

# TÚNEL TRASANDINO AGUA NEGRA



MINISTERIO DE  
PLANIFICACIÓN  
E INFRAESTRUCTURA

**Ing. Julio Ortiz Andino**

Ministro de Planificación e Infraestructura  
Gobierno de San Juan

Charlas en el



Buenos Aires, Argentina. 30 de Noviembre de 2016



## SÍNTESIS DE LOS TEMAS

- 1. Antecedentes de Integración Regional***
- 2. Nuevo contexto internacional***
- 3. Descripción del Corredor Bioceánico Central***  
*Porto Alegre (Br.) – Región Centro ( Ar.) – Coquimbo (Ch.)*
- 4. Túnel Internacional Paso de Agua Negra***  
*San Juan (Argentina) – Región de Coquimbo (Chile)*

# CORREDOR BIOCEÁNICO CENTRAL

## ANTECEDENTES DE INTEGRACION REGIONAL

- **1991 Firma del Tratado de Asunción (26/03/1991):** Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay.  
**MERCADO COMÚN DEL SUR (MERCOSUR)**
- **1996 Firma del Acuerdo de Complementación Económica MERCOSUR-CHILE.**  
**Protocolo Adicional de Integración Física MERCOSUR – CHILE.**
- **1997 Programa de Pasos Cordilleranos (Convenio B.I.D – D.N.V)**  
**Estudios de factibilidad Técnica–Económica de mejoramiento de 13 Pasos Priorizados**  
Consultora: Louis Berger Internacional Inc., y CITECO Consultora S.A.  
Estudios y Proyecto Ejecutivo de la RN 150; Tramo: Las Flores - Lim. Internac. (4ta. Sección: Túnel)
- **2009 Firma del Tratado de Maipú de Integración y Cooperación** entre Argentina y Chile
  - **Protocolo Complementario sobre la Constitución de la Entidad Binacional para el Proyecto Túnel Internacional Paso de Agua Negra (EBITAN) (30/10/2009)**
  - **II Protocolo Complementario referido a la Construcción del Proyecto Túnel Internacional Paso de Agua Negra (EBITAN) (Diciembre 2014)**

**Hay un cambio del concepto de integración. Se reafirma la voluntad política de integración física territorial para facilitar el intercambio comercial.**

# CORREDOR BIOCEÁNICO CENTRAL

## ANTECEDENTES de INTEGRACION REGIONAL

### AÑO 2000 - CORREDORES BIOCEANICOS



**I I R S A**

INICIATIVA PARA LA INTEGRACION DE LA INFRAESTRUCTURA REGIONAL SURAMERICANA

Promover el desarrollo de la infraestructura física de:  
transporte, energía y comunicaciones.

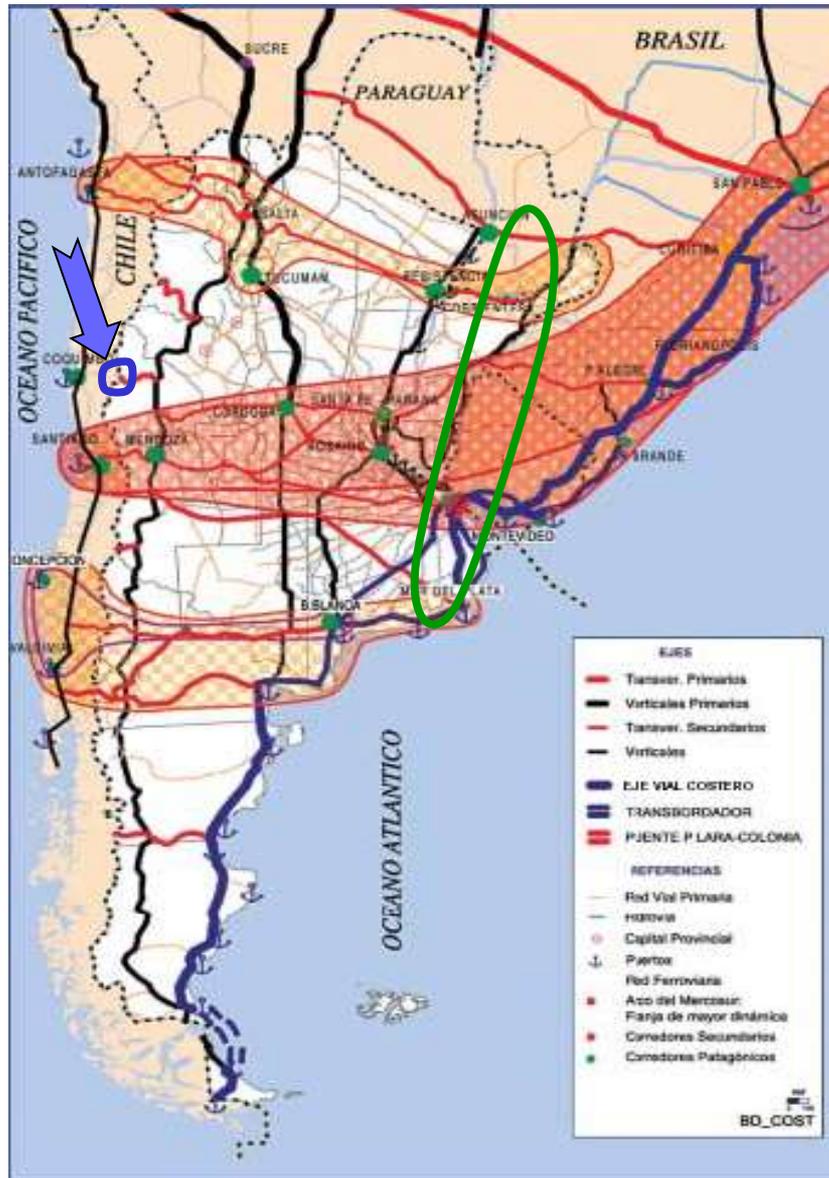
### 10 EJES DE INTEGRACION Y DESARROLLO

Que articulan el Continente Sudamericano (12 países):

- 1) Eje Andino
- 2) Eje Andino Sur
- 3) Eje Capricornio
- 4) Eje de la Hidrovía Paraguay-Paraná
- 5) Eje del Amazonas
- 6) Eje del Escudo Guayanes
- 7) Eje del Sur
- 8) Eje Interoceánico Central
- 9) **EJE MERCOSUR-CHILE**
- 10) Eje Perú-Brasil-Bolivia



# CORREDOR BIOCEÁNICO CENTRAL



## CORREDORES BIOCEÁNICOS MERCOSUR - CHILE

1. Eje Capricornio
2. **EJE MERCOSUR – CHILE**
3. Eje del Sur
4. Eje de la Hidrovía Paraguay-Paraná

## EJE MERCOSUR-CHILE

### Obras de Infraestructura del Corredor Vial

Coquimbo (Ch) - Región Centro (Ar) –  
Uruguiana (Br)

**Túnel Internacional  
Paso de Agua Negra (Ar-Ch)**

Reunión I.I.R.S.A. (GTEj)  
Asunción del Paraguay - Junio 2008

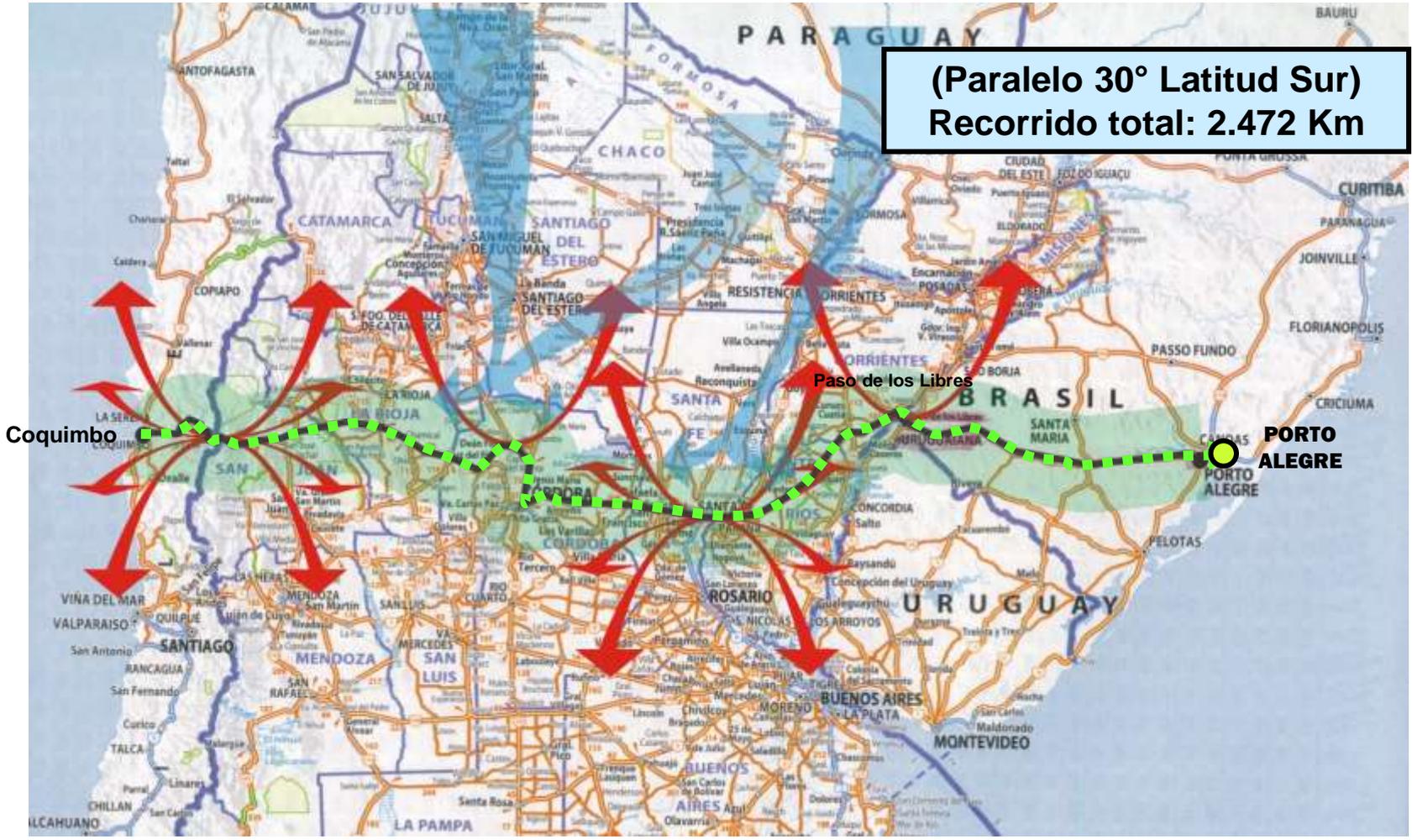
## NUEVO CONTEXTO INTERNACIONAL

1. Europa ya no es nuestro principal comprador.
2. **EL MERCOSUR** (300 Millones de habitantes) nos permite complementarnos y ser menos dependientes de las economías centrales. Negocios con otros bloques: EEUU, Asia, etc.
3. **China y Asia – Pacifico** surgen como nuevos mercados, con un escenario al 2020 de fuerte demanda para productos: Agro-alimentos, energía y minerales.  
Surge un Nuevo escenario SUR-SUR
4. Chile tiene firmado **20 acuerdos comerciales** (TLC) y exporta a mas de 55 Países, con oportunidades de un mercado con 4.000 mil. Hab., sin aranceles o muy convenientes.
5. Chile tiene una **capacidad productiva limitada** para abastecer este mercado potencial, por lo que busca complementariedades con sus vecinos (Impulsa una estrategia de servicios).
6. **La calidad de la conectividad física** entre los países del ABC (Ar, Br, Ch) es uno de los elementos importantes a considerar de cara a las reales posibilidades de complementación económica.
7. **Desarrollo Económico la Región de Coquimbo (La Serena)**, depende del uso pleno del puerto de Coquimbo.
8. En la próxima década Brasil será la 5ta Potencia mundial.

