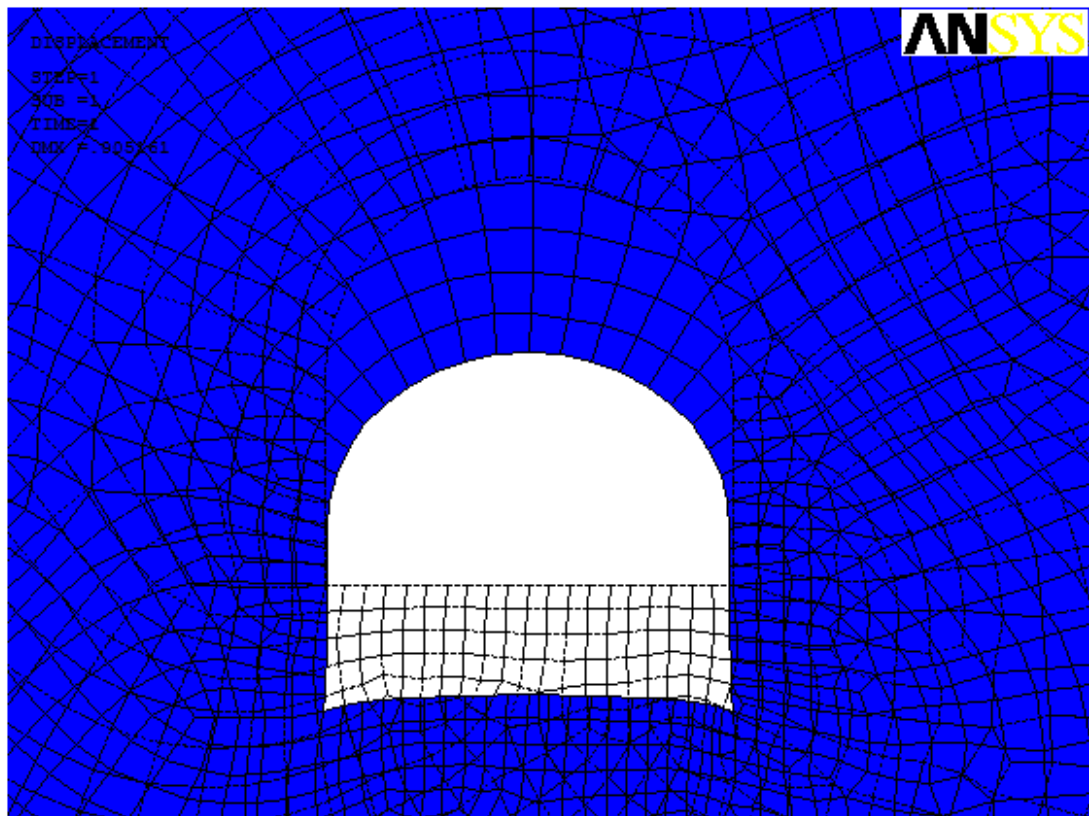


2. SECTOR 1 – TERRENO CLASE IV.

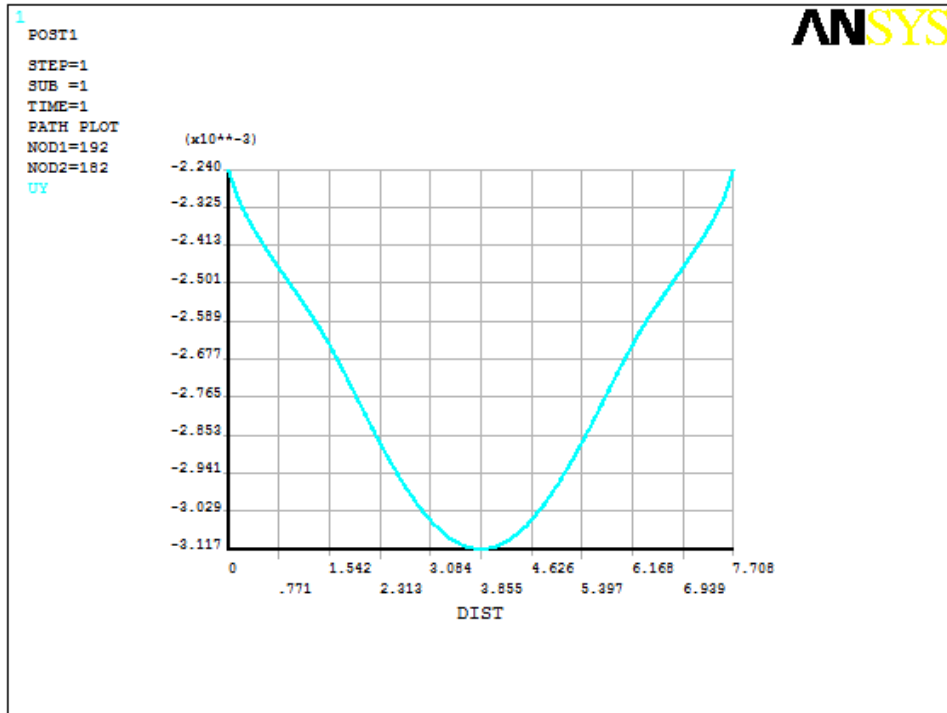
Radio del túnel: 1.5 m
Profundidad: 27 m
Peso Unitario, γ : 0.027 MN/m³
Cohesión, c : 0.02 MPa
Angulo de fricción Interna, ϕ :
10° Módulo de deformación, E :
5176 MPa Coeficiente de
Poisson, μ : 0.25
Coeficiente de presión lateral, λ : 0.33



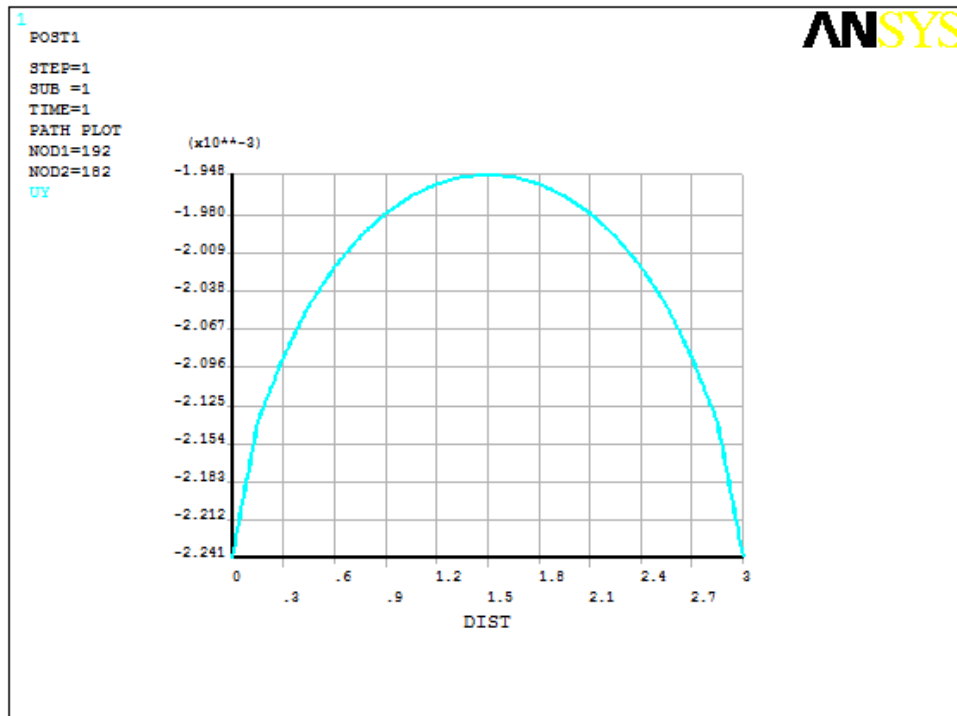
2.1. SECTOR DEFORMADA



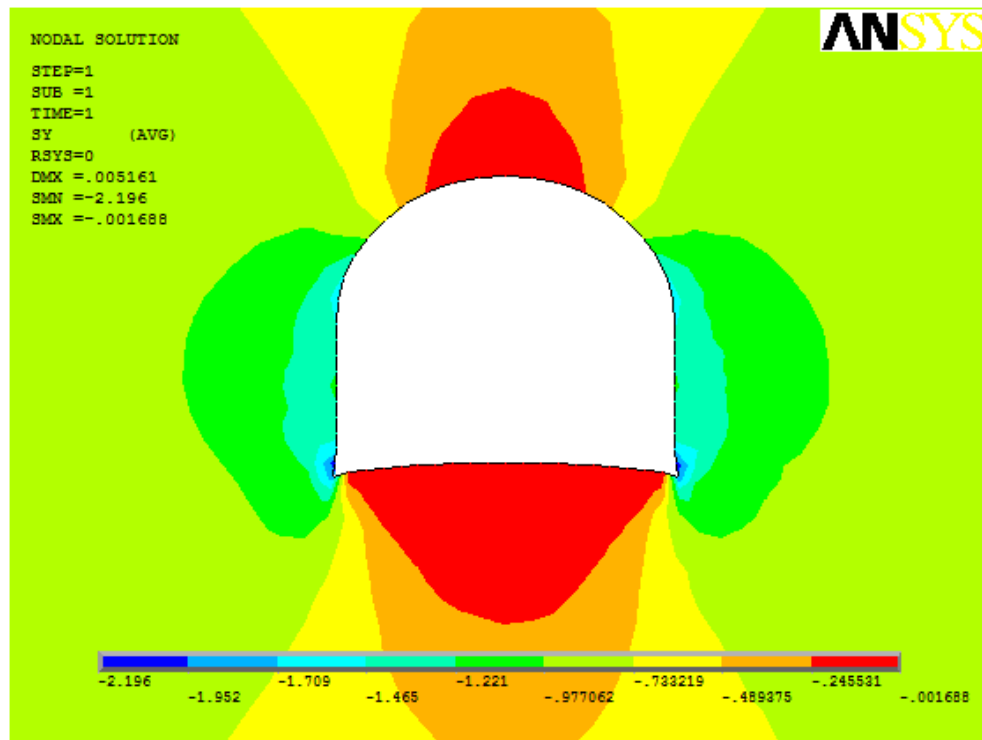
2.1.1. Deformaciones verticales en el Contorno



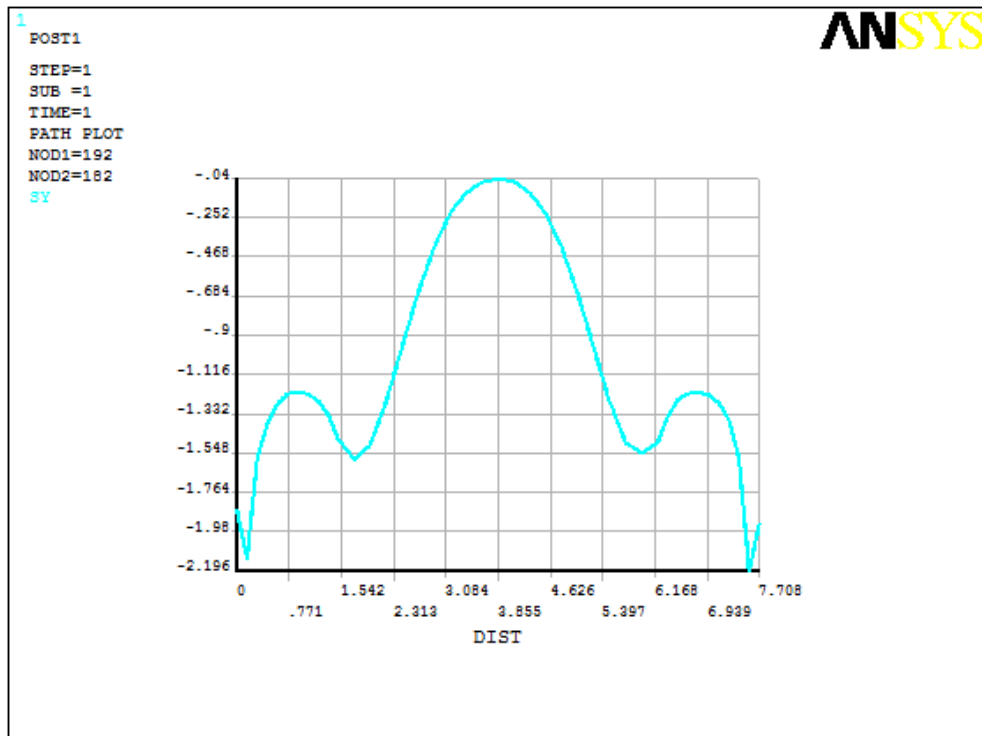
2.1.2. Deformaciones verticales en la Solera