# CORREDOR BIOCEÁNICO CENTRAL

## PORTO ALEGRE (Brasil) - PUERTO DE COQUIMBO (Chile)

(Paralelo 30° Latitud Sur)  
Recorrido total: 2.472 Km



## PRINCIPALES BENEFICIOS

1. Integración regional.
2. Nuevo esquema de desarrollo y crecimiento económico basado en la descentralización de las actividades económicas y comerciales.
3. Incrementar las economías regionales en los sectores de producción y servicios.
4. Aprovechar las condiciones de escala en la demanda para atraer la participación de inversiones.
5. Aumentar los flujos comerciales y de servicios entre los centros económicos, articulando con el eje de la Hidrovía Paraguay - Paraná. (Arg, Br, Ch).
6. Ampliar la base logística de las empresas localizadas en este espacio para fortalecer su competitividad a nivel local y global.
7. Mejorar los estándares de infraestructura para un buen desempeño de la región en los mercados globales.
8. Desarrollar y mejorar cadena productivas con alto valor agregado.
9. Promover el desarrollo del ECOTURISMO en la región. Complementándose en la oferta: turismo sol y playa, astronómico, de deporte extremos, paleontológico, etc.

**Este corredor integra regiones que representan más de 20 millones de habitantes, que exportan 50 millones de toneladas/año, por un valor cercano a 8.000 millones de dólares y un flujo turístico de 5 millones de personas.**

# CORREDOR BIOCEÁNICO CENTRAL

## RUTA NACIONAL N° 150



# CORREDOR BIOCEÁNICO CENTRAL

## RUTA NACIONAL N°150

TRAMO: ISCHIGUALASTO – HUACO - SAN ROQUE (Long: 127 Km)

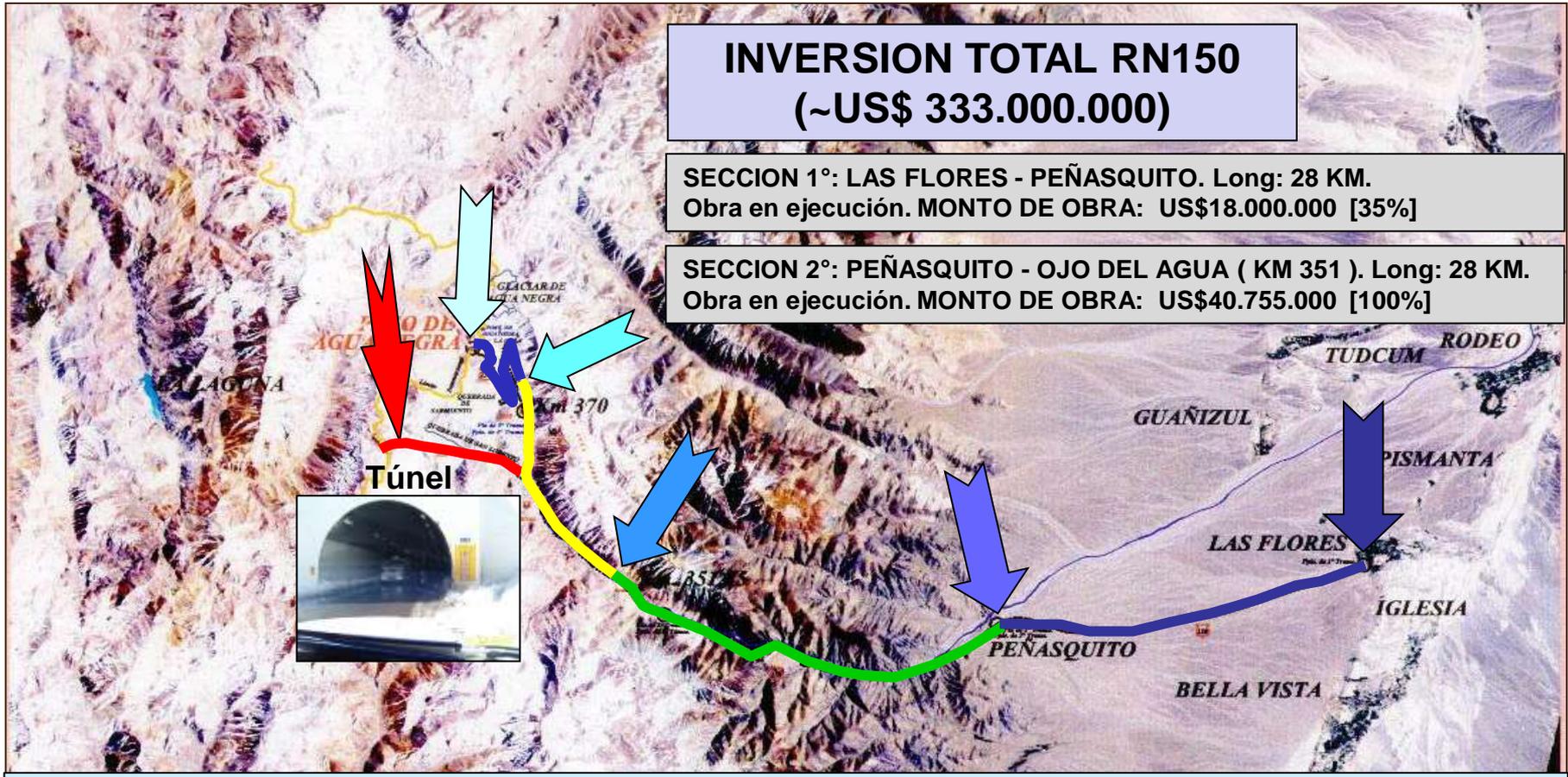
1° TRAMO (Ejecutada /97).....	long: 15 km.			<b>INVERSION TOTAL (~US\$ 292.080.400)</b>
2° TRAMO: SECCION IIA (IIA1-IIA2)....	long: 22 km.	SECCION IIB: ....	long: 12 km.	
SECCION III: .....	long: 36 km.	SECCION IV: ....	long: 42 km.	



# CORREDOR BIOCEÁNICO CENTRAL

## RUTA NACIONAL N°150

TRAMO: Las Flores – Límite Internacional Paso de Agua Negra



**Sección 1:** Zona pedemonte semi-llana, de 27 Km.      **Sección 2:** Zona precordillerana, de 28 Km.  
**Sección 3:** Inicio de zona de alta montaña, de 17 Km.      **Sección 4:** Zona de alta montaña, de 18 Km.

# CORREDOR BIOCEÁNICO CENTRAL

---

## RUTA NACIONAL N°150 VIDEO PRESENTACIÓN PREMIO RUTA NACIONAL DEL AÑO 2014

## RUTA NACIONAL N°150

Aspectos desfavorables – Fin del Tercer Tramo y Cuarto Tramo

- ❖ Alta sinuosidad y escaso ancho de calzada. Camino de cornisa en los 2/3 superiores del trayecto.
- ❖ Zona de penitentes y hielos semi-permanentes.
- ❖ Elevada altura sobre el nivel del mar (entre 4000 y 4700 m.s.n.m).
- ❖ Problemas de sectores de escaso soleamiento y poca exposición a los vientos.
- ❖ Medidas de seguridad imprescindibles.
- ❖ Vialidad invernal complicada.

***Posible solución: Construcción de un Túnel en zona limítrofe***

**objeto:**

## **PROYECTO DE INGENIERÍA BÁSICA TÚNEL DE AGUA NEGRA**

Estudios Previos acordados

Años 2003-2015

Grupo Técnico Mixto (G.T.M.)

Mesa Técnica Mixta (M.T.M.)

**Entidad Binacional Túnel de Agua Negra (EBITAN)**

# TÚNEL TRASANDINO AGUA NEGRA

## ENTIDAD BINACIONAL TÚNEL DE AGUA NEGRA (EBITAN)

- **2009 - Firma del Tratado de Maipú de Integración y Cooperación** entre Argentina y Chile y del **Primer Protocolo Complementario sobre la Constitución de la Entidad Binacional para el Proyecto Túnel Internacional Paso de Agua Negra** (30/10/2009)
- La **EBITAN** es administrada por un Consejo de Administración y un Comité Ejecutivo. El Consejo está formado por 8 integrantes, 4 de cada país (uno de Cancillería, dos del Ministerio de Obras Públicas y el restante de la Región o Provincia)
- Algunas atribuciones de la **EBITAN**:
  - a) Revisar y aprobar los estudios técnicos.
  - b) Proceder al llamado a licitación y conducir el proceso licitatorio en todas sus instancias.
  - c) Actuar como organismo de control e inspección de obras durante la ejecución de los contratos y hasta su extinción, per se o a través de terceros, asumiendo para tal fin las funciones regulatorias y de supervisión necesarias.
  - d) Aprobar los reglamentos necesarios para la operación y uso del túnel.
  - e) Ejercer las potestades de mantenimiento, administración y explotación del Proyecto.
- **2014 - Firma del II Protocolo Complementario referido a la Construcción del Proyecto Túnel Internacional Paso de Agua Negra** (Diciembre 2014)

# TÚNEL TRASANDINO AGUA NEGRA

**1<sup>ra</sup> Etapa - ESTUDIOS de PREFACTIBILIDAD ..... Años 2003 / 2004**

Estudio de Prefactibilidad Técnica Paso de Agua Negra. **Consulbaires (Ar.) y Ingendesa (Ch.)**

**2<sup>da</sup> Etapa - ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS ..... Años 2005 / 2009**

**Estudios realizados 2005-2007**

Impacto Económico en la República Argentina del Paso de Agua Negra. **Dr. Carlos Kesman (Ar.)**

Impacto Económico en la República de Chile del Paso de Agua Negra. **Rodriguez – Eyzaguirre (Ch.)**

Estudio de Demanda Potencial Paso de Agua Negra. **HYTSA S.A.(Ar.) y R&Q Ingeniería (Ch.)**

**Estudios realizados 2008-2009**

Estudio de Prefactibilidad Económica y Rentabilidad Social. **C.I.S. Consultores Asociados (Ch.)**

Estudio Geológicos, Geotécnicos e Hidrogeológicos de superficie. **Geoconsult (Au.)-De la Torre (Ar.)**

Estudio Conceptual del Sistema Túnel. **Geoconsult (Au.) - De La Torre & Asoc. (Ar.)**

Fase 1 y 2 de Ejecución de Sondajes y Ensayos in situ y en laboratorios sobre muestras. **Geoconsult (Au.) - De La Torre & Asoc. (Ar.) - EcoMinera (Ar.)**

# TÚNEL TRASANDINO AGUA NEGRA

**3ra Etapa - ESTUDIOS DEFINITIVOS**

**..... Años 2009 / 2015**

**Estudios realizados 2010-2012**

Estudios de Factibilidad Económica Financiera en Argentina. **UNSJ (Ar.) – UNC (Ar.) – HYTSA (Ar.)**

Ingeniería Básica del Proyecto del Túnel. **Bureau de Projetos (Br.) – Geoconsult (Au.) - De la Torre & Asoc. (Ar.)**

Revisión de la Ingeniería Básica en Argentina. **UNSJ (Ar.) – UNC (Ar.) – GETINSA (Es.)**  
Revisión de la Ingeniería Básica en Chile. **(Dirección de Vialidad de Chile)**

Estudios de Impacto Ambiental en Arg. y Chile. **Bureau de Projetos (Br.) – CONSAC (Ar.)**

**Estudios realizados 2012-2015**

Nuevo Estudio Conceptual del Sistema Túnel. **Lombardi (Suiza)**

Revisión del Nuevo Estudio Conceptual en Argentina. **UNSJ (Ar.) – UNC (Ar.)**  
Revisión del Nuevo Estudio Conceptual en Chile. **Arcadis (Ch.)**

Optimización de la Ingeniería Básica. **Lombardi (Suiza)**

Revisión de la Optimización de la Ingeniería Básica. **UNSJ (Ar.) - UNC (Ar.) – Dir. Vialidad (Ch.)**

Fase 3 de Ejecución de Sondajes y Ensayos in situ y en laboratorios sobre muestras. **Golan (Ar.) – Solexperts (Su.) – De la Torre & Asoc. (Ar.)**

Asesoramiento y Consultoría para el Diseño de la Licitación y la Mitigación de Riesgos en el Proyecto de Construcción del Túnel de Agua Negra. **Túneles y Asistencia Técnica (BID-España)**

Interpretación de Sondajes y Ensayos de la Fase 3 – Actualización Proyecto y Pliego de Licitación. **Lombardi (Suiza) – Supervisión de tareas: UNSJ (Ar.) - UNC (Ar.)**

**Inversión Total  
en Estudios:**

**US\$ 40.000.000**

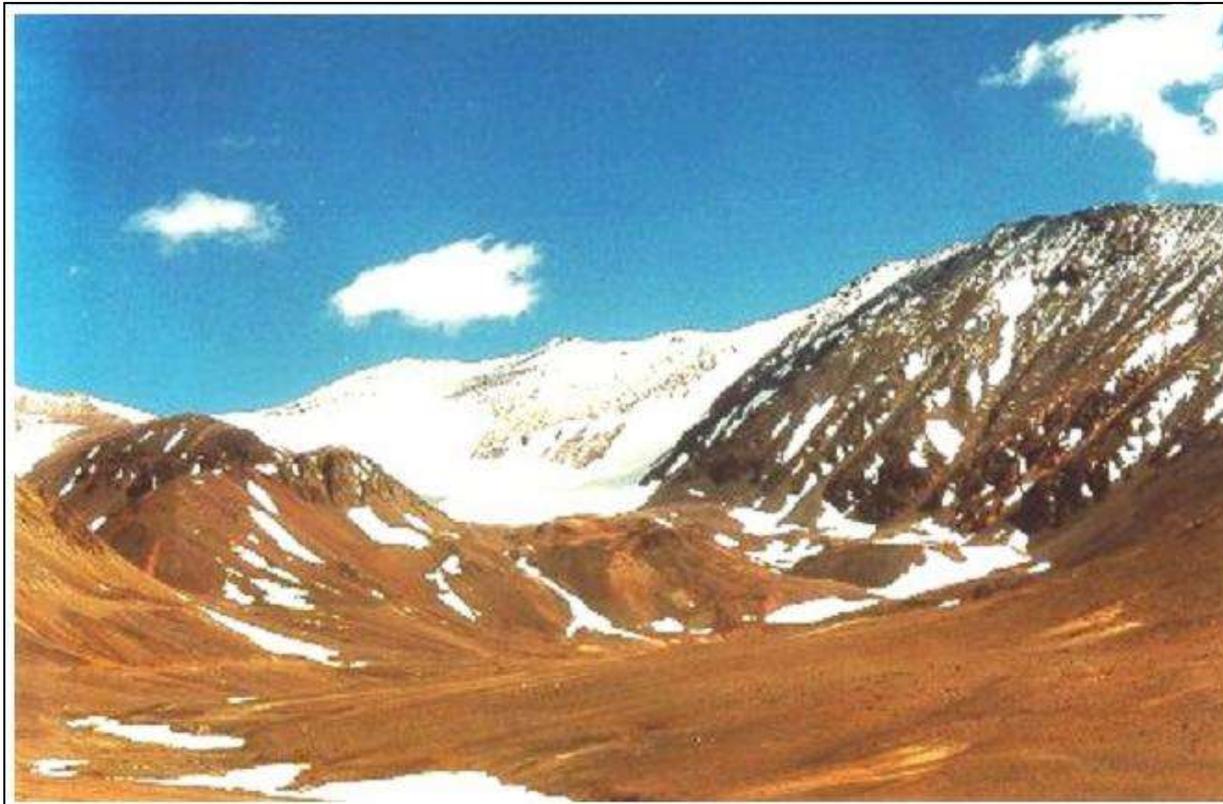
# TÚNEL TRASANDINO AGUA NEGRA

**REPÚBLICA ARGENTINA**  
MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN FEDERAL  
INGRESOS PÚBLICOS Y SERVICIOS  
SECRETARÍA DE OBRAS PÚBLICAS  
DIRECCIÓN NACIONAL DE VIALIDAD

**REPÚBLICA DE CHILE**  
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS  
DIRECCIÓN GENERAL DE OBRAS PÚBLICAS  
DIRECCIÓN DE VIALIDAD

## ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICA

PARA DEFINIR LAS OBRAS EN LA ZONA LIMÍTROFE DEL PASO DEL AGUA NEGRA  
(IV Región – Pcia. de San Juan) 2003/2004



## ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICA - 2003/2004 -

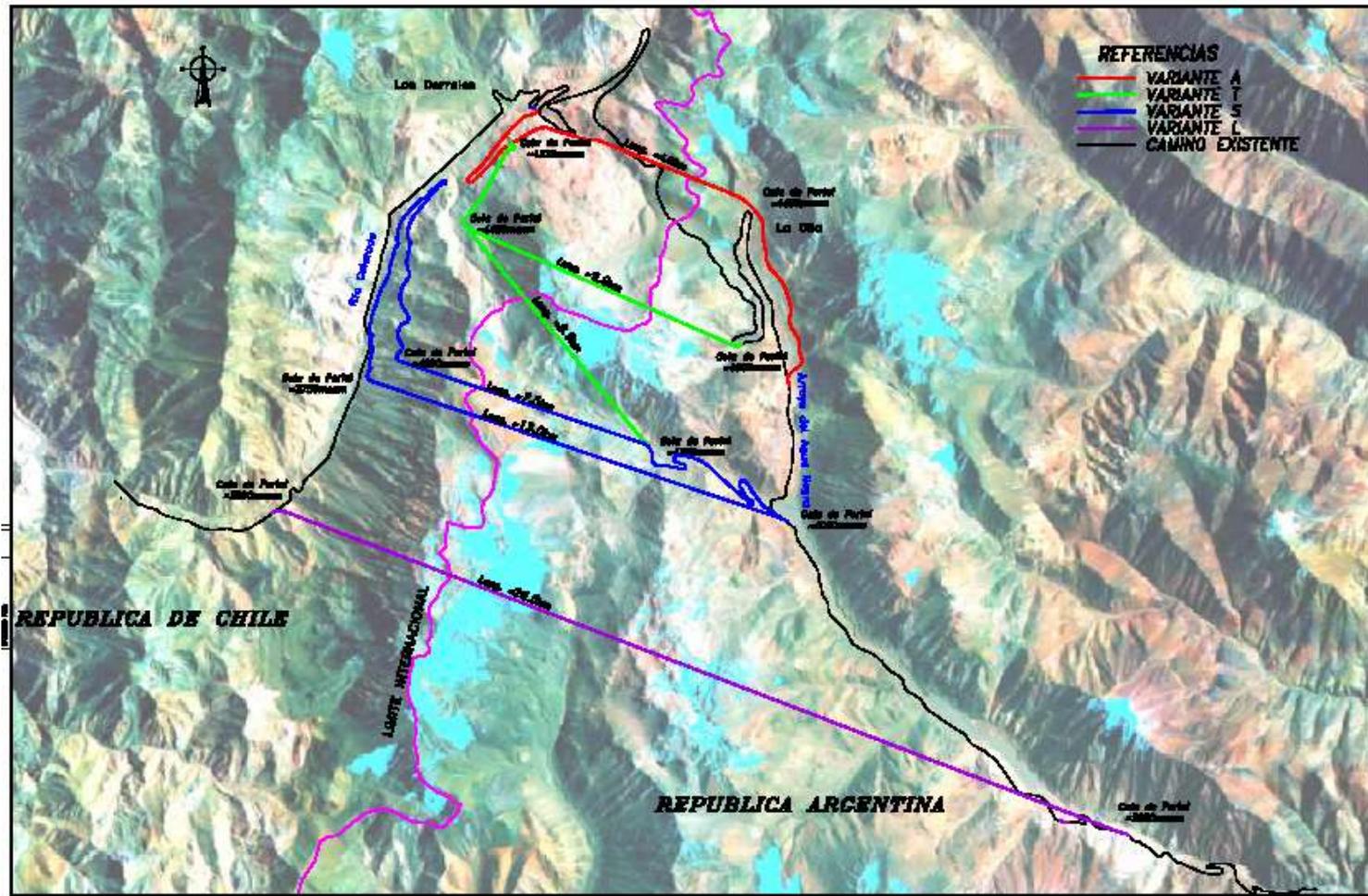
El Estudio fue dividido en las siguientes etapas:

- ❑ **Etapa 1: Identificación de las posibles alternativas de conexión en las inmediaciones del actual Paso Internacional (11 alternativas)**
- ❑ **Etapa 2: Preselección y desarrollo posterior de cinco (5) alternativas Proposición de anteproyectos. Luego del análisis, propuesta de las dos más conveniente para continuar en la Etapa de Anteproyecto.**
- ❑ **Etapa 3: Elaboración de los Anteproyectos (Preliminares) de las dos alternativas elegidas, y obtención de las correspondientes conclusiones.**