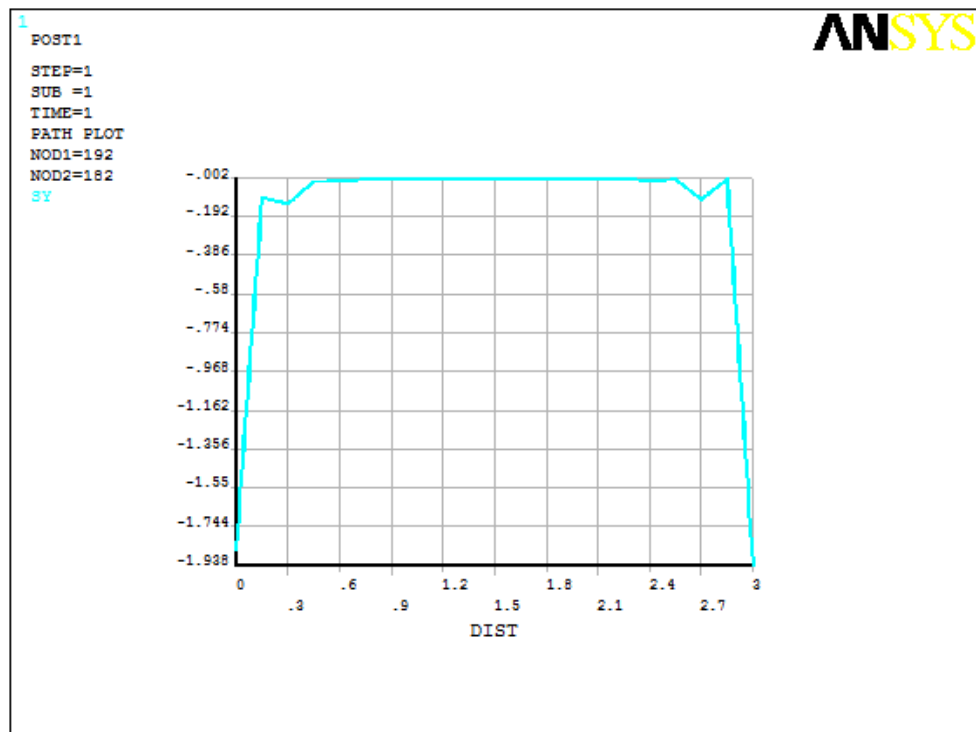
2.2. ESFUERZOS VERTICALES



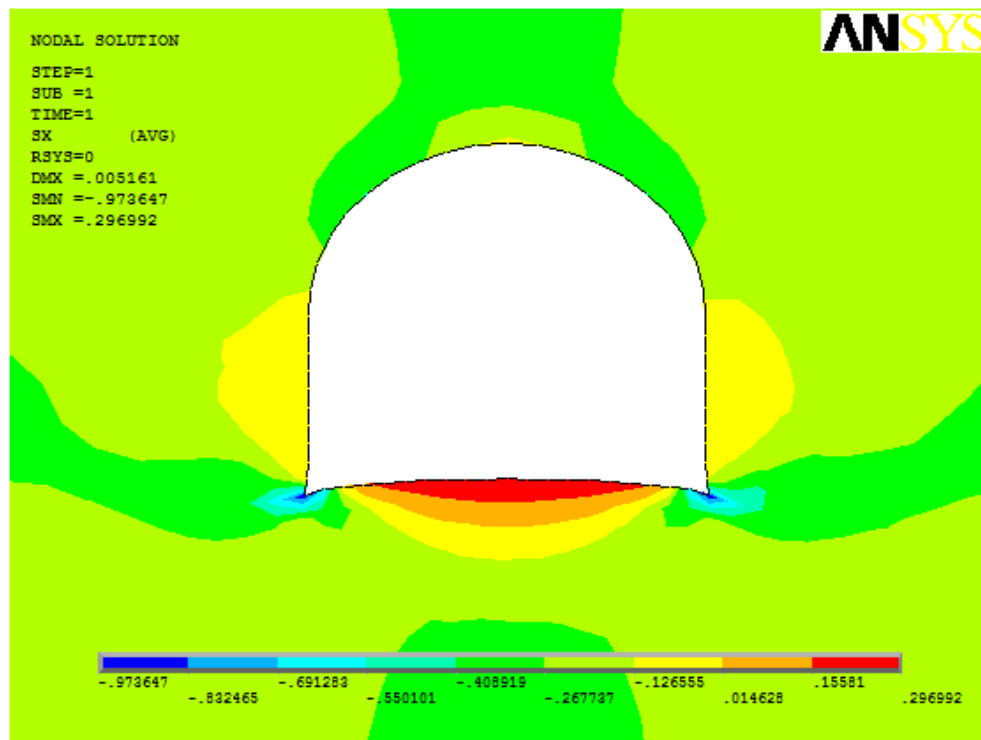
2.2.1. Esfuerzos verticales en el contorno



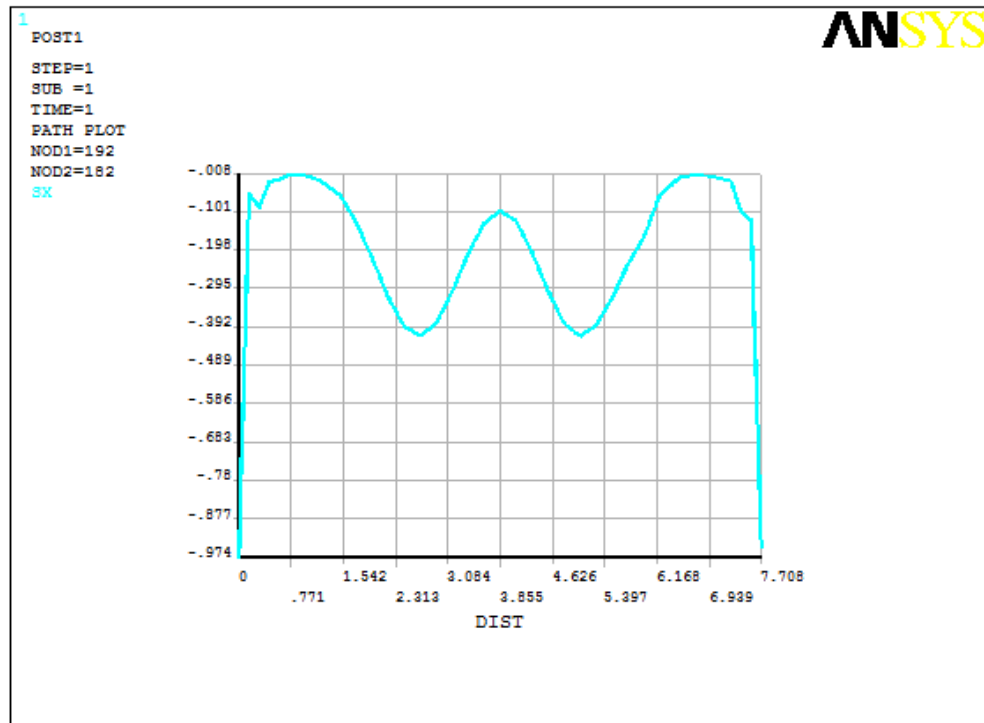
2.2.2. Esfuerzos verticales en la solera



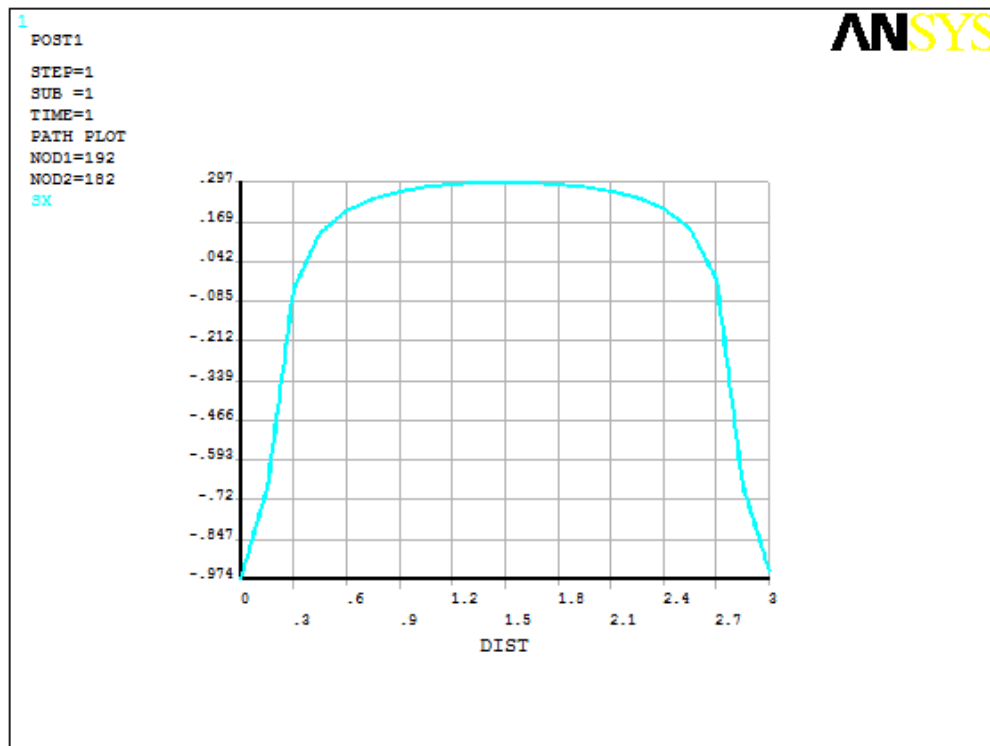
2.3. ESFUERZOS HORIZONTALES



2.3.1. Esfuerzos horizontales en el contorno

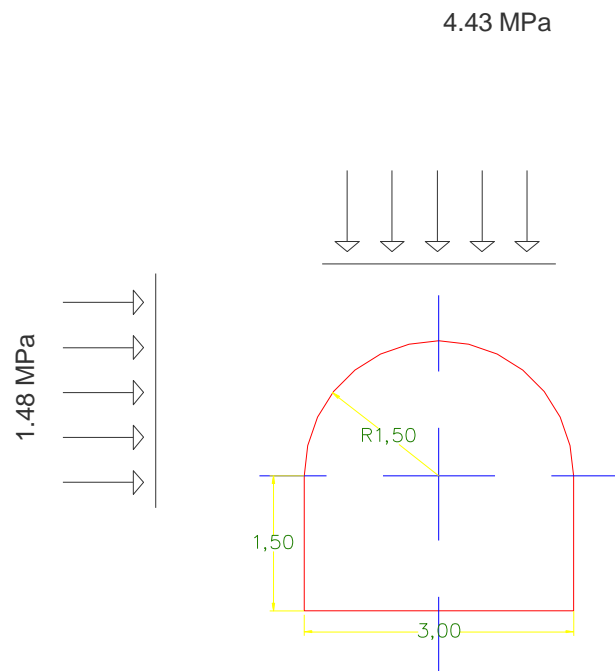


2.3.2. Esfuerzos horizontales en solera

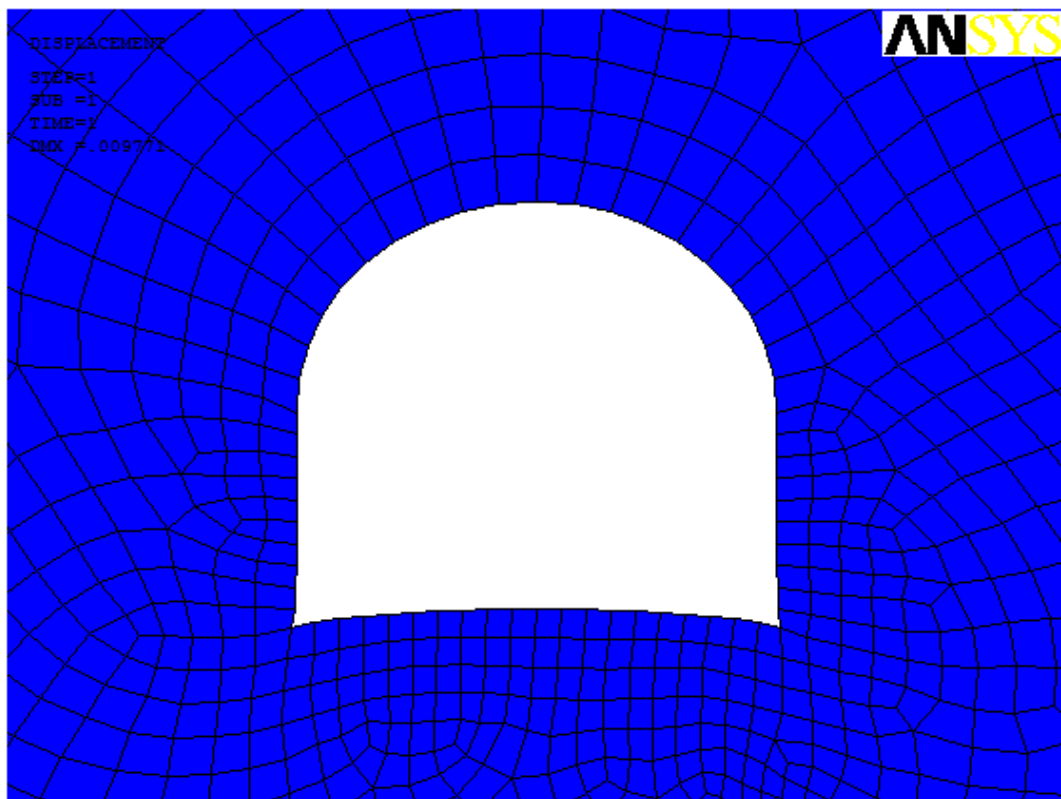


3. SECTOR 2 – TERRENO CLASE I

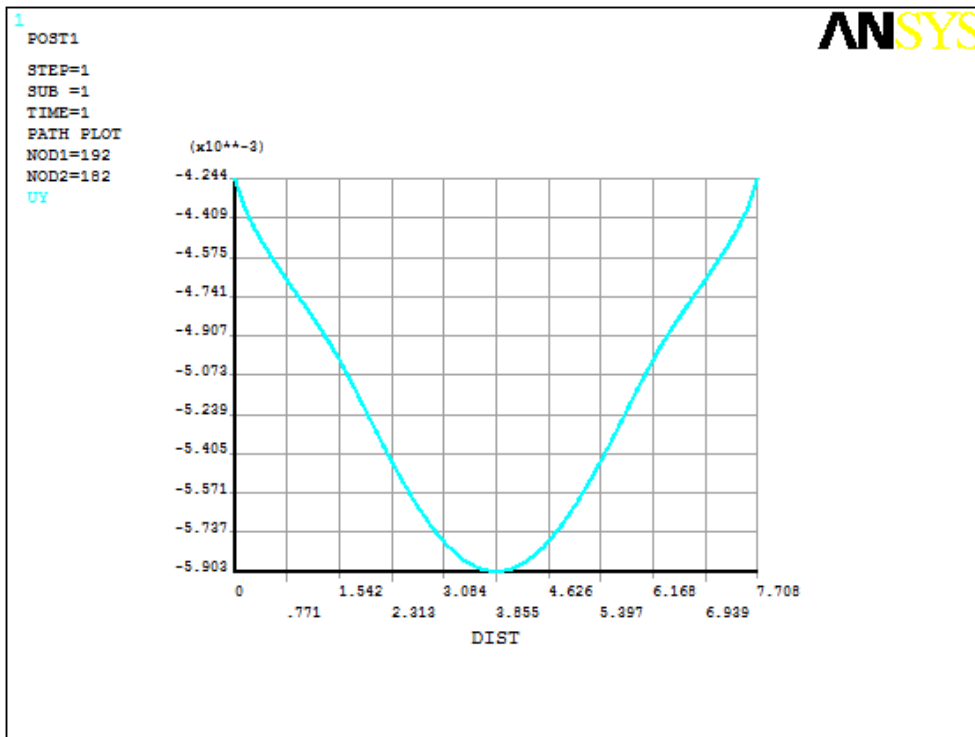
Radio del túnel: 1.5 m
Profundidad: 164 m
Peso Unitario, γ : 0.027 MN/m³
Cohesión, c : 0.95 MPa
Angulo de fricción Interna, ϕ : 30°
Módulo de deformación, E : 16564 MPa
Coeficiente de Poisson, μ : 0.25
Coeficiente de presión lateral, λ : 0.33