# TÚNEL TRASANDINO AGUA NEGRA

## ESTUDIO DE PREFECTIBILIDAD TÉCNICA

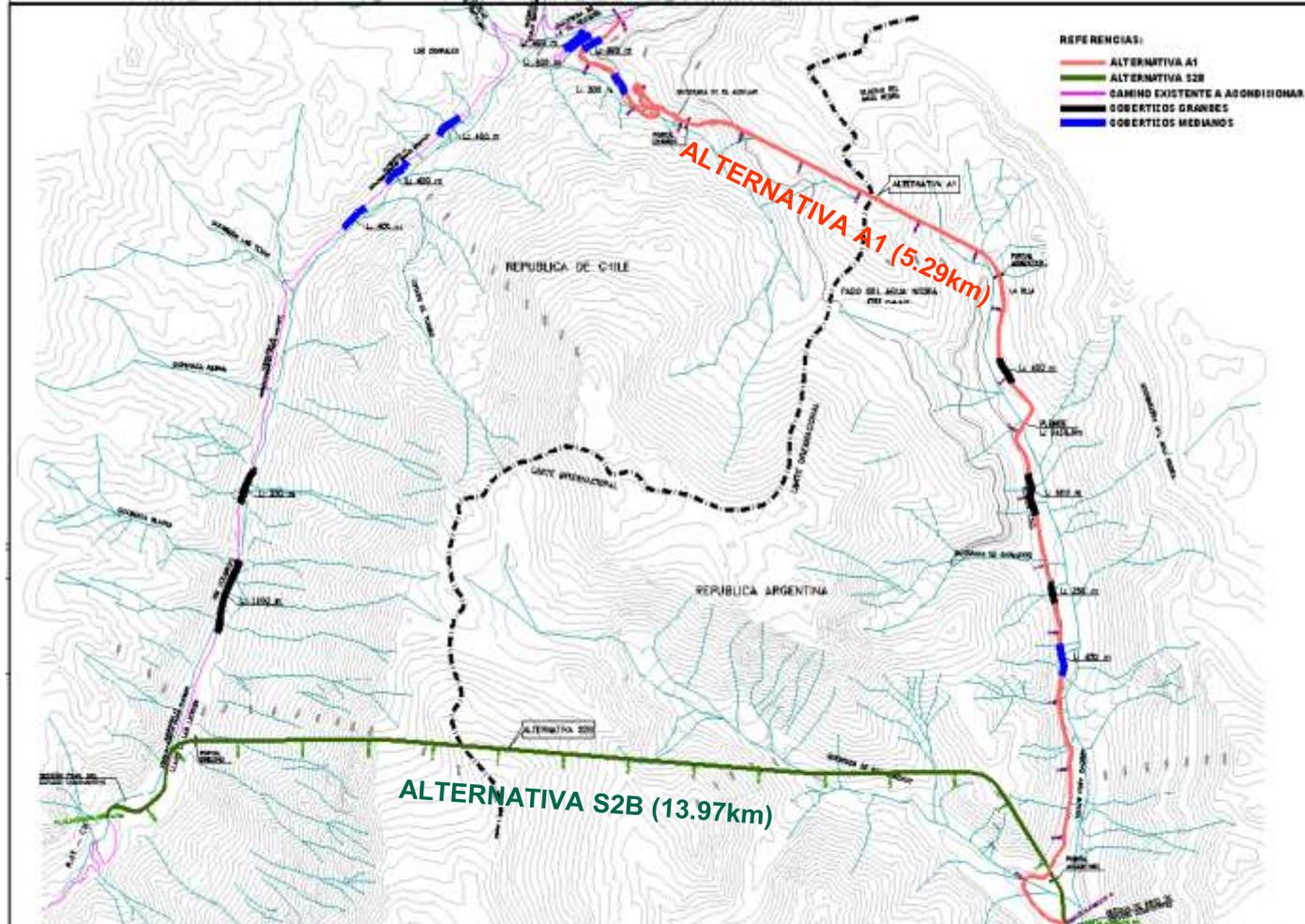
### Análisis de cinco (5) alternativas



# TÚNEL TRASANDINO AGUA NEGRA

## ESTUDIO DE PREFECTIBILIDAD TÉCNICA

### ALTERNATIVAS A1 Y S2B

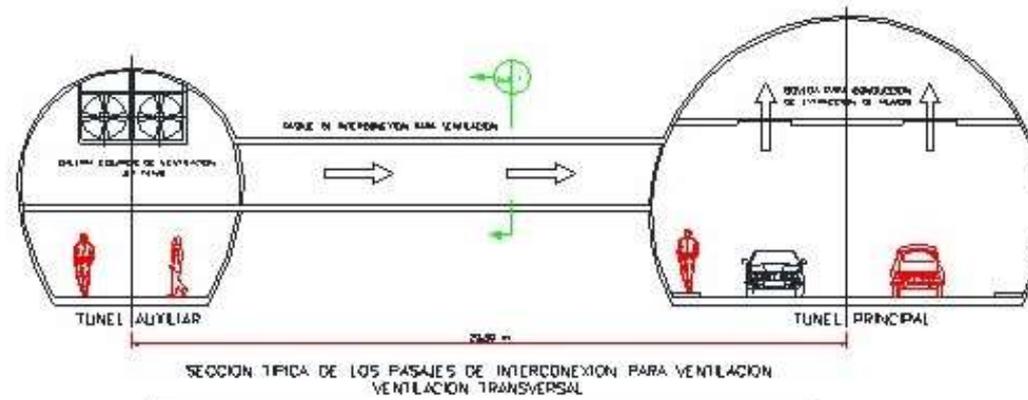
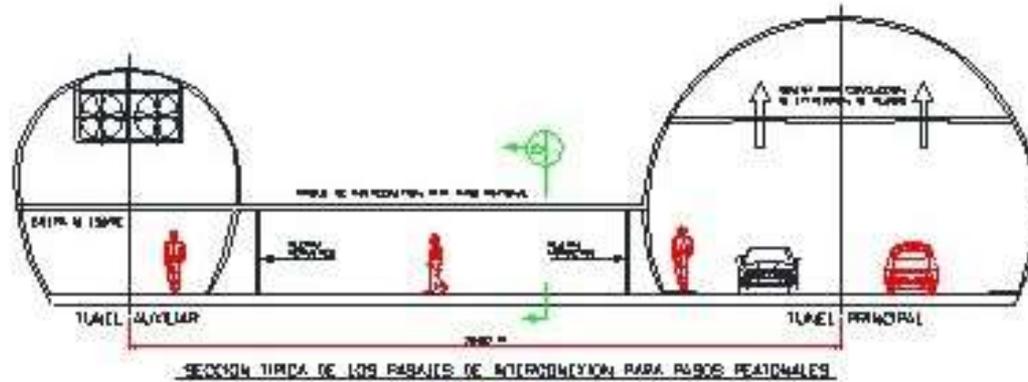


<p>ESCALA A1= 1:25,000 A2= 1:50,000</p> <p>FECHA: ABRIL DE 2014 LICENCIADO: PAUL ALFARO, I. 1494</p>	 <p>INGENDESAR CONSUBAIREO</p>	<p>REPUBLICA ARGENTINA MINISTERIO P. F., L. P. Y. S. SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS DIRECCION NACIONAL DE VIALIDAD</p>	<p>REPUBLICA DE CHILE MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS DIRECCION DE VIALIDAD</p>	<p>ESTUDIO DE PREFECTIBILIDAD TÉCNICA EN LA ZONA LIMITROFE DEL PASO DE AGUA NEGRA (IV REGION-PROVINCIA DE SAN JUAN)</p>	<p>ALTERNATIVAS SELECCIONADAS PARA ETAPA DE ANTEPROYECTO</p>
--	---	--	--	---	--

# TÚNEL TRASANDINO AGUA NEGRA

## ESTUDIO DE PREFECTIBILIDAD TÉCNICA

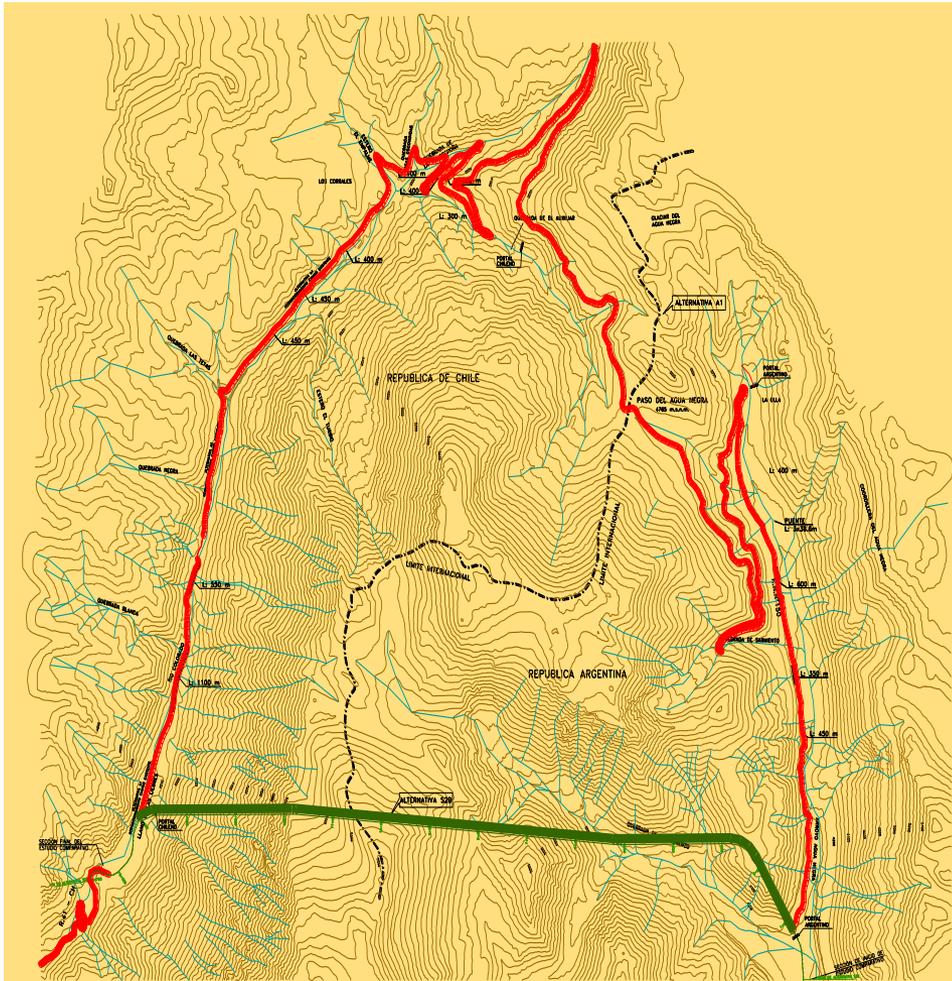
Túnel Bidireccional con una galería de ventilación.  
 Alternativa S2B - Longitud: 13.97 Km.



## ESTUDIO DE PREFECTIBILIDAD TÉCNICA

### Ventajas de la Alternativa S2B (13,97km.)

- ❑ Se reduce el costo de Transporte  
reducción recorrido: 60 Km  
reducción tiempo de viaje: 3 hs
- ❑ Se reduce la altura del paso  
de 4765 m.s.n.m. a 4000 m.s.n.m.
- ❑ Se minimizan las interrupciones de tránsito por condiciones climáticas
- ❑ Se mejora la pendiente general de todo el trazado
- ❑ Se evita la construcción de cobertizos y/o protecciones por avalanchas
- ❑ Se resuelven los problemas de sinuosidad del trazado superior
- ❑ Se aumenta la seguridad (se minimiza la formación de hielo en calzada)



## ESTUDIO Y MAPEO GEOLÓGICO–GEOTÉCNICO E HIDROGEOLÓGICO DE SUPERFICIE

### **Objetivo:**

- **Caracterización de los macizos rocosos expuestos en superficie relevantes para el diseño del proyecto e identificar toda la arquitectura geológica subsuperficial.**

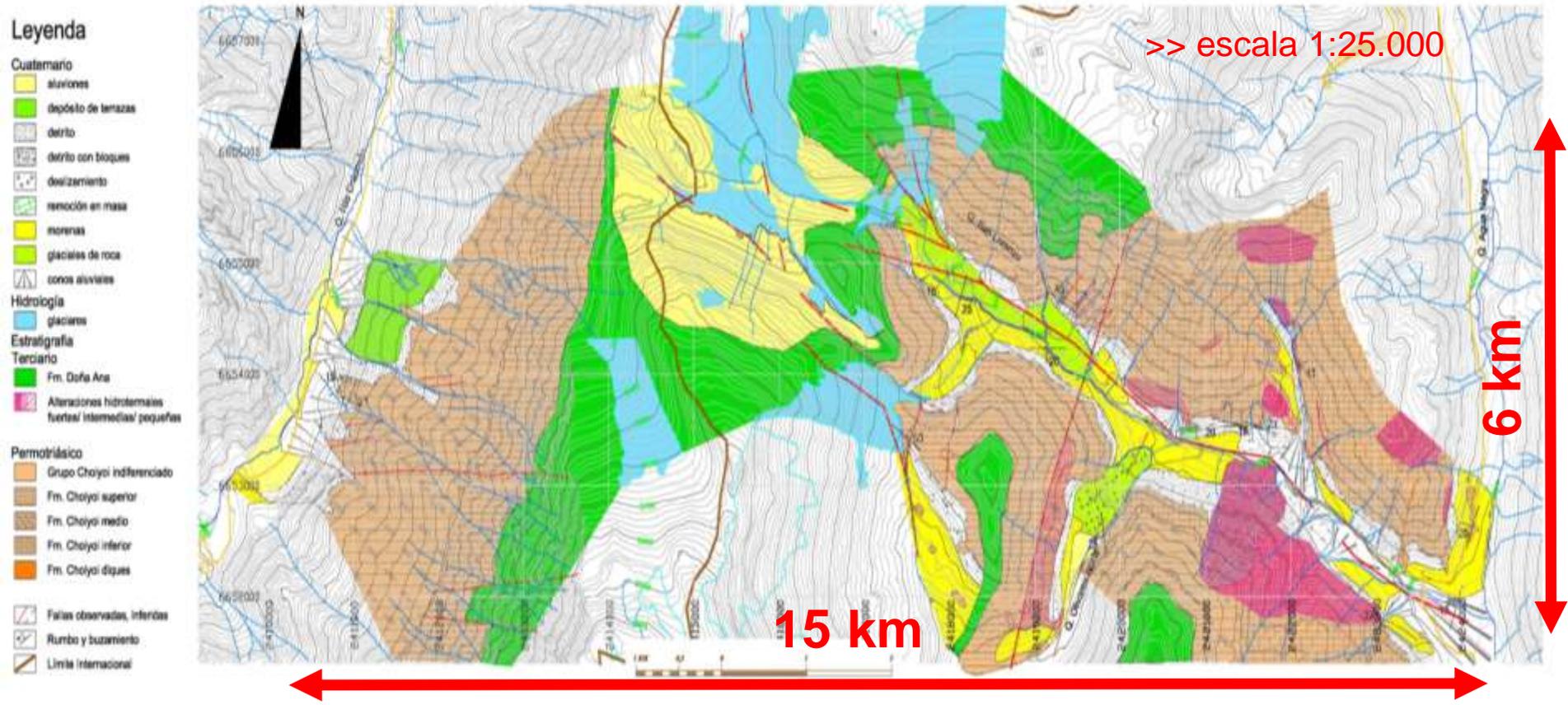
### **Incluye :**

- **Reconocimiento y registro de las características topográficas significativas.**
- **Movimientos en masa, y condiciones hidrogeológicas - hidrotermales.**
- **Diferenciación de tipos de rocas, propiedades geotécnicas y mecánicas.**
- **Identificación de discontinuidades y fallas en los macizos.**

# TÚNEL TRASANDINO AGUA NEGRA

## ESTUDIO Y MAPEO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO E HIDROGEOLÓGICO DE SUPERFICIE

Carta geológica



# TÚNEL TRASANDINO AGUA NEGRA

## MAPEO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO E HIDROGELÓGICO DE SUPERFICIE

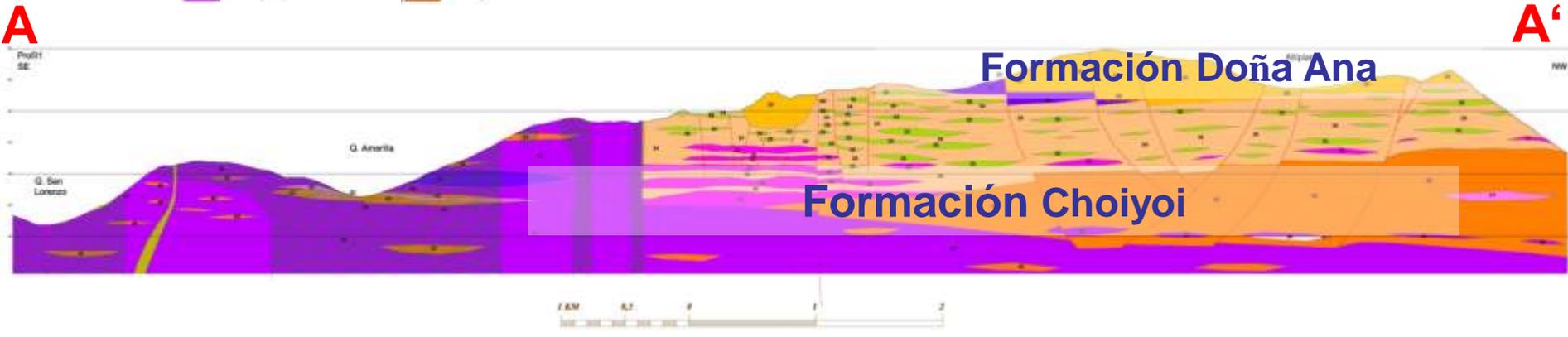
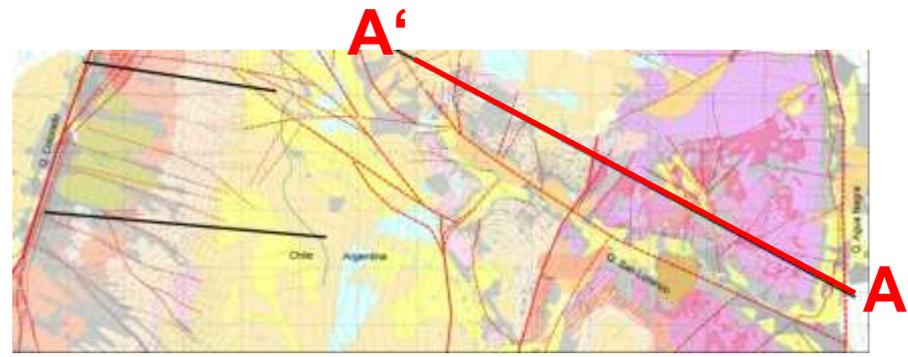
Trabajo en Terreno y su valuación (febrero/ julio 2008)

**Leyenda**

**Estratigrafía**

**Formación**

- |                       |                               |
|-----------------------|-------------------------------|
| 18 milonita           | 34 Chy sup - brecha volcanica |
| 20 D.A. indif.        | 35 Chy sup - ignimbrita       |
| 24 D.A. - basalto     | 36 Chy sup - basalto          |
| 25 dique indif.       | 37 Chy sup - riolita          |
| 26 dique riolítico    | 38 Chy med indif.             |
| 27 dique basáltico    | 39 Chy med - andesita         |
| 29 dique aptítico     | 40 Chy med - traquita         |
| 30 Chy sup indif.     | 41 Chy med - dacita           |
| 31 Chy sup - toba     | 42 Chy med - riolita          |
| 32 Chy sup - andesita | 45 Chy inf indif.             |
|                       | 46 Chy inf - andesita         |
|                       | 47 Chy inf - basalto          |
|                       | 48 Chy inf - riolita          |



Perfil longitudinal paralelo a la Quebrada de San Lorenzo

## ESTUDIO CONCEPTUAL DEL SISTEMA TUNEL (ALT. S2B)

(SISTEMA INTEGRADO: OBRA – OPERACIÓN - SERVICIOS y SEGURIDAD)

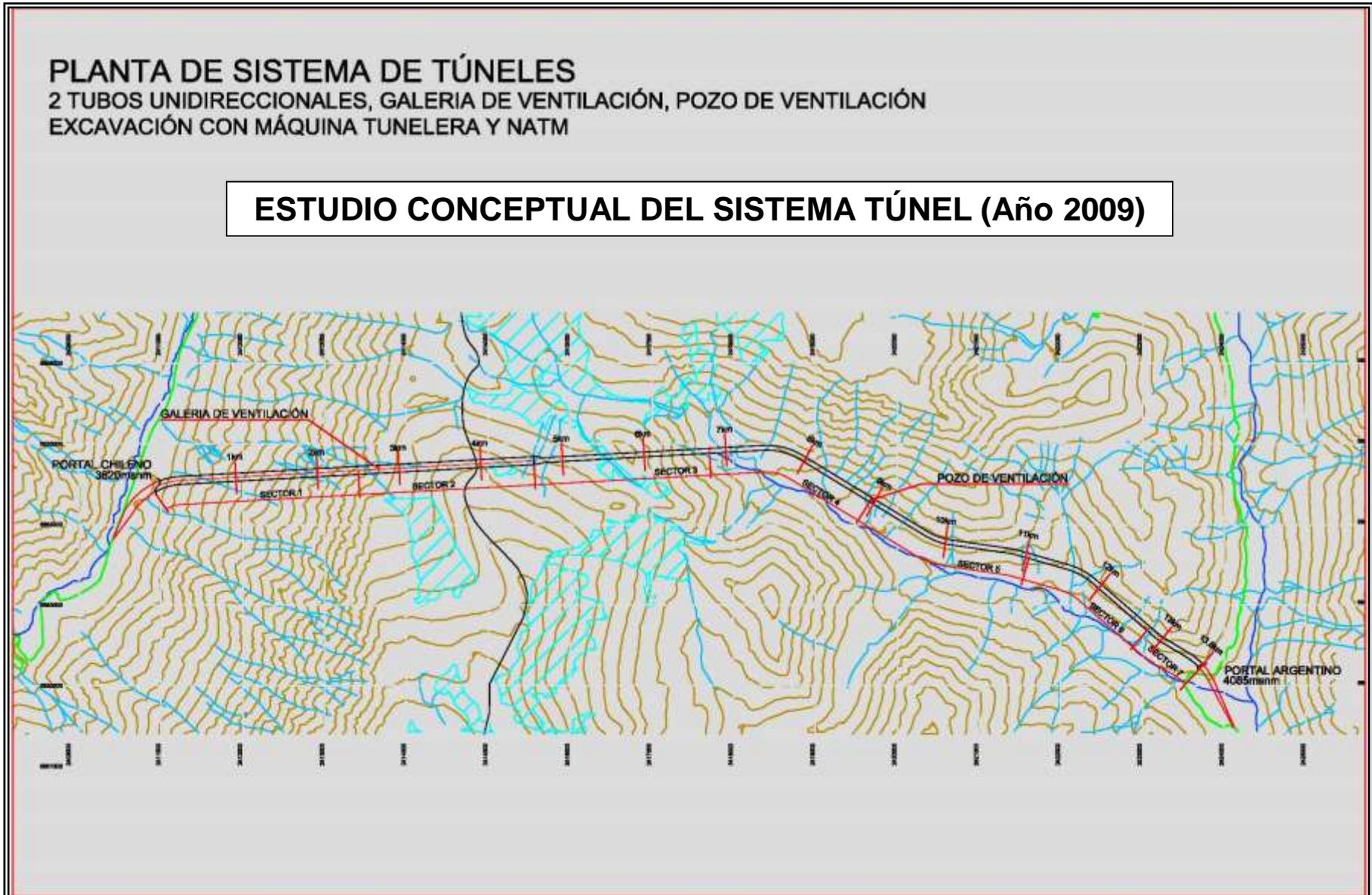
- Selección del Corredor y Diseño Planialtimétrico de la Traza del túnel.
  - Aspectos geológicos-geotécnicos e hidrogeológicos
  - Condiciones geométricas del alineamiento.
  - Emplazamiento de los portales y piques (acceso/ventilación).
  - Metodología constructiva del túnel
- Definición Preliminar de Alternativas de Sistemas de Túneles
  - Diseño preliminar de las secciones y perfiles transversales del túnel
  - Modos de operación, Condiciones de seguridad vial, Sistemas de ventilación.
- Análisis comparativo de metodologías constructivas.
- Sistemas de operación y control del tránsito.
- Aspectos de mantenimiento y seguridad.
- Programación de la construcción:
  - Costos de inversión de obra. Confección de planos a nivel de ingeniería conceptual (Planos de planta, cortes, secciones transversales, galerías, esquema de instalaciones y equipamientos)

***PRODUCTO: Proponer un Sistema Integral del Túnel.***

# TÚNEL TRASANDINO AGUA NEGRA

**PLANTA DE SISTEMA DE TÚNELES**  
2 TUBOS UNIDIRECCIONALES, GALERÍA DE VENTILACIÓN, POZO DE VENTILACIÓN  
EXCAVACIÓN CON MÁQUINA TUNELERA Y NATM

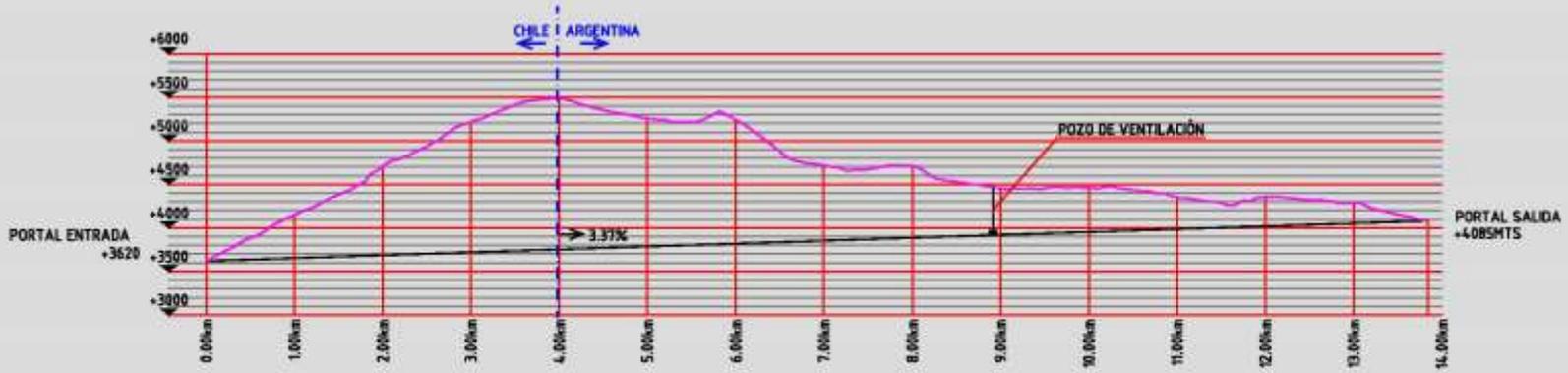
## ESTUDIO CONCEPTUAL DEL SISTEMA TÚNEL (Año 2009)



# TÚNEL TRASANDINO AGUA NEGRA

**CORTE LONGITUDINAL DE SISTEMA DE TÚNELES**  
2 TUBOS UNIRECCIONALES, GALERÍA Y POZO DE VENTILACIÓN  
EXCAVACIÓN CON MÁQUINA TUNELERA Y NATM