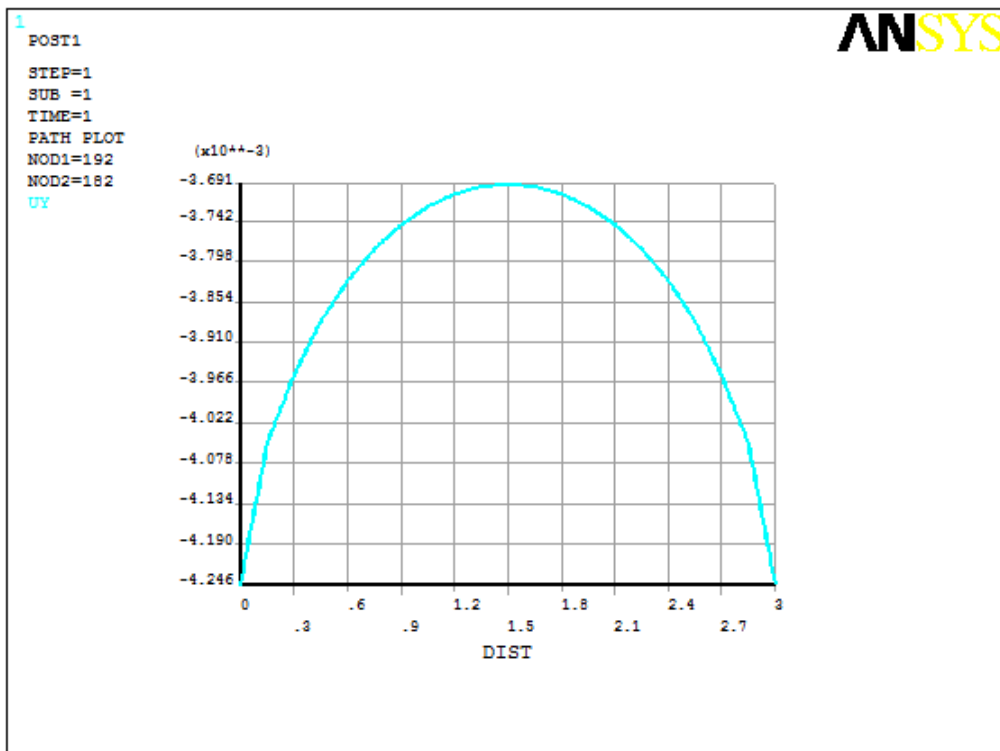
3.1. SECTOR DEFORMADA



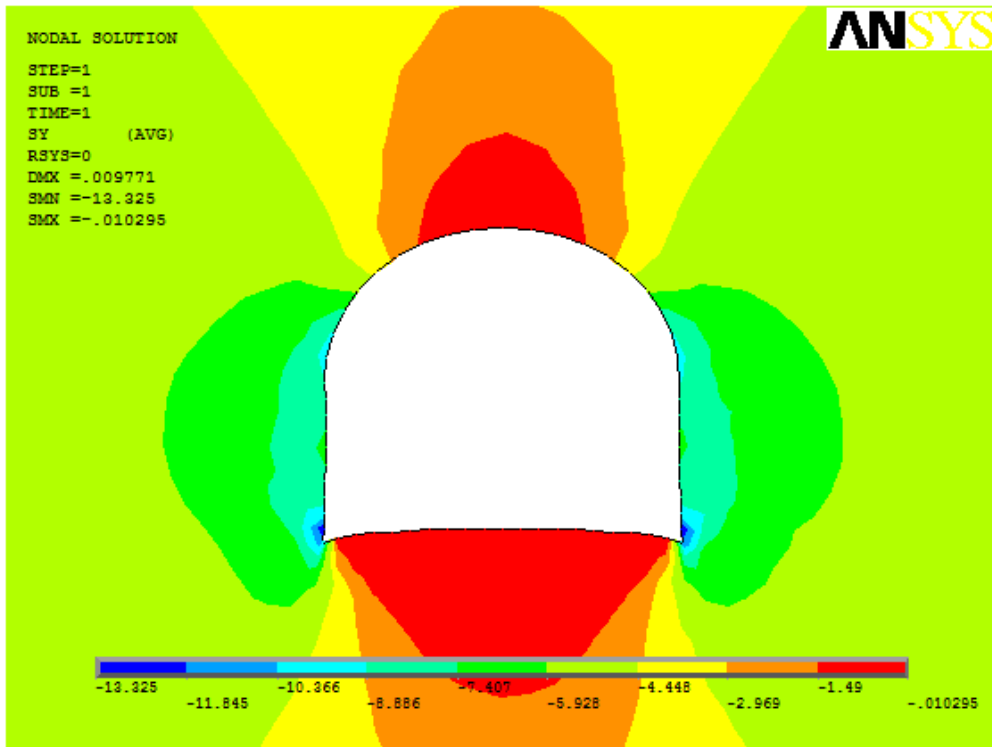
3.1.1. Deformaciones verticales en el Contorno



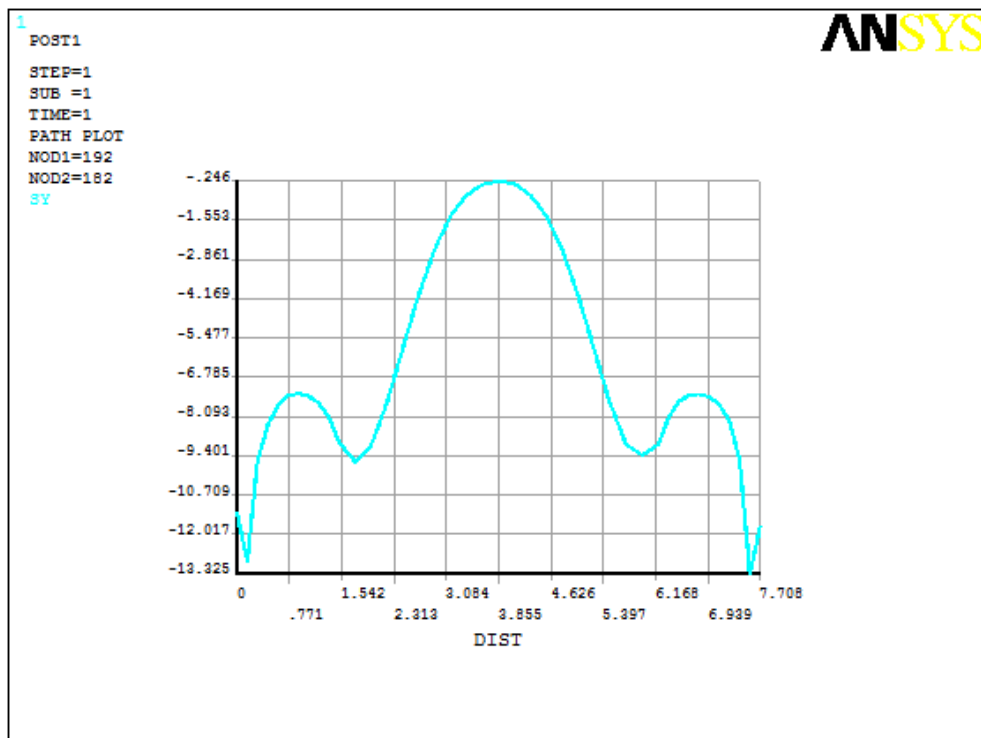
3.1.2. Deformaciones verticales en la Solera



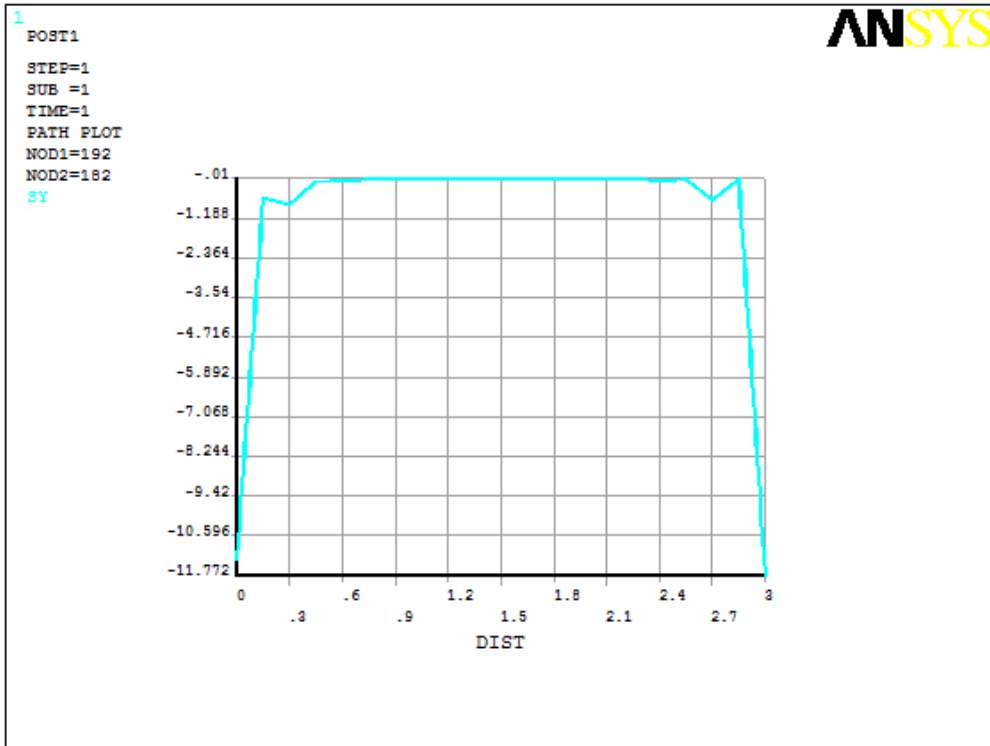
3.2. ESFUERZOS VERTICALES



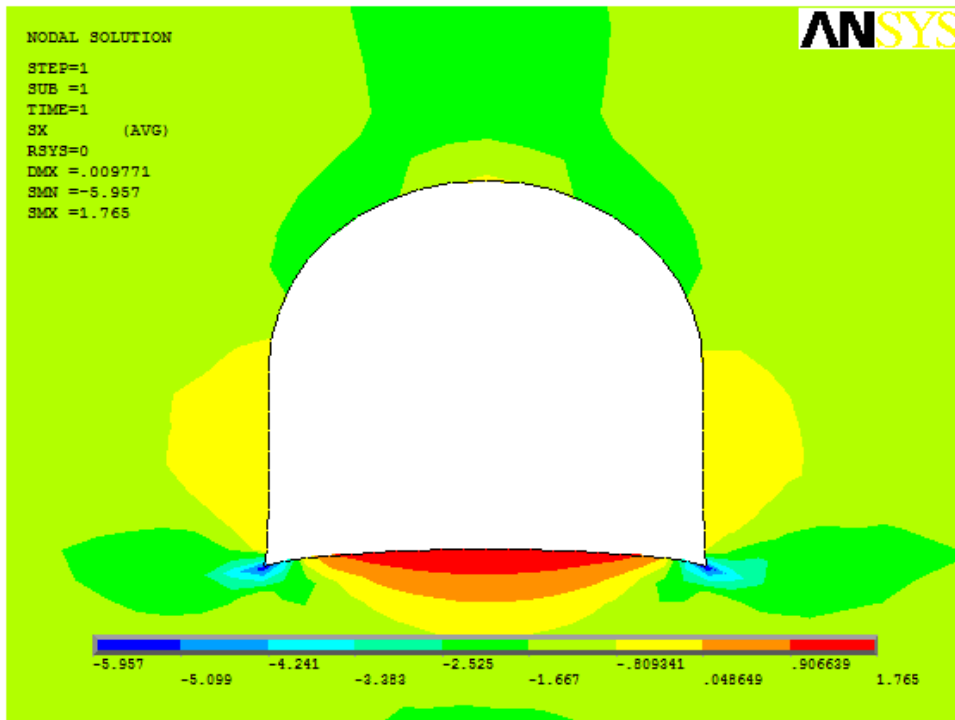
3.2.1. Esfuerzos verticales en el contorno



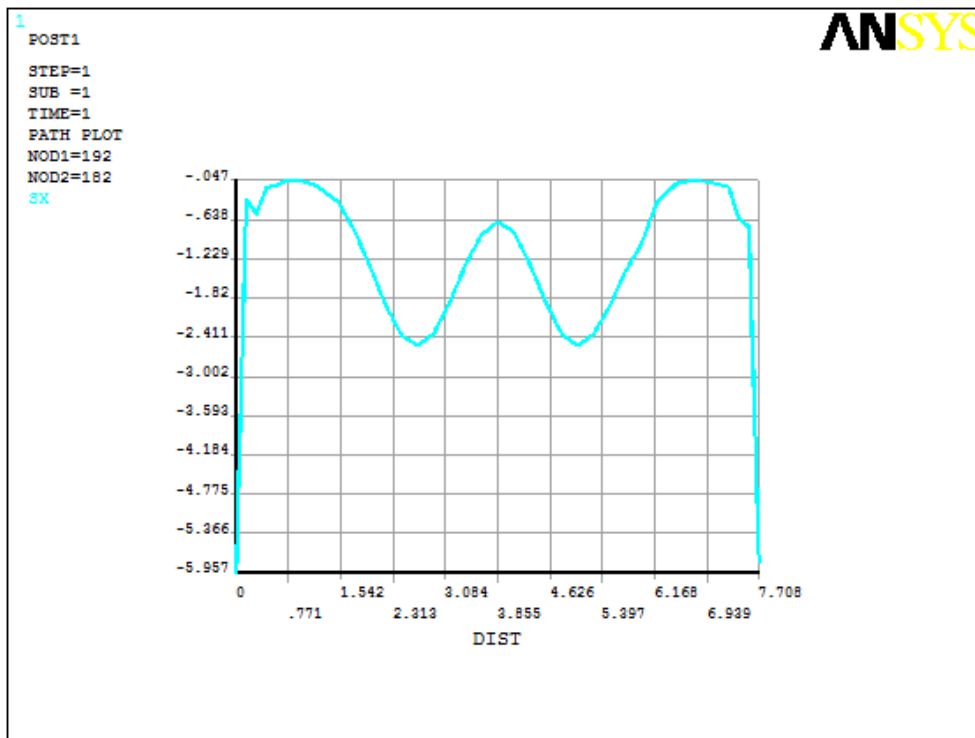
3.2.2. Esfuerzos verticales en la Solera



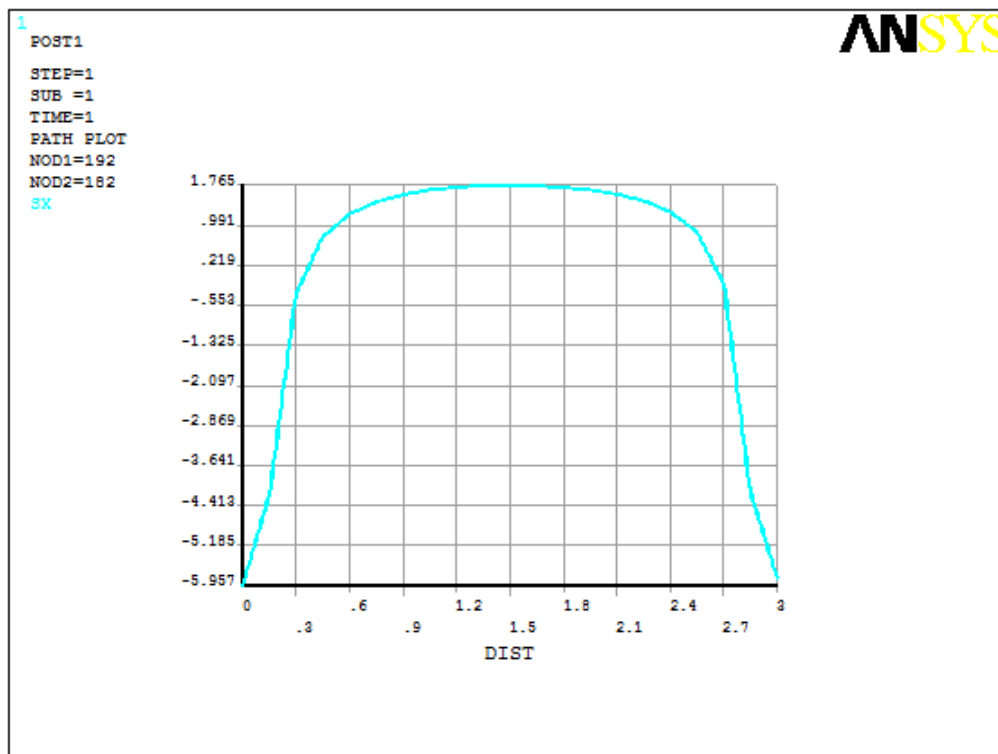
3.3. ESFUERZOS HORIZONTALES



3.3.1. Esfuerzos horizontales en el Contorno



3.3.2. Esfuerzos horizontales en solera



4. SECTOR 2 – TERRENO CLASE II

Radio del túnel: 1.5 m

Profundidad: 164 m

Peso Unitario, γ : 0.027 MN/m³

Cohesión, c : 0.45 MPa

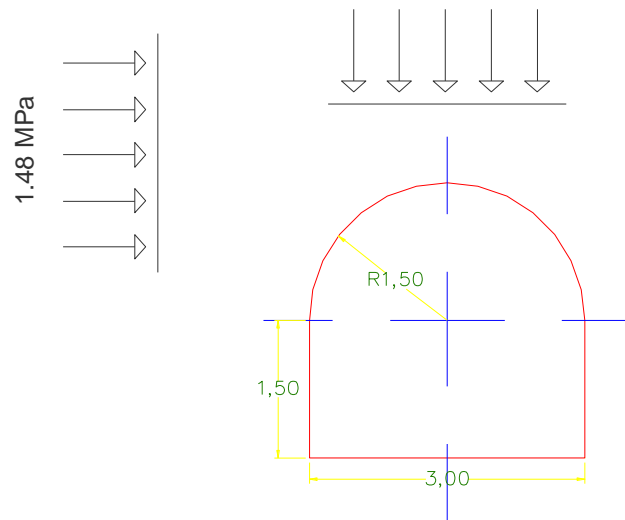
Angulo de fricción Interna, ϕ : 20°

Módulo de deformación, E : 12423

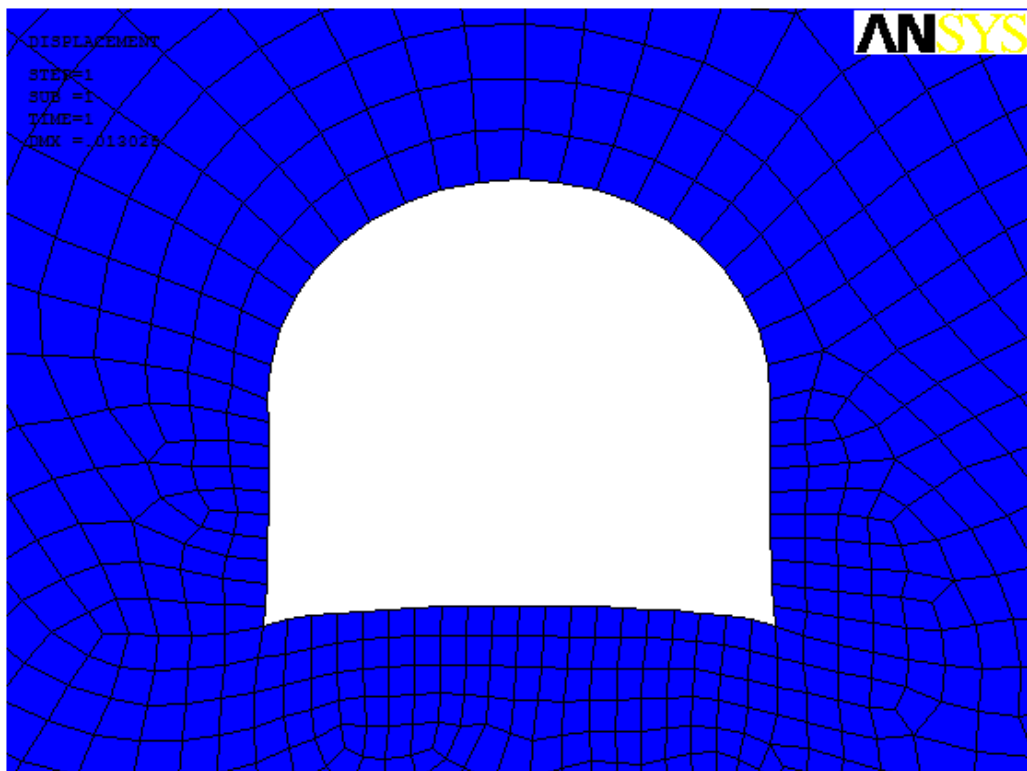
MPa Coeficiente de Poisson, μ : 0.25

Coeficiente de presión lateral, λ : 0.33

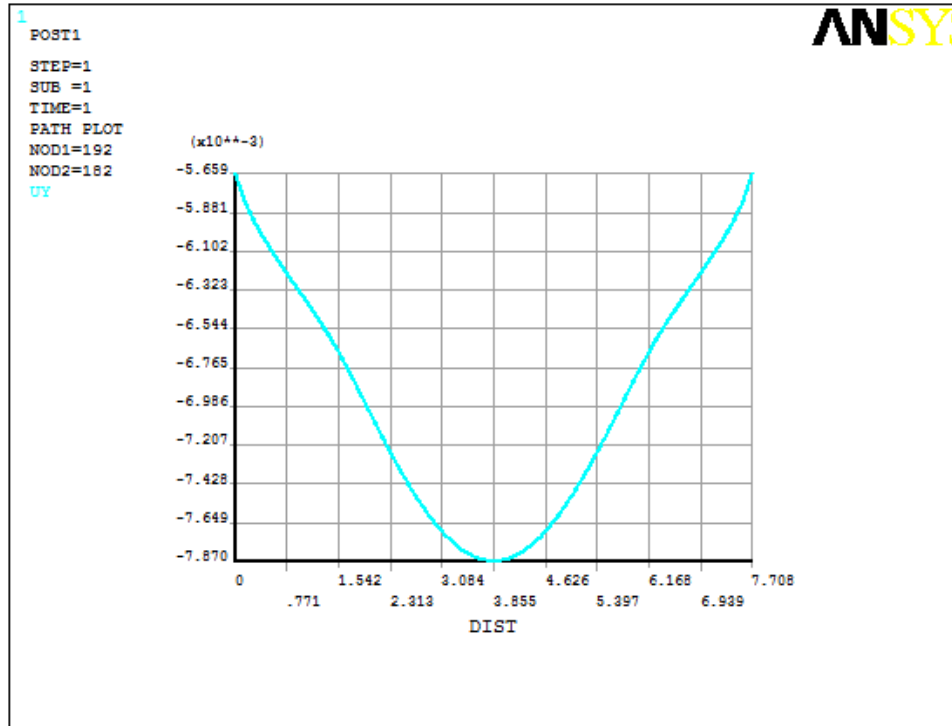
4.43 MPa



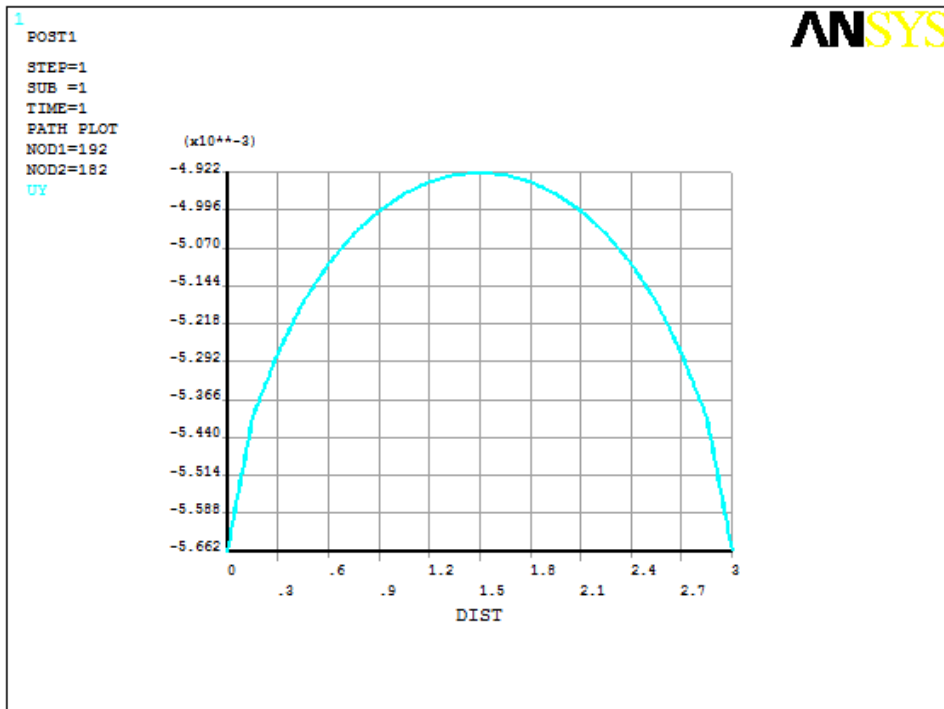
4.1. SECTOR DEFORMADA



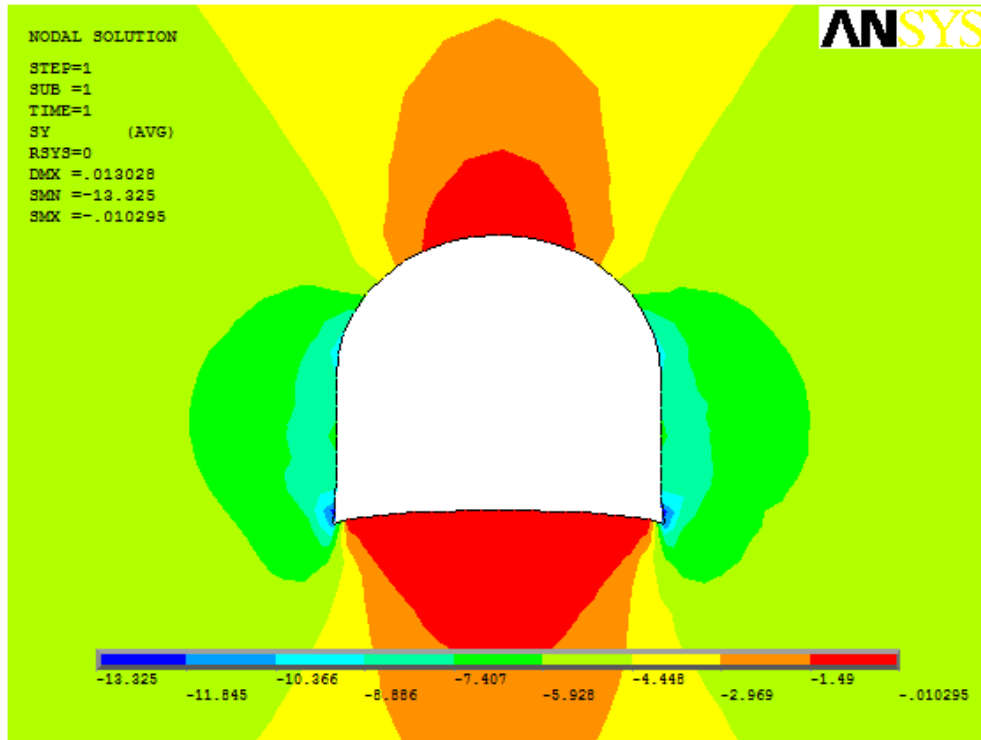
4.1.1. Deformaciones verticales en el Contorno



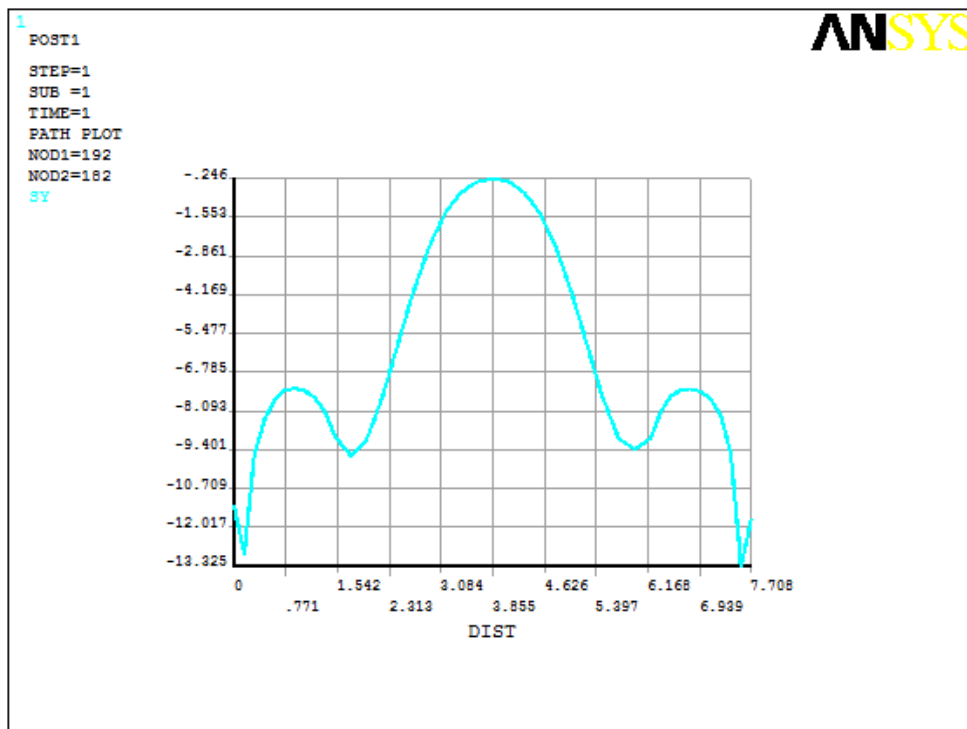
4.1.2. Deformaciones verticales en la Solera