## ESTUDIO CONCEPTUAL DEL SISTEMA TÚNEL (Año 2009)



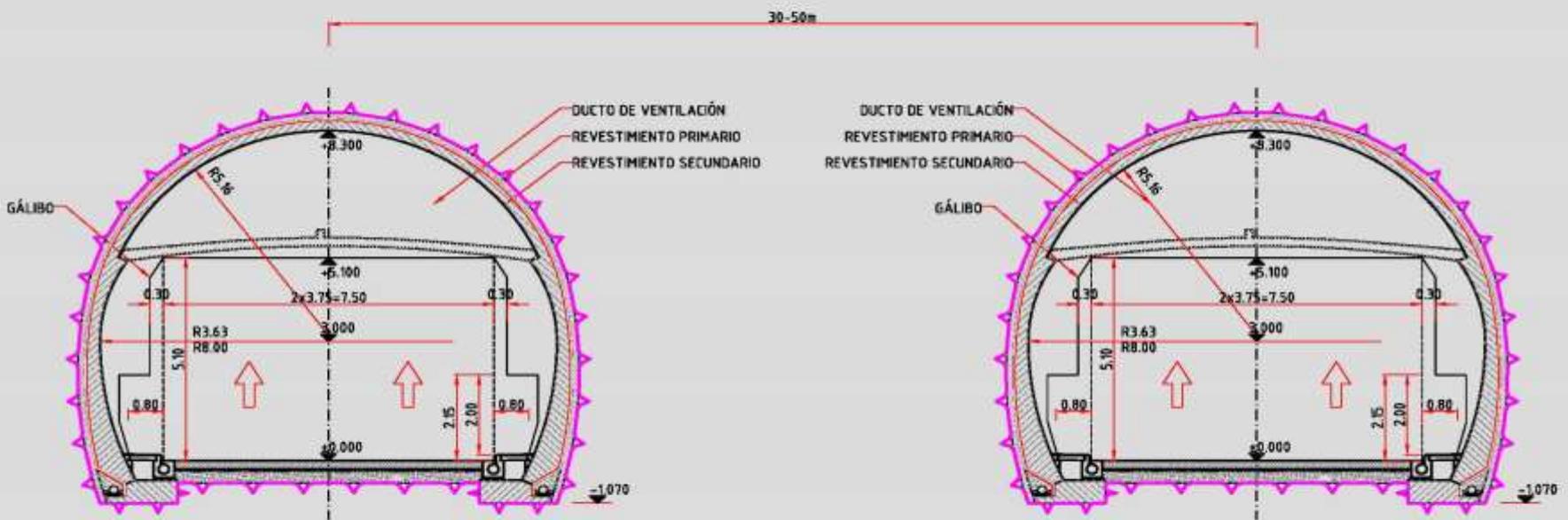
SECTOR 1	SECTOR 2	SECTOR 3	SECTOR 4	SECTOR 5	SECTOR 6	SECTOR 7
2500mts	2150mts	2150mts	2150mts	2393mts	1700mts	800mts



# TÚNEL TRASANDINO AGUA NEGRA

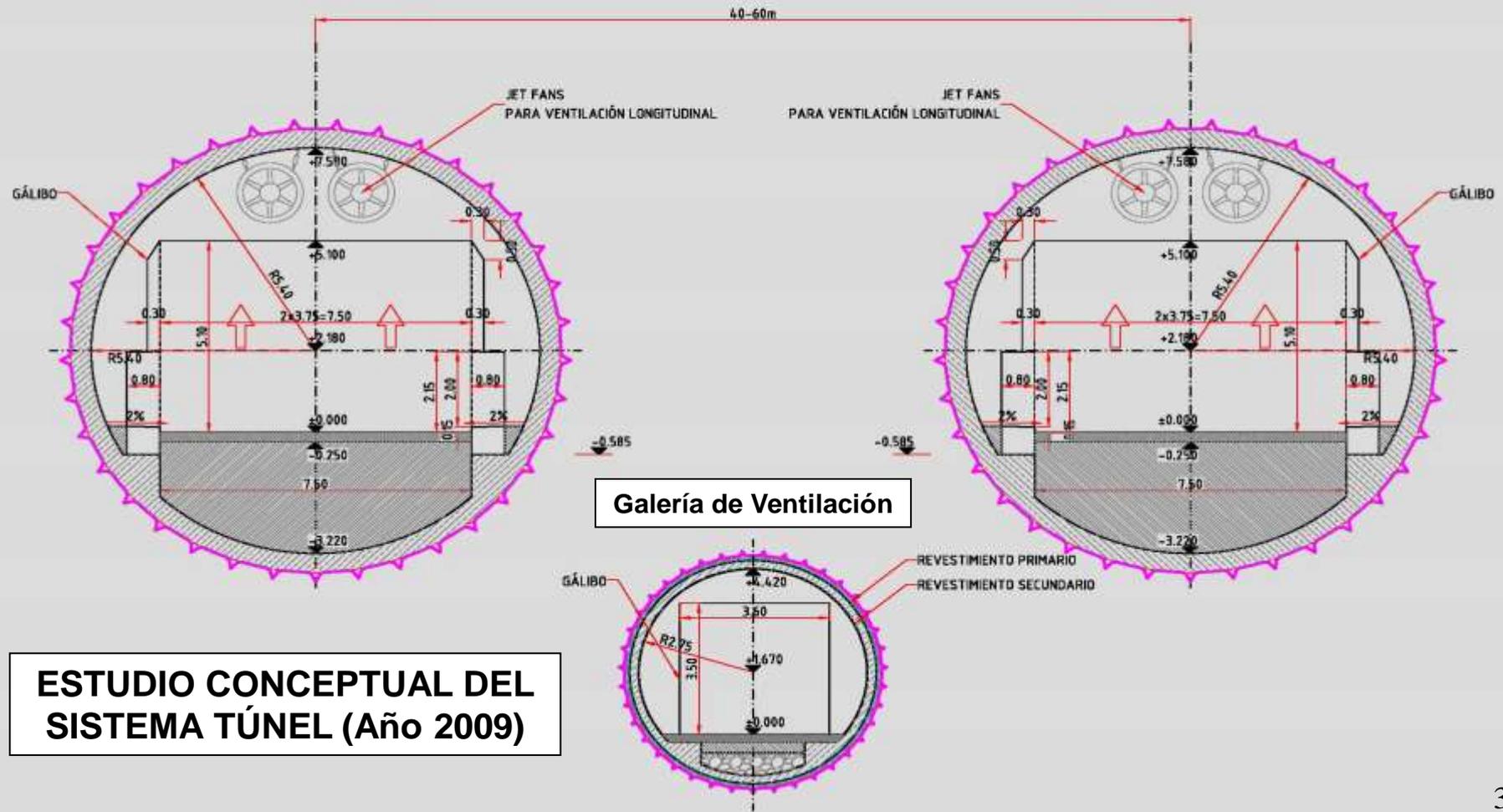
**SECCIÓN REGULAR PARA SECTOR 7**  
2 TUBOS UNIDIRECCIONALES, VENTILACIÓN LONGITUDINAL  
EXCAVACIÓN CONVENCIONAL (NATM)

**ESTUDIO CONCEPTUAL DEL  
SISTEMA TÚNEL (Año 2009)**



# TÚNEL TRASANDINO AGUA NEGRA

**SECCIÓN REGULAR PARA SECTOR 1**  
2 TUBOS UNIDIRECCIONALES, VENTILACIÓN LONGITUDINAL, GALERÍA DE VENTILACIÓN  
EXCAVACIÓN CON MÁQUINA TUNELERA



**ESTUDIO CONCEPTUAL DEL SISTEMA TÚNEL (Año 2009)**

## INVESTIGACIÓN GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA E HIDROGEOLÓGICA DE PROFUNDIDAD (SUB-SUPERFICIAL) - PERFORACIONES Y ENSAYOS DE PROFUNDIDAD

- ❑ Sondajes geotécnicos, con recuperación continua de testigos (Diam: 96 / 63 mm)  
Fase 1 (5), Fase 2 (5) y Fase 3 (3)
  - o Verticales e inclinados (máx.45°), profundidad entre 250 m y 1000 m. .
  - o Método por Diamantina
  - o Método aire-reverso (cuaternario)
  
- ❑ Ejecución de ensayos y mediciones geotécnicas-hidrogeológicas y geofísicas
  - o Determinación de niveles, caudales y velocidades de circulación de agua subterránea – Piezómetros.
  - o Determinación de la permeabilidad de la roca - Ensayos Lugeon.
  - o Determinación de módulo de deformación de la roca - Ensayo Dilatométrico.
  - o Verificación de la existencia de gases y radioactividad.
  - o Determinación del comportamiento de la roca ante el fracturamiento hidráulico.
  - o Variación con la profundidad de la temperatura, el PH, la conductividad eléctrica.
  - o Ensayos geofísicos con sondas: ensayos acústicos, scanner óptico y telecámara.(filmación).
  - o Mediciones de variación del diámetro, de orientación e inclinación de la perforación.
  - o Perfiles geosísmicos.

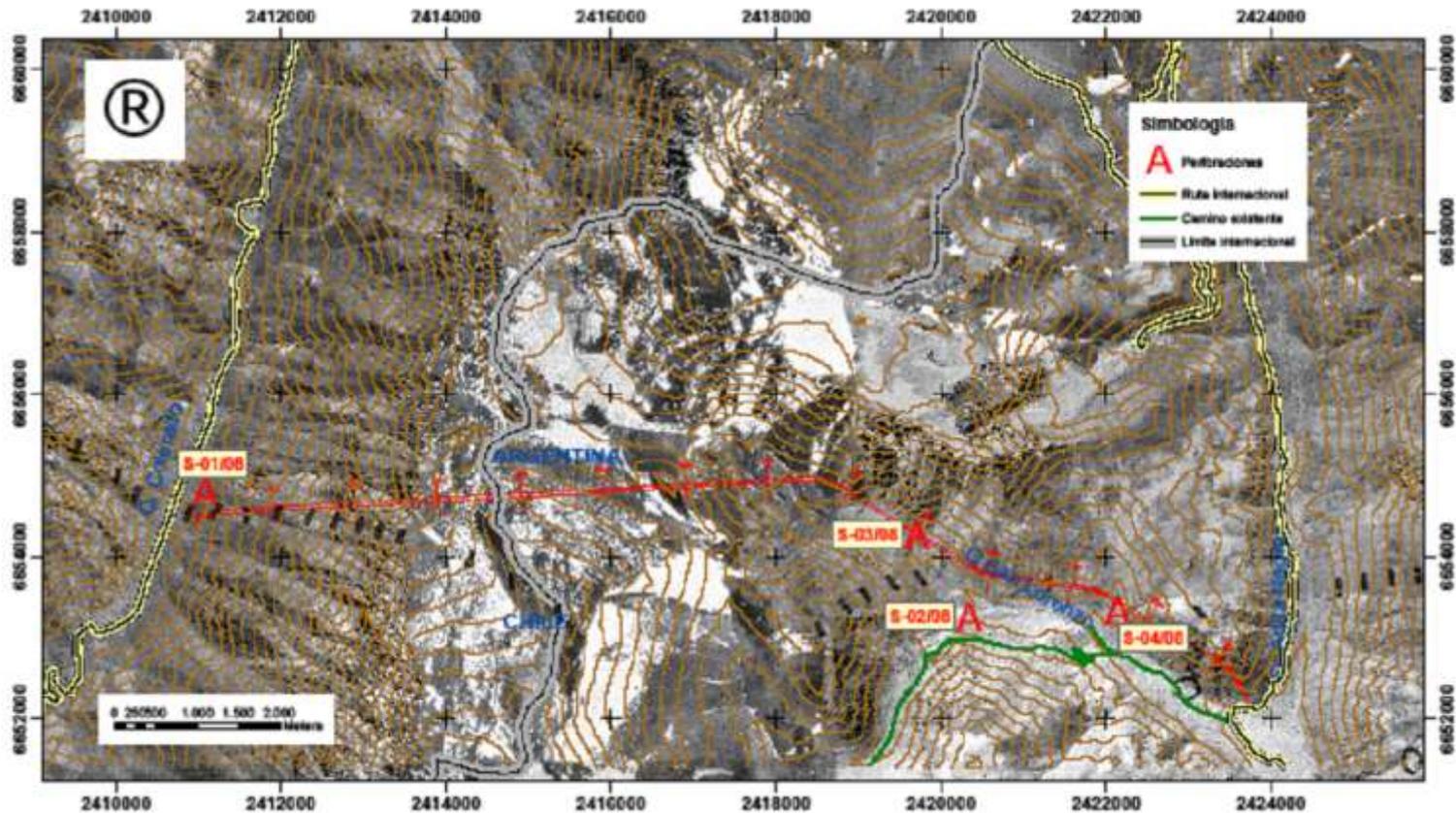
Longitud total de perforaciones: 7.000 mts de testigos

# TÚNEL TRASANDINO AGUA NEGRA

## INVESTIGACION GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA E HIDROGEOLOGICA DE PROFUNDIDAD (SUB-SUPERFICIAL) - PERFORACIONES Y ENSAYOS DE PROFUNDIDAD

### Emplazamiento Sondajes Fase 1

Sondaje	S-01	S-02	S-03	S-04	S-010
Profundidad (m)	300	500	650	250	350
Inclinación	20°	30°	0°	30°	20°