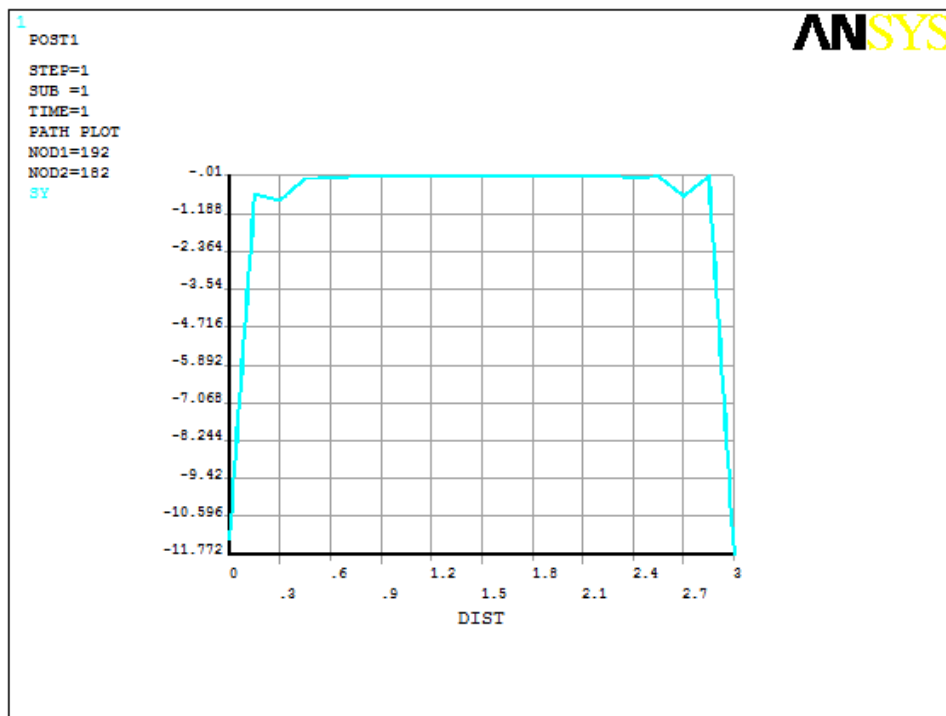
4.2. ESFUERZOS VERTICALES



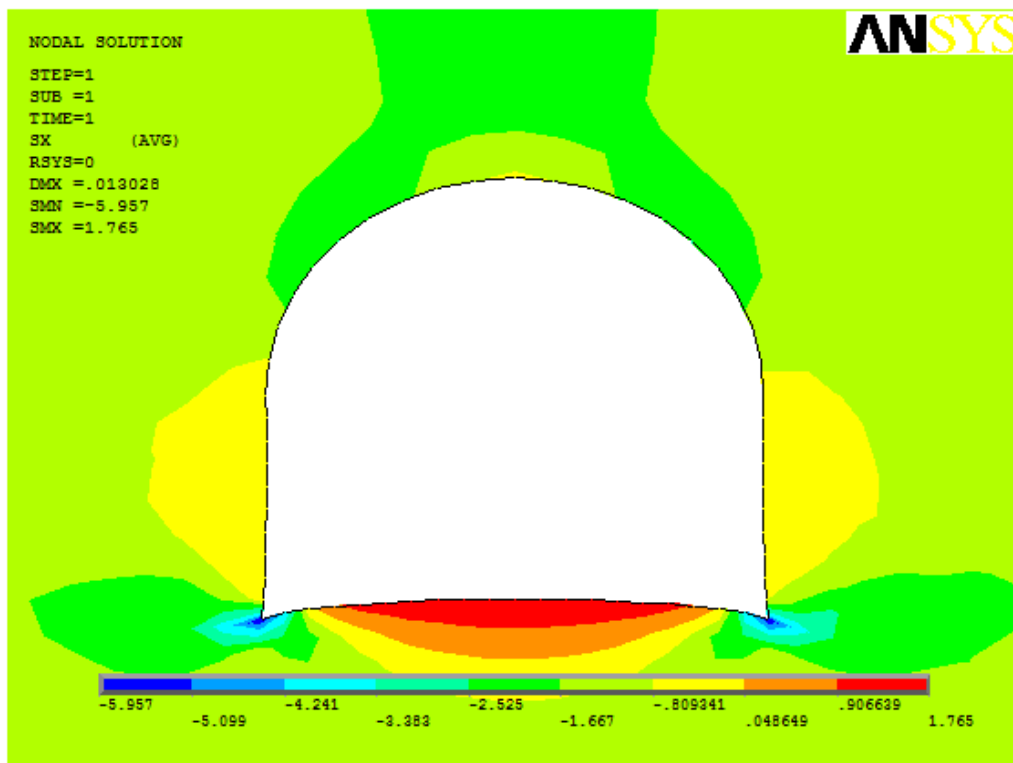
4.2.1. Esfuerzos verticales en el contorno



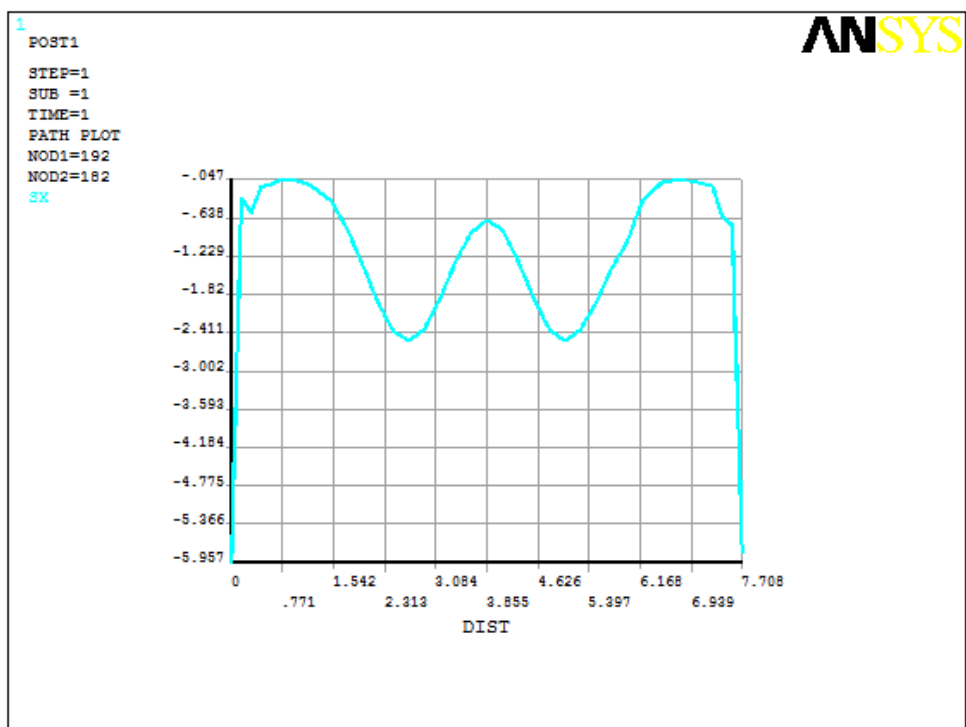
4.2.2. Esfuerzos verticales en la Solera



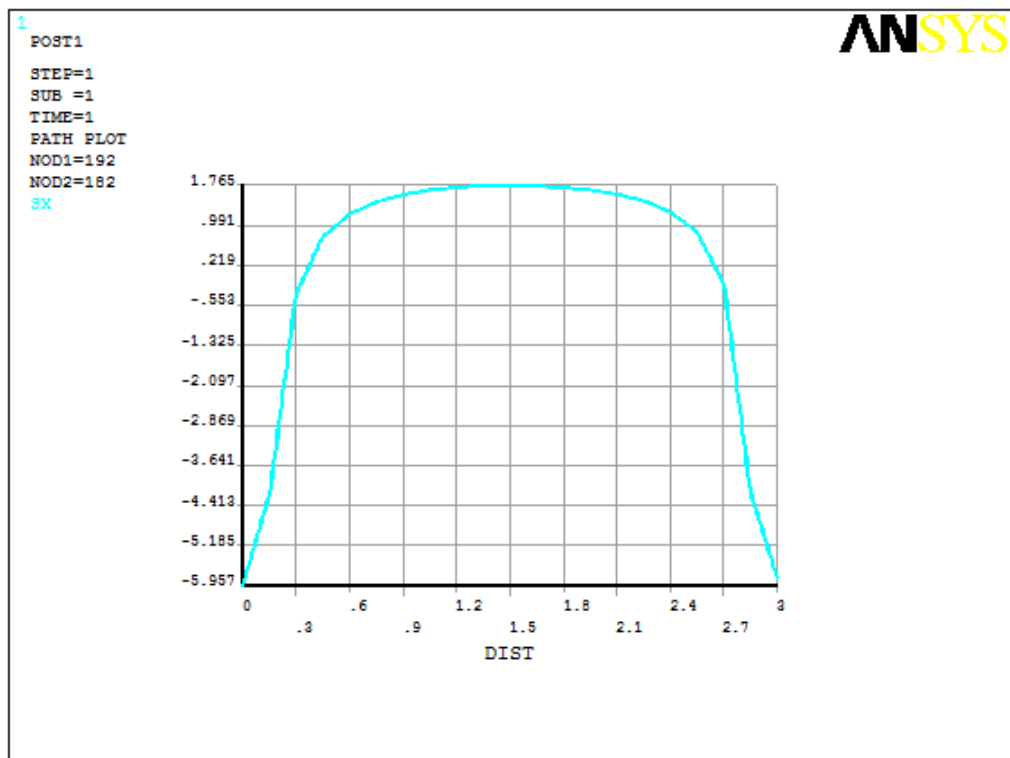
4.3. ESFUERZOS HORIZONTALES



4.3.1. Esfuerzos horizontales en el Contorno

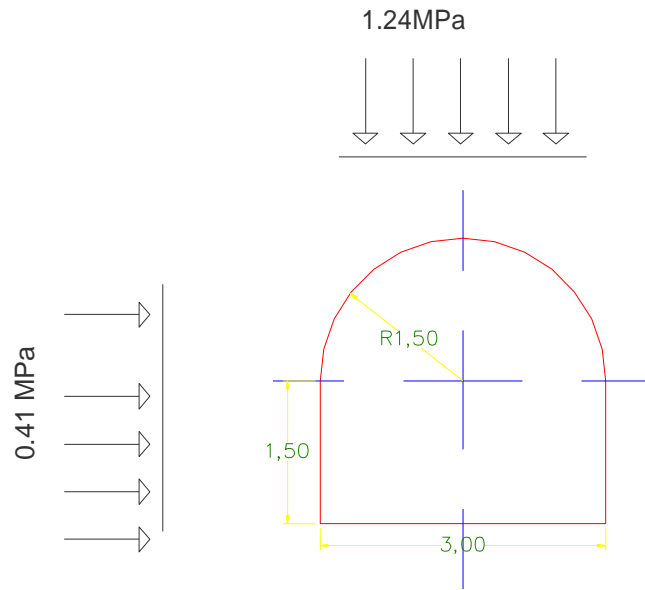


4.3.2. Esfuerzos horizontales en solera

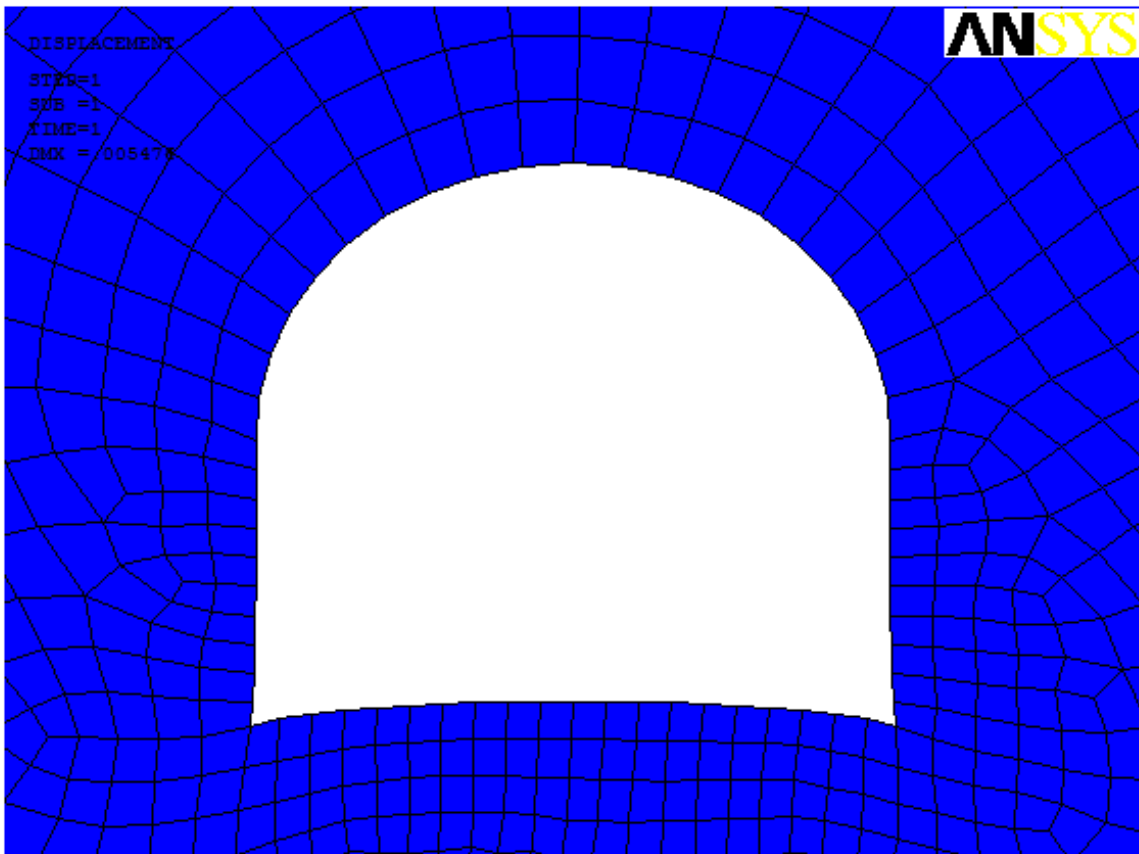


5. SECTOR 3 – TERRENO CLASE III

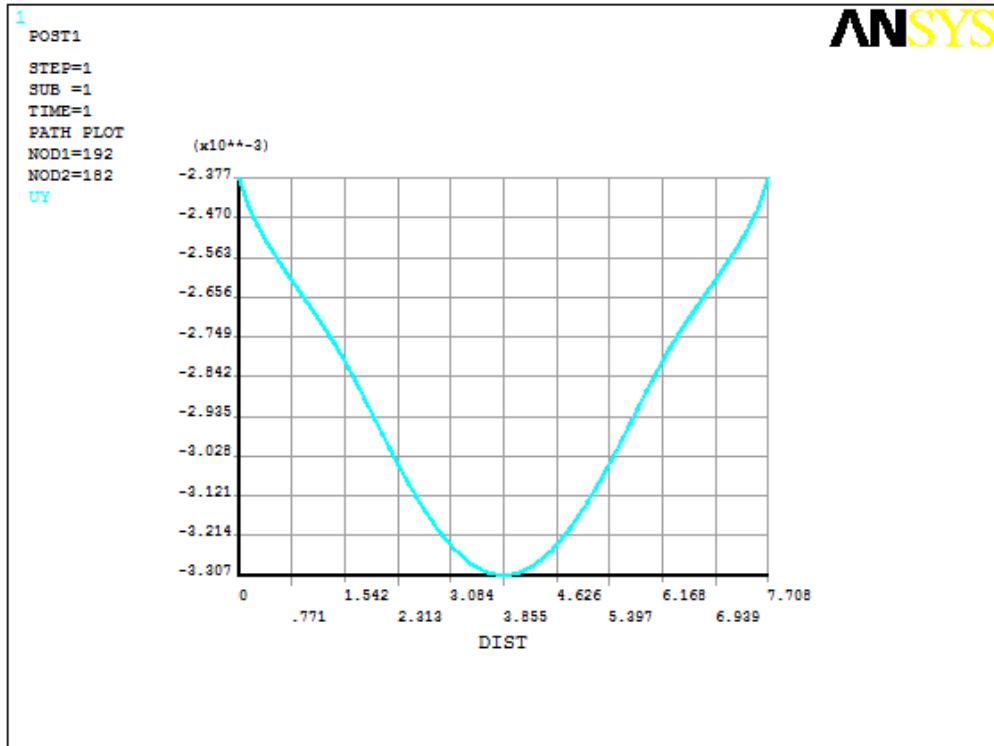
Radio del túnel: 1.5 m
Profundidad: 46 m
Peso Unitario, γ : 0.027 MN/m³
Cohesión, c : 0.03 MPa
Angulo de fricción Interna, ϕ :
15° Módulo de deformación, E :
8282 MPa Coeficiente de
Poisson, μ : 0.25
Coeficiente de presión lateral, λ : 0.33



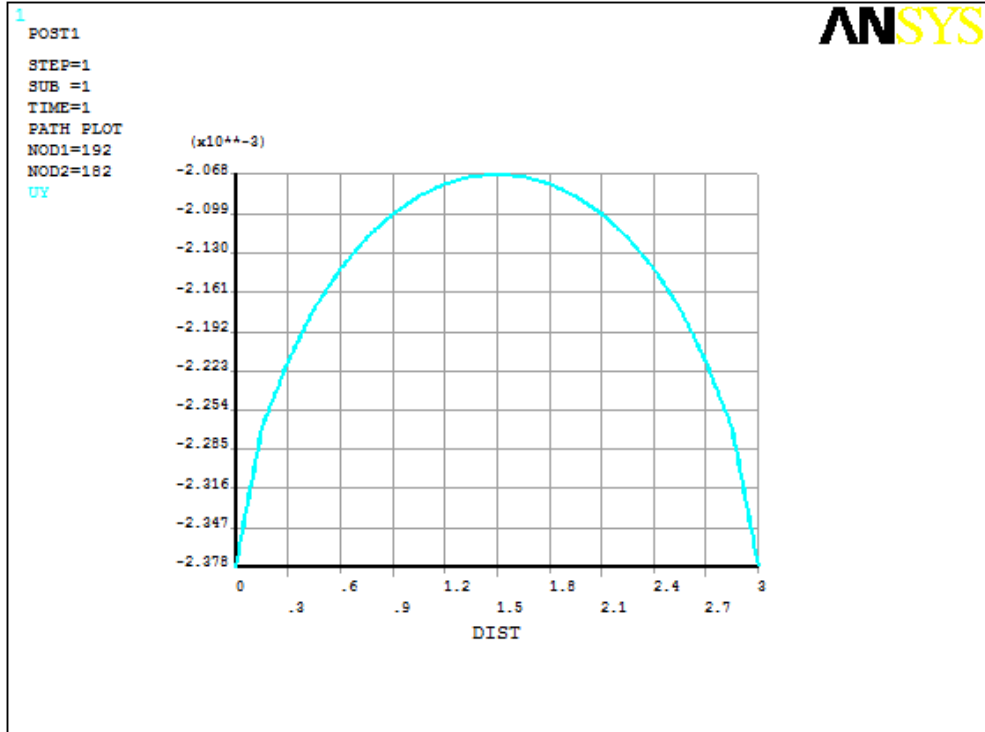
5.1. SECTOR DEFORMADA



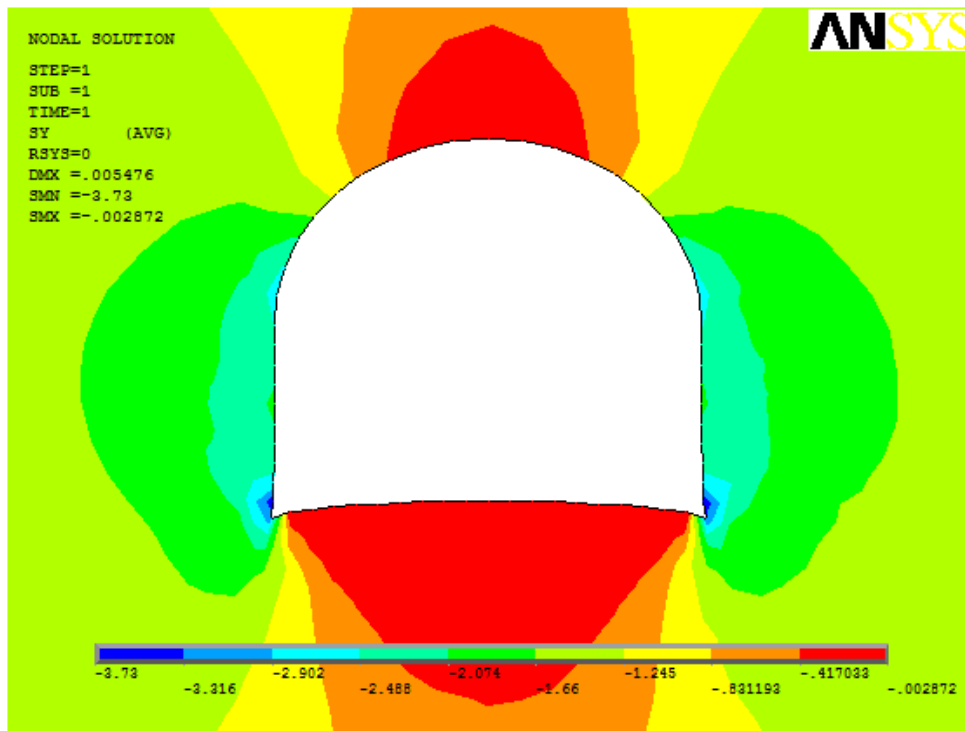
5.1.1. Deformaciones verticales en el Contorno



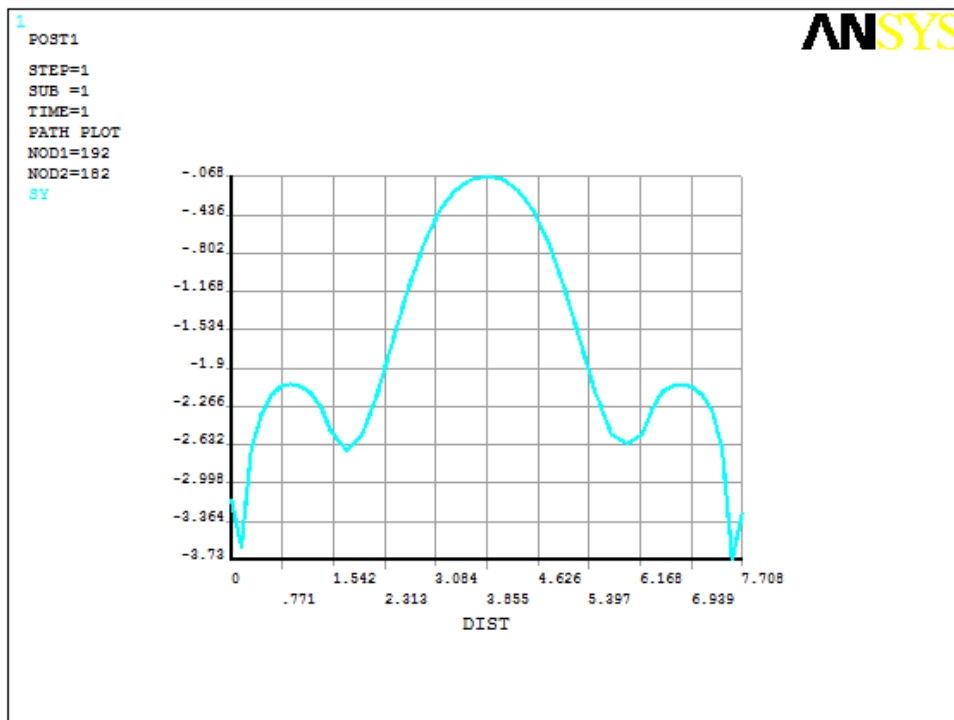
5.1.2. Deformaciones verticales en la Solera



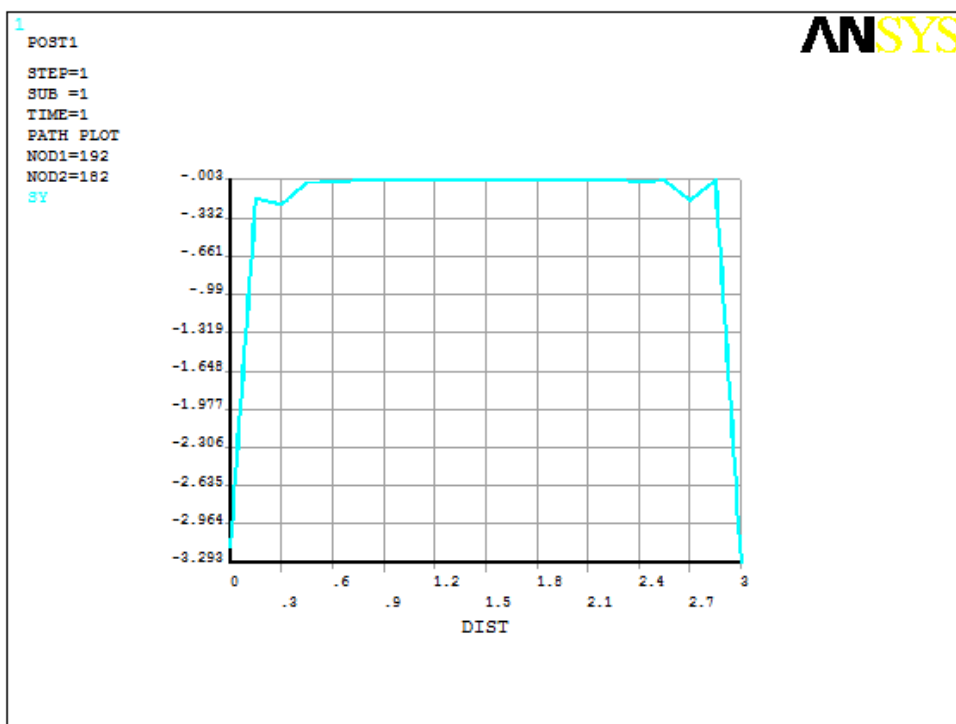
5.2. ESFUERZOS VERTICALES



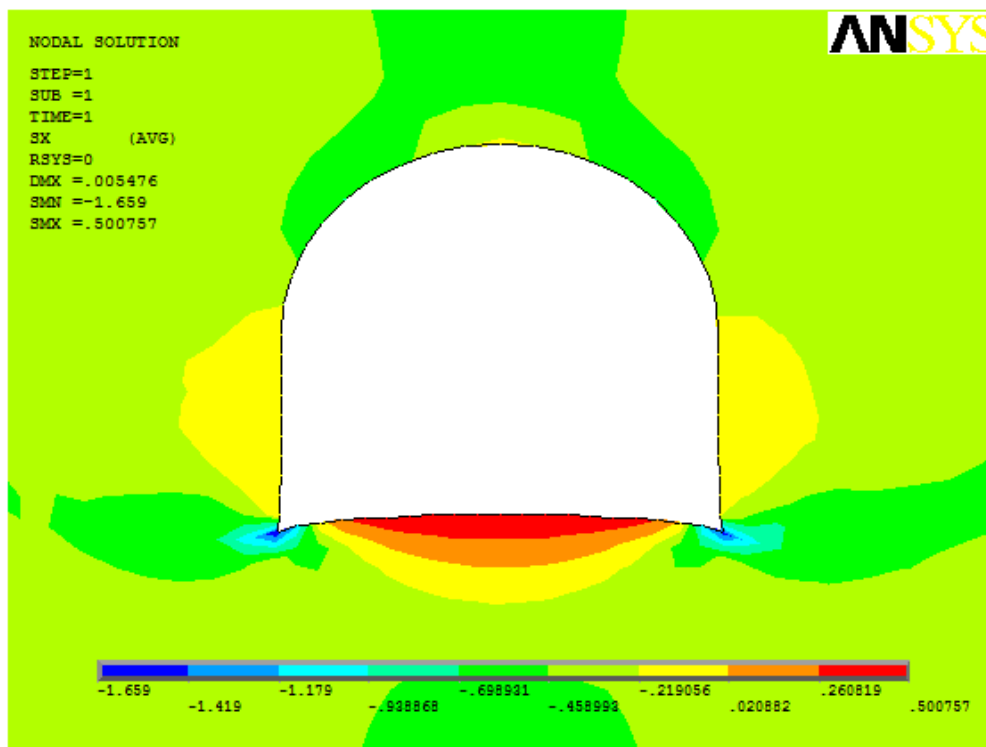
5.2.1. Esfuerzos verticales en el contorno