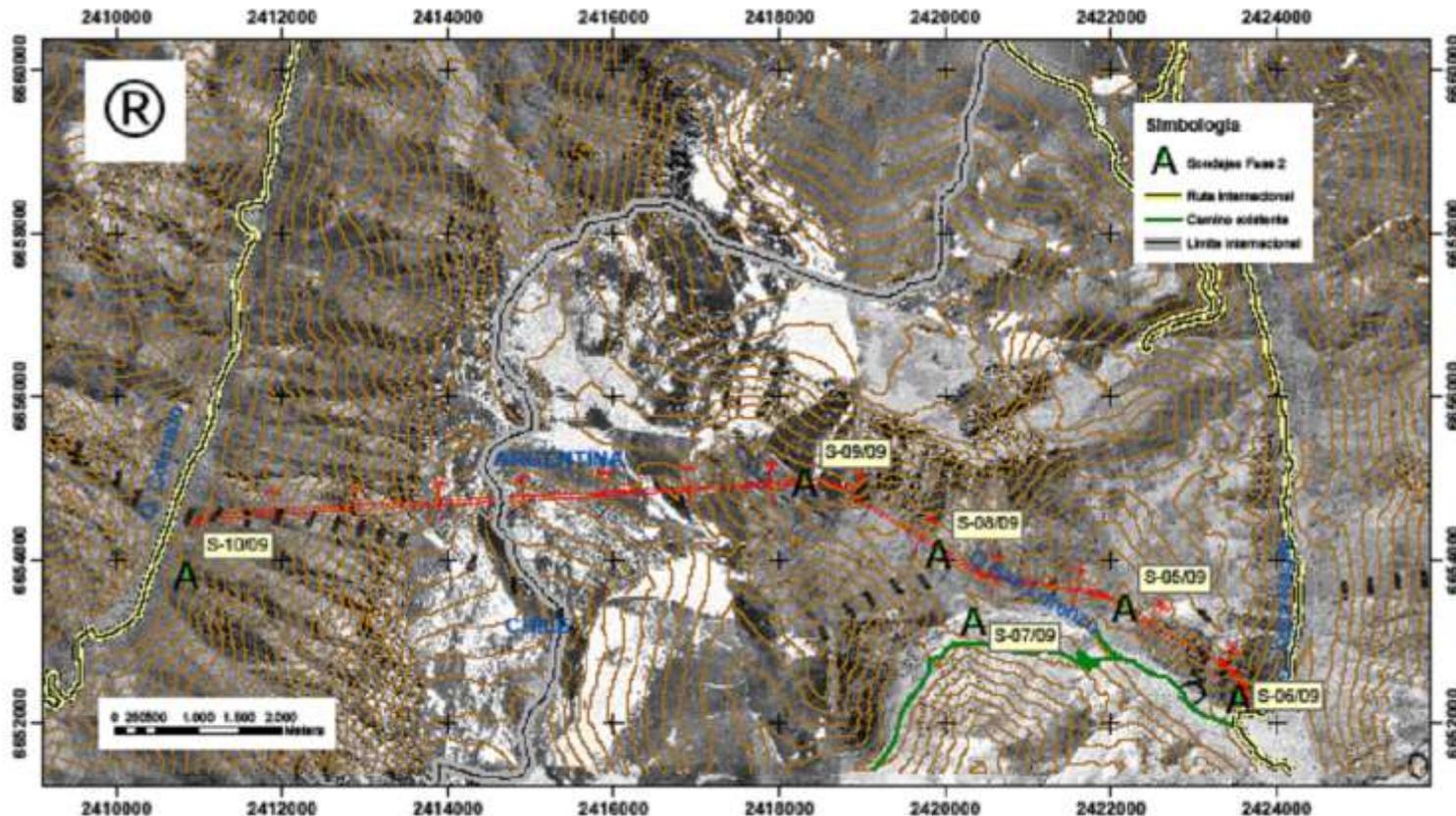


# TÚNEL TRASANDINO AGUA NEGRA

## INVESTIGACION GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA E HIDROGEOLOGICA DE PROFUNDIDAD (SUB-SUPERFICIAL) - PERFORACIONES Y ENSAYOS DE PROFUNDIDAD

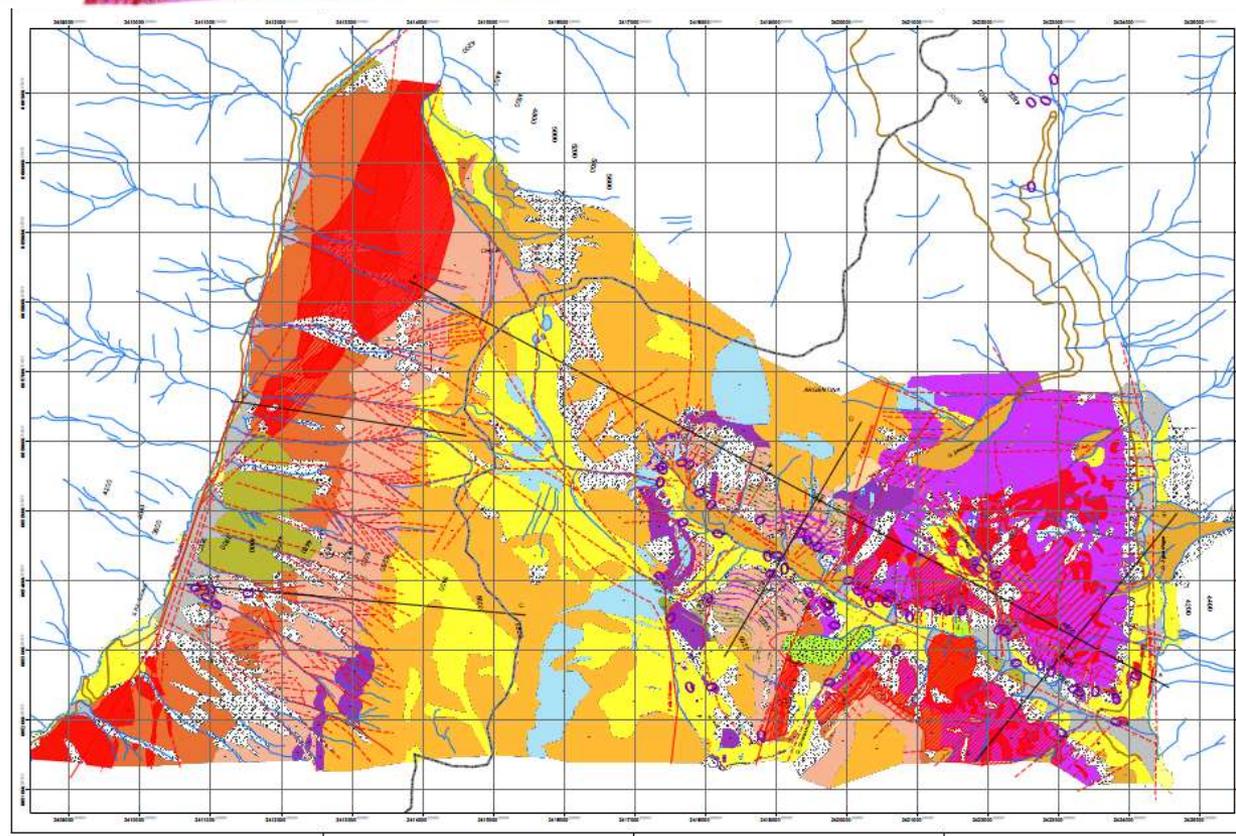
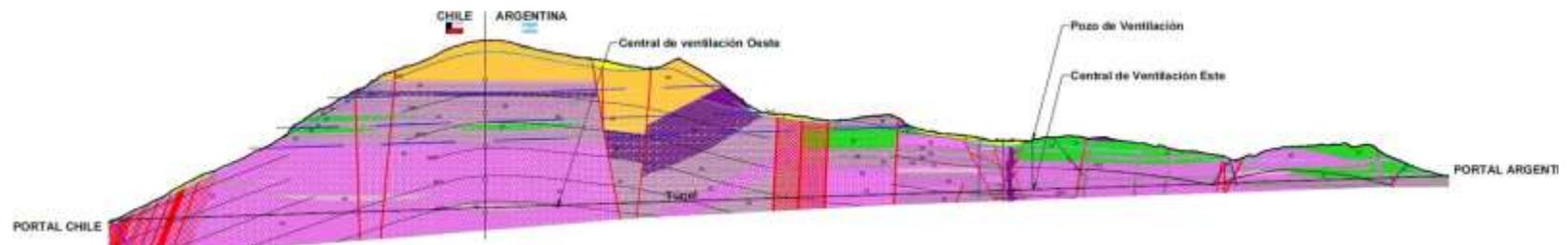
### Emplazamiento Sondajes Fase 2

Sondaje	S-05/09	S-06/09(Op)	S-07/09	S-08/09	S-09/09
Profundidad (m)	250	450	600	650	800
Inclinación	0°	30°	30°	30°	0°



# TÚNEL TRASANDINO AGUA NEGRA

INVESTIGACIÓN GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA E HIDROGEOLÓGICA DE PROFUNDIDAD (SUB-SUPERFICIAL) - PERFORACIONES Y ENSAYOS DE PROFUNDIDAD



**Legenda**

<b>Unidades Geológicas</b>	<b>Unidades Cartográficas</b>
... (various geological units)	... (various cartographic units)

©

0 200 400 1.000 1.500 2.000 2.500

GOBIERNO DE SAN JUAN  
Ministerio de Infraestructura y Tecnología  
Dirección Provincial de Vialidad

ESTUDIO TOPOGRÁFICO PRELIMINAR Y DESARROLLO DE MAPEO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO E HIDROGEOLÓGICO PARA POSIBLE UBICACIÓN TUNEL INTERNACIONAL RUTA NACIONAL 150

ANEXO N° 8-11  
TÍTULO: Mapa Geológico de la Traza del Túnel Largo "Cuadrada de San Lorenzo"  
Escala: 1:20.000

**GC** GEOCONSULT  
**DA** DISEÑOS Y ASOCIADOS CONSULTORA

## INVESTIGACION GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA E HIDROGEOLOGICA DE PROFUNDIDAD (SUB-SUPERFICIAL) - PERFORACIONES Y ENSAYOS DE PROFUNDIDAD

### Programa de Sondajes. Preparación de muestras y ensayos in situ



## INVESTIGACION GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA E HIDROGEOLOGICA DE PROFUNDIDAD (SUB-SUPERFICIAL) - PERFORACIONES Y ENSAYOS DE PROFUNDIDAD

**Programa de Sondajes. Preparación de muestras y ensayos in situ**



## INGENIERÍA BÁSICA DEL PROYECTO

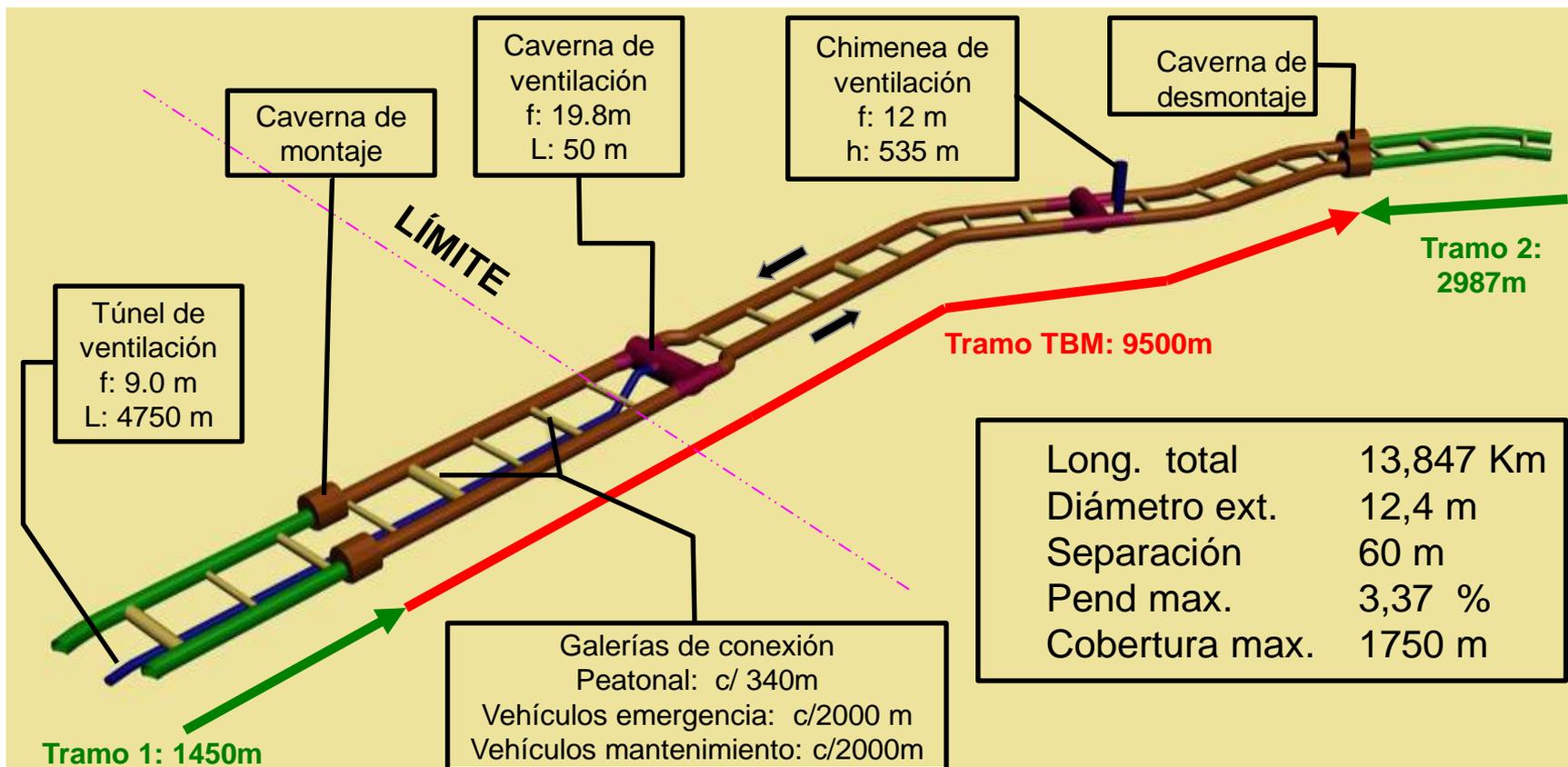
### Características Generales:

<b>Longitud Total del Túnel:</b>	<b>13847 m</b>
<b>Longitud en Sector Chileno:</b>	<b>28%</b>
<b>Longitud en Sector Argentino:</b>	<b>72%</b>
<b>Diferencia de Altura entre Portales:</b>	<b>465m</b>
<b>Cota Portal Chileno</b>	<b>+3620 msnm</b>
<b>Cota Portal Argentino:</b>	<b>+4085 msnm</b>
<b>Cota Pozo de Ventilación:</b>	<b>+4445 msnm</b>
<b>Pendiente Longitudinal Máxima:</b>	<b>3.37%</b>

# TÚNEL TRASANDINO AGUA NEGRA

## INGENIERÍA BÁSICA DEL PROYECTO

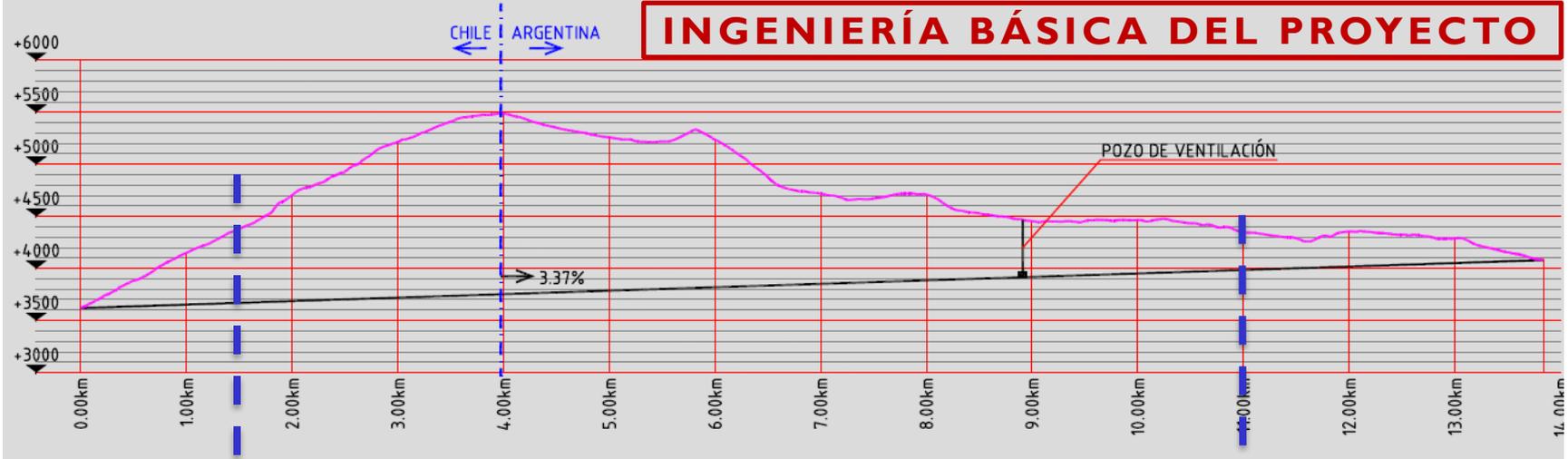
### Configuración del Túnel



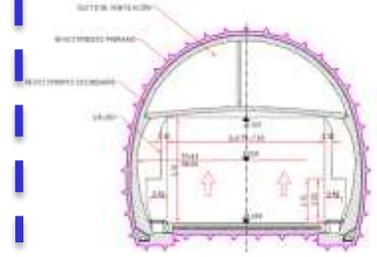
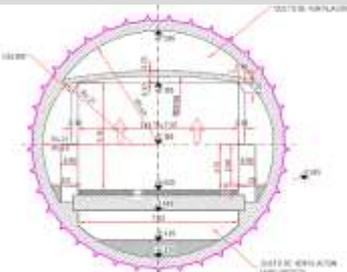
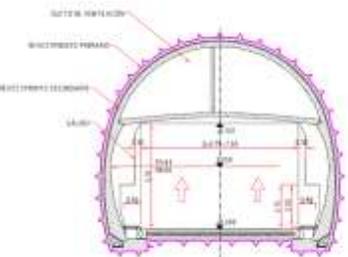
# TÚNEL TRASANDINO AGUA NEGRA



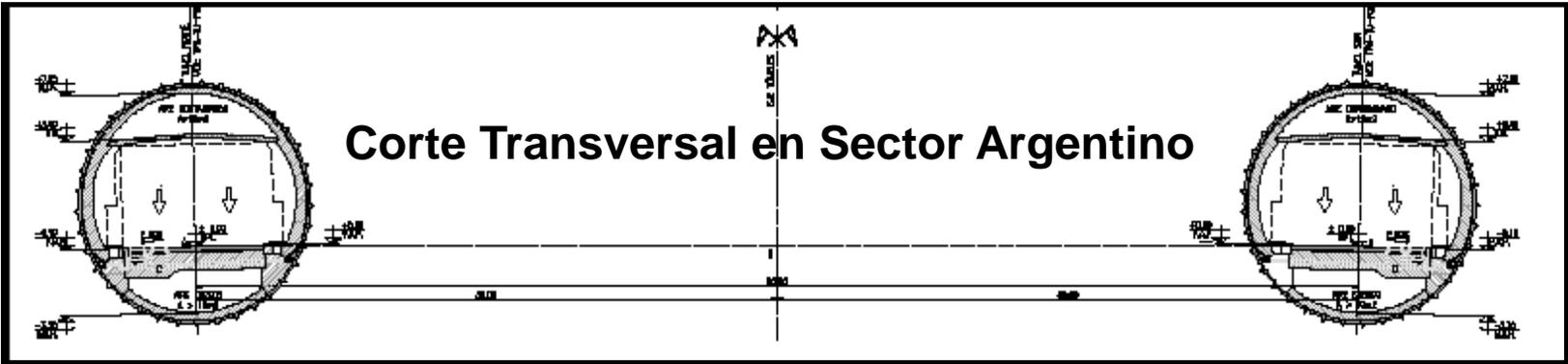
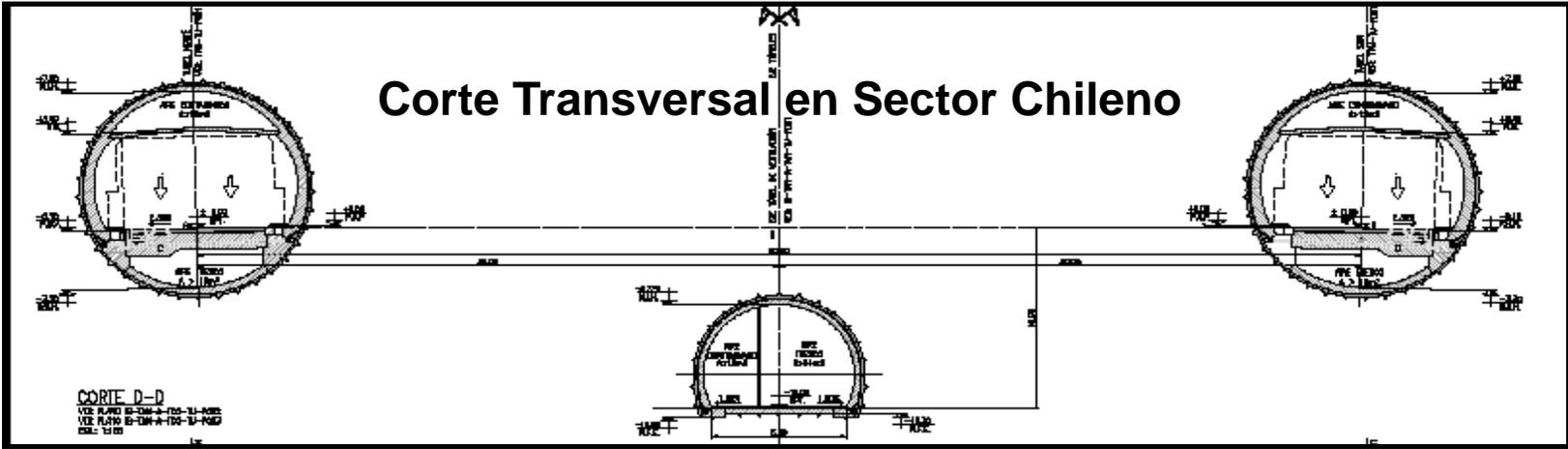
## INGENIERÍA BÁSICA DEL PROYECTO



## Métodos constructivos y secciones



## INGENIERÍA BÁSICA DEL PROYECTO

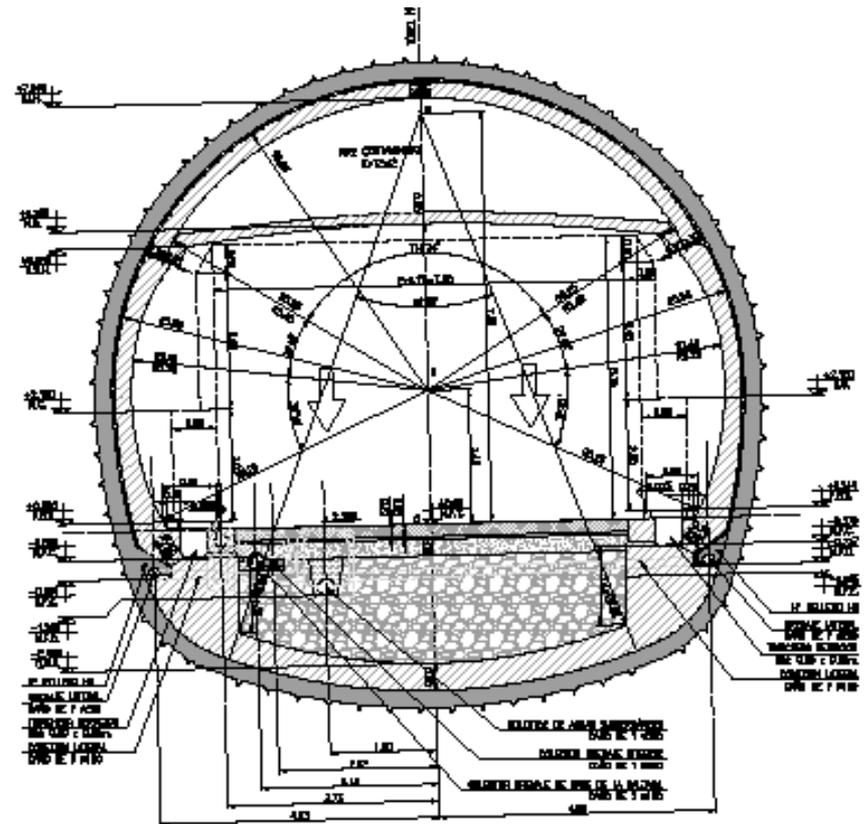