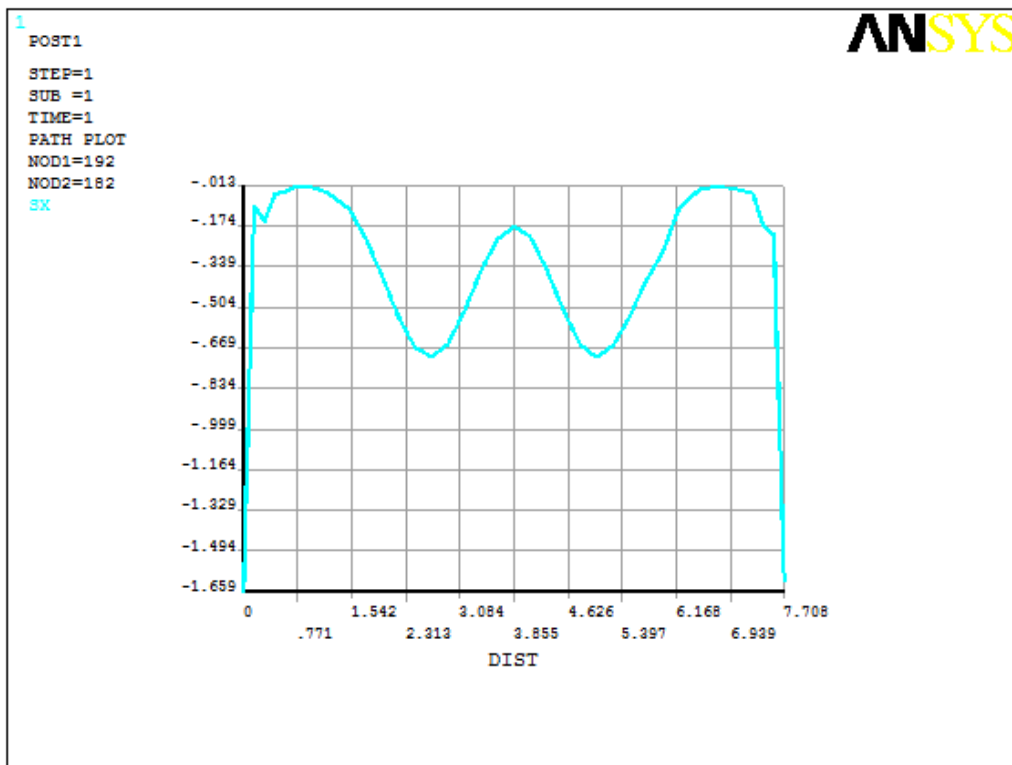
5.2.2. Esfuerzos verticales en la Solera



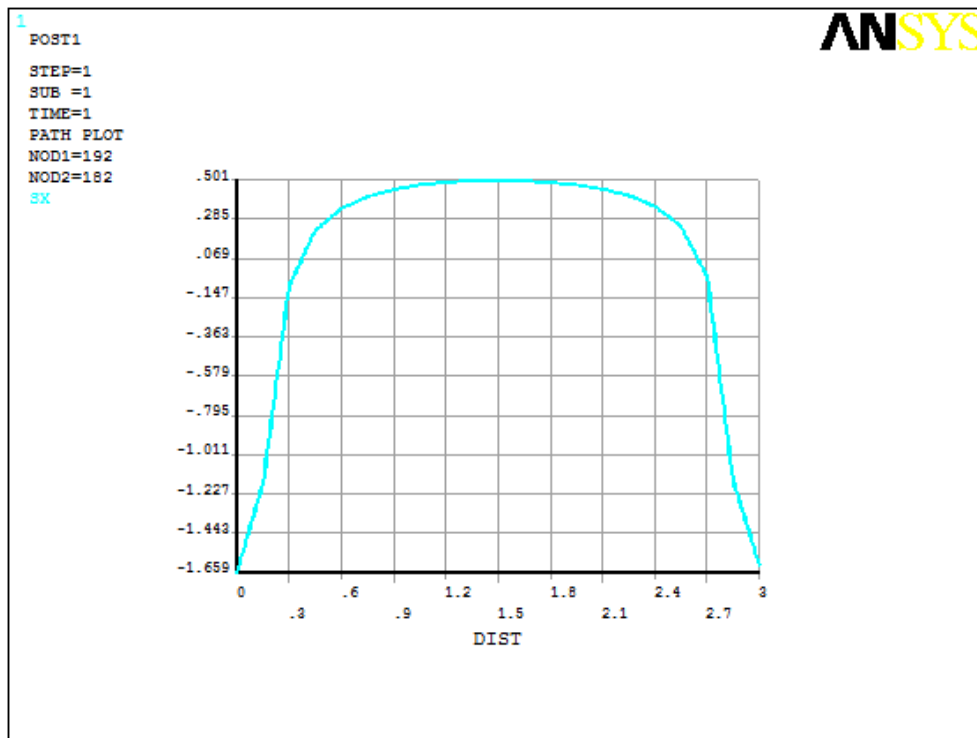
5.3. ESFUERZOS HORIZONTALES



5.3.1. Esfuerzos horizontales de Contorno

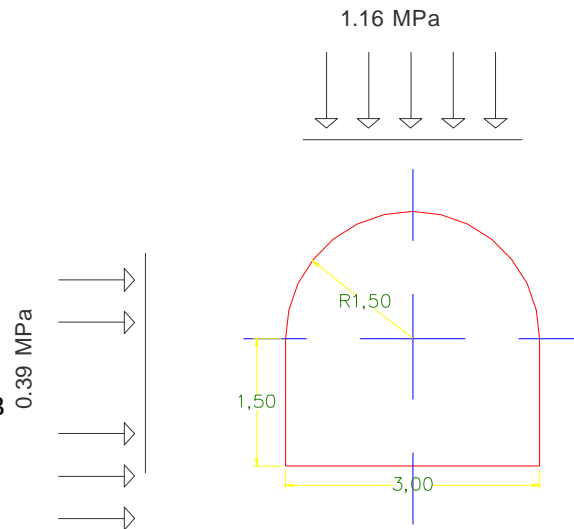


5.3.2. Esfuerzos horizontales en solera

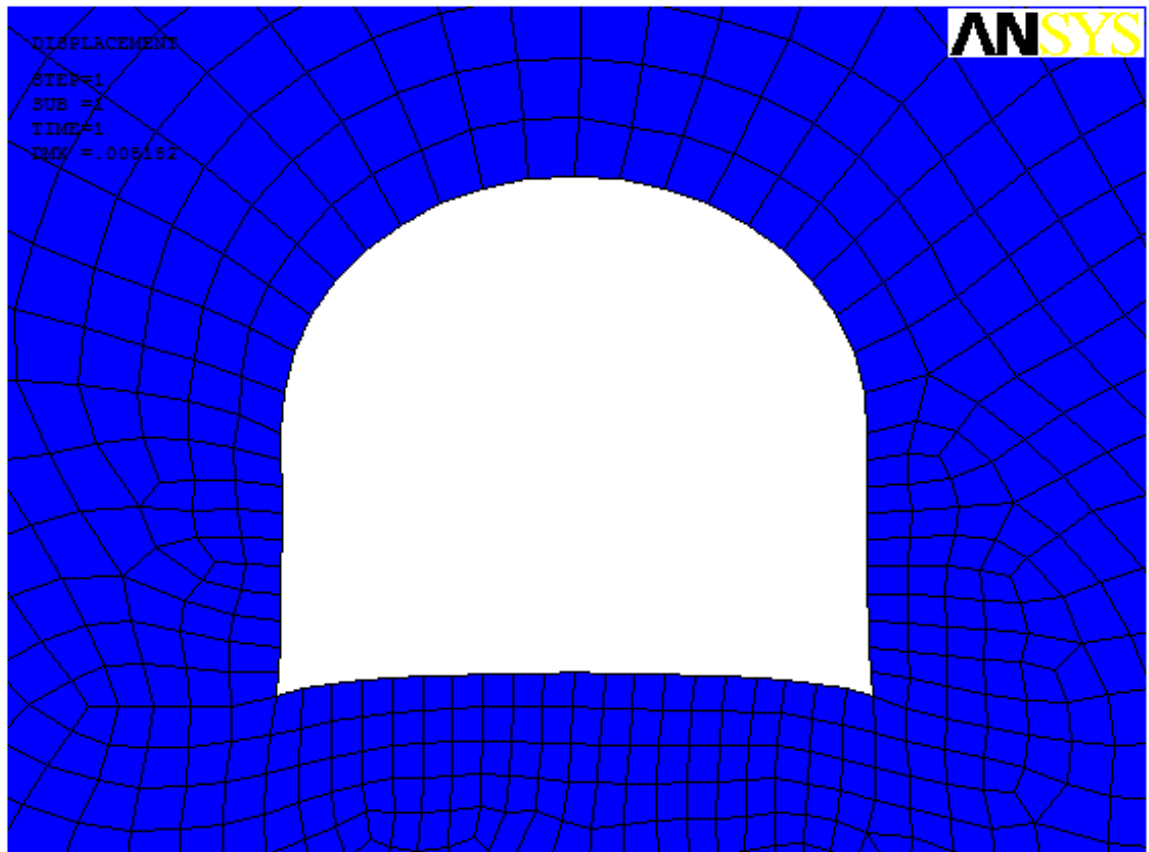


6. SECTOR 4 – TERRENO CLASE IV

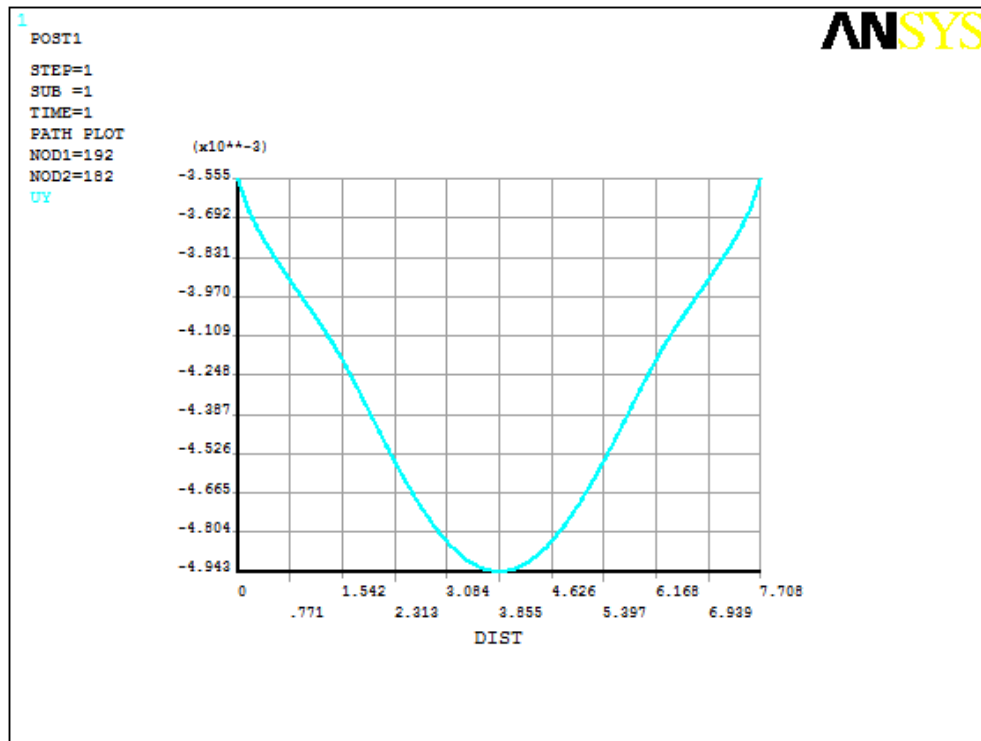
Radio del túnel: 1.5 m
Profundidad: 43 m
Peso Unitario, γ : 0.027 MN/m³
Cohesión, c: 0.02 MPa
Angulo de fricción Interna,
 ϕ : 10° Módulo de
deformación, E: 5176 MPa
Coeficiente de Poisson, μ :
0.25
Coeficiente de presión lateral, λ : 0.33



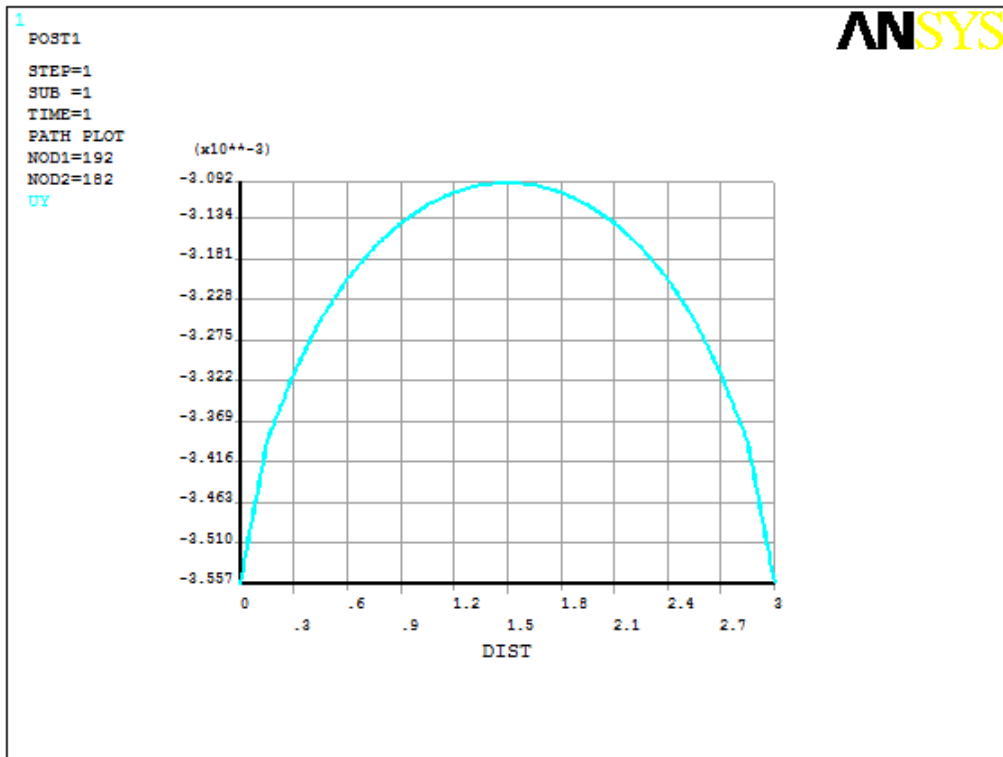
6.1. SECTOR DEFORMADA



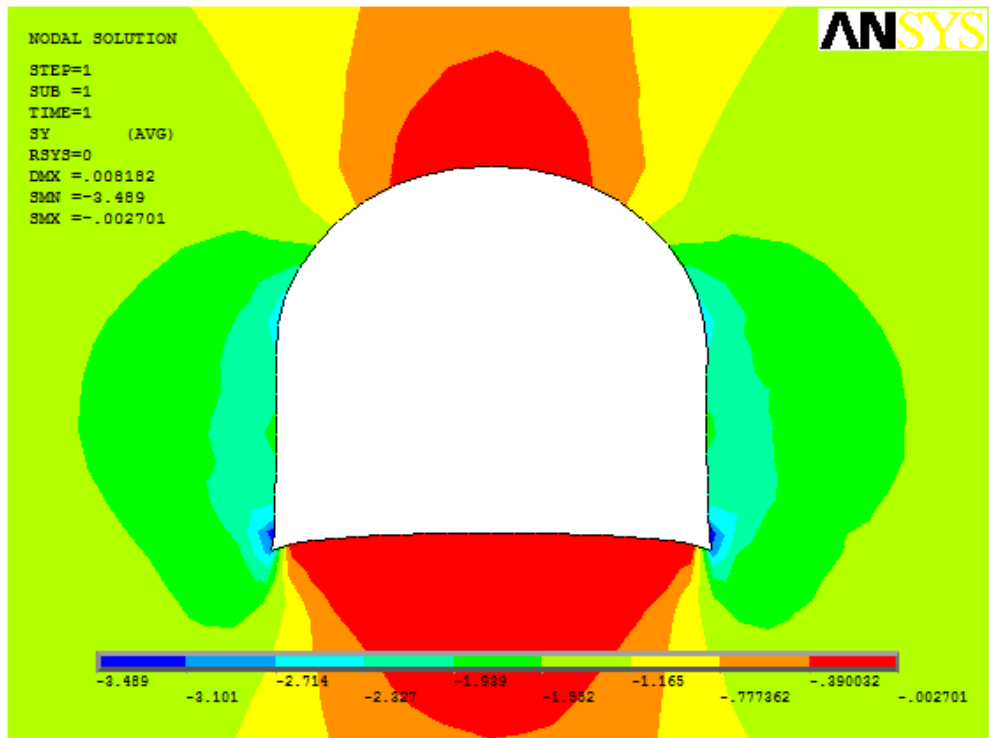
6.1.1. Deformaciones verticales en el Contorno



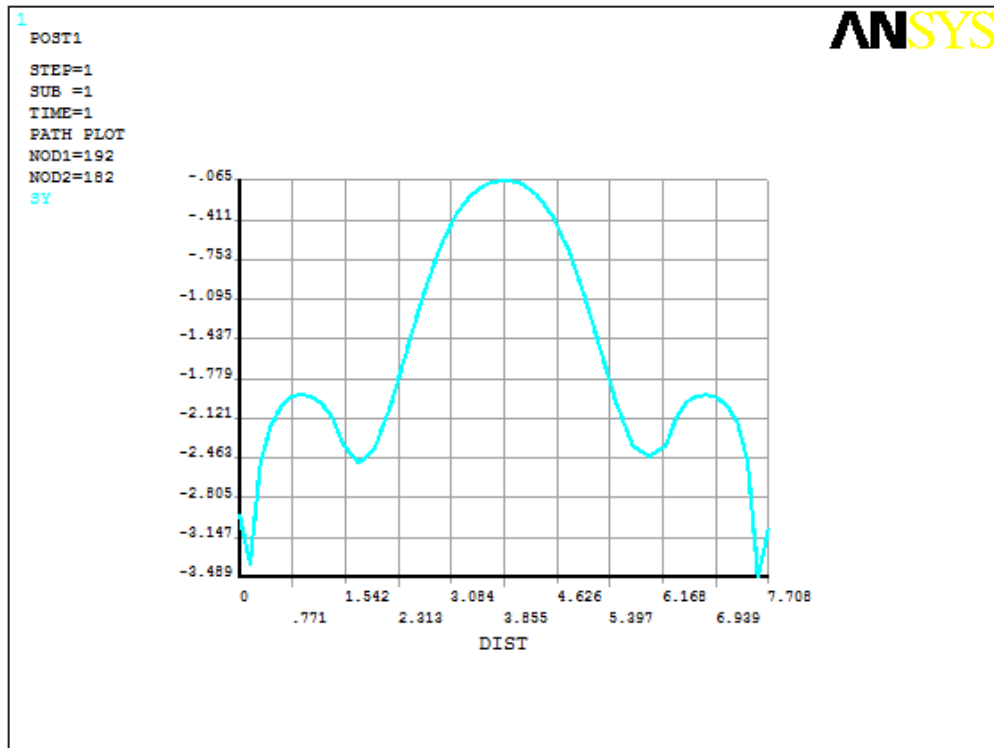
6.1.2. Deformaciones verticales en la Solera



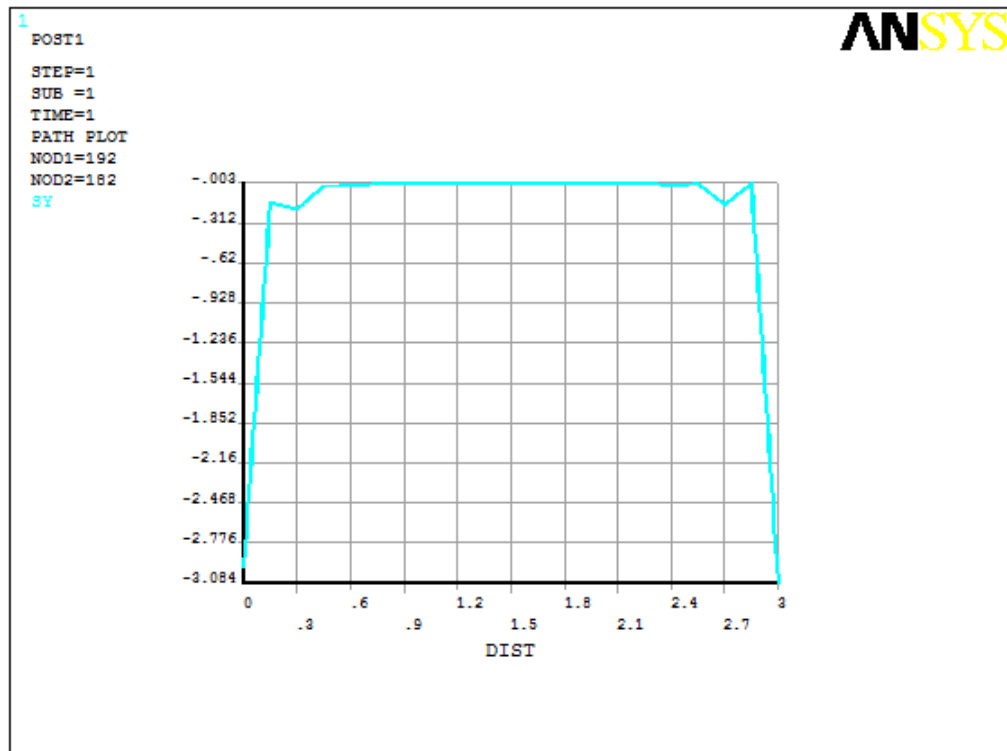
6.2. ESFUERZOS VERTICALES



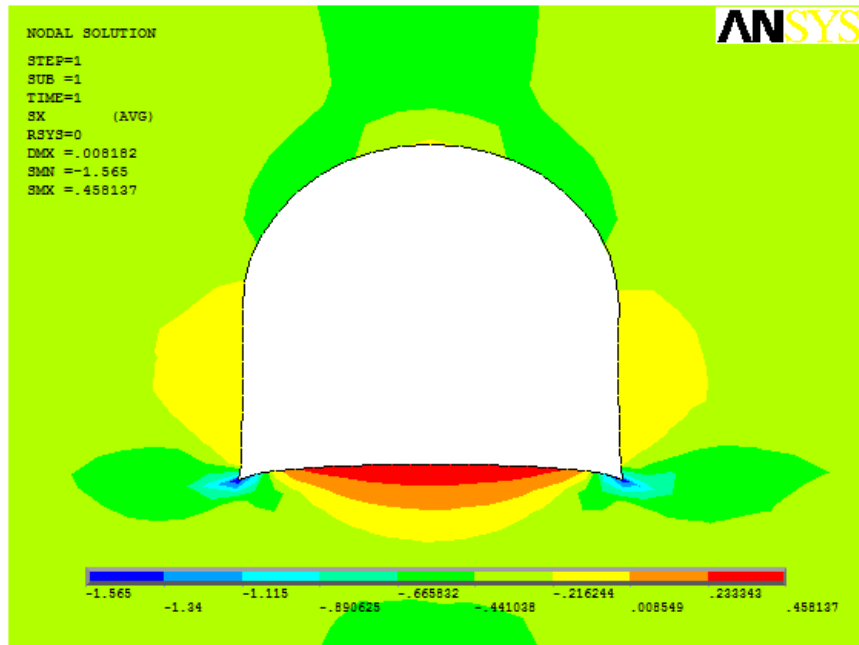
6.2.1. Esfuerzos verticales en el contorno



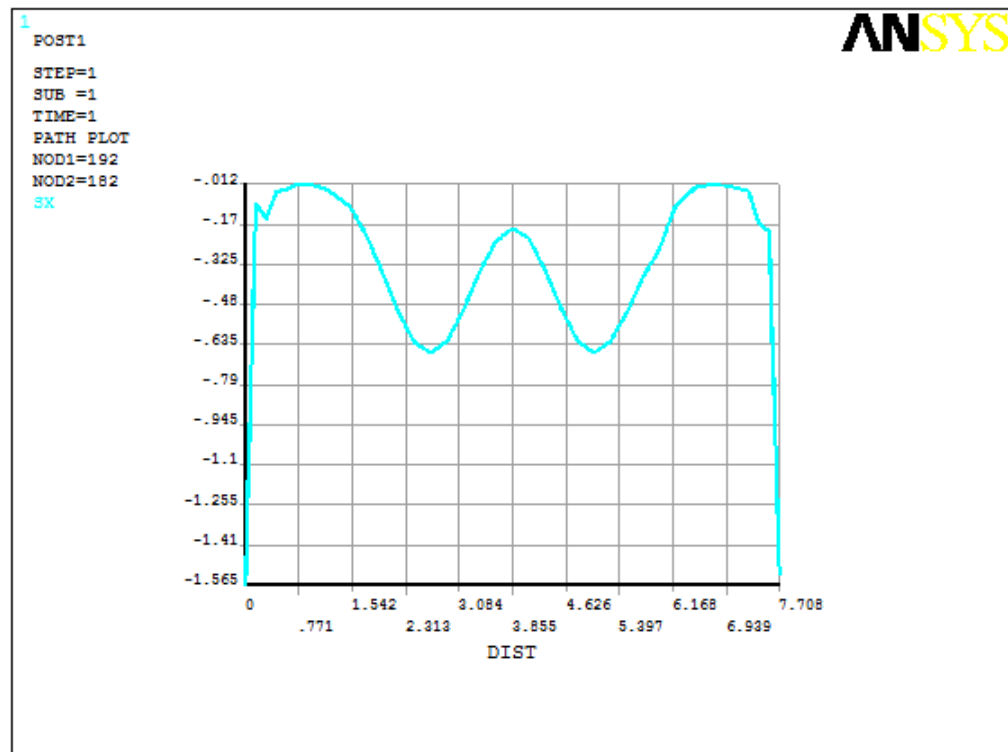
6.2.2. Esfuerzos verticales en la Solera



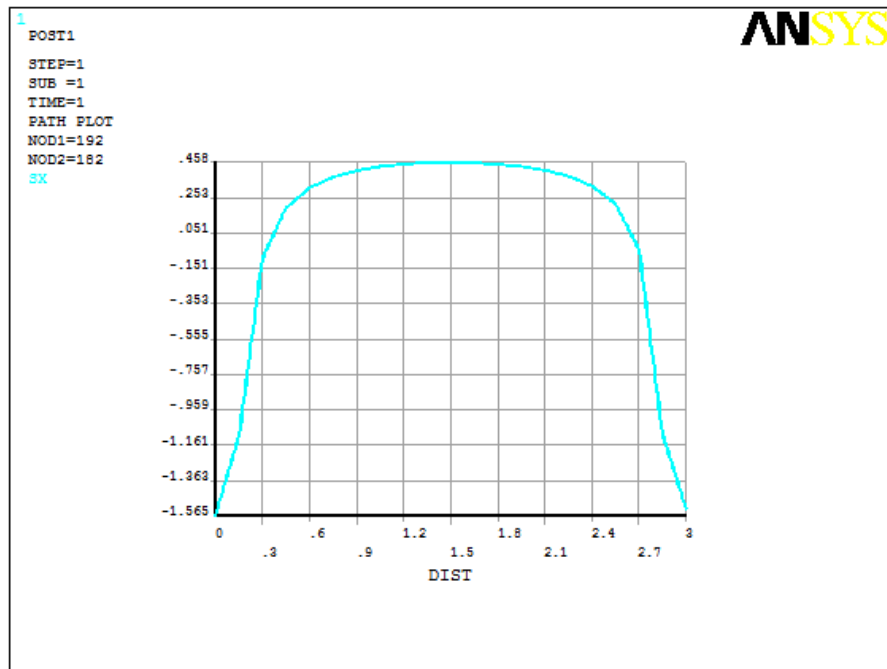
6.3. ESFUERZOS HORIZONTALES



6.2.3. Esfuerzos horizontales en el Contorno



6.2.4. Esfuerzos horizontales en solera



BIBLIOGRAFÍA

1. <http://www.eeq.com.ec/laEmpresa/listaPryHidroElect>.
2. Informe General - Diseños de licitación Empresa Eléctrica Quito.
3. Anexo B Hidrología y Sedimentología- Diseños de Licitación Empresa Eléctrica Quito.
4. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI, datos de niveles y caudales en la Cuenca Quijos DJ Oyacachi.
5. <http://es.wikipedia.org/wiki/Aerofotogrametr>
6. Anexo A Geología y Geotecnia- Diseños de Licitación Empresa Eléctrica Quito.
7. CORNEJO ÁLVAREZ, Laureano. Excavación Mecánica de Túneles. Capt. 3 Pág. 77.
8. <http://www.erkat.de/es/products/er/er2000/>
9. <http://www.fierasdelaingenieria.com/metodos-de-excavacion-de-tuneles-mediante-perforacion-y-voladura/>
10. Procedimientos de Construcción Ingeniería Técnica - Universidad de la Laguna, España.
11. The Cheminal Company BASF, especificaciones técnicas de aditivos.
12. http://www.maxam.net/mapa_ceprods_descarga.php?idDocumento=13105&idPais=9763.
13. http://www.maxam.net/mapa_ceprods_descarga.php?idDocumento=13102&idPais=9763.
14. <http://www.imcyc.com/cyt/agosto02/tuneles.htm>
15. www.cemexmexico.com/concretos/files/./FT_Lanzado_BAJA.pdf
16. http://mex.sika.com/dms/getdocument.get/d7b894c8-8402-3bbb-aa35-78597feacaa7/concreto_proyectado.pdf.
17. http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_257.pdf.
18. Análisis tenso-deformacional de secciones transversales por medio del método de los elementos finitos. PUERTO Sofía Ing. Civil, MSc.
19. <http://www.sitonchina.com.es/underground-jumbo-drills.html>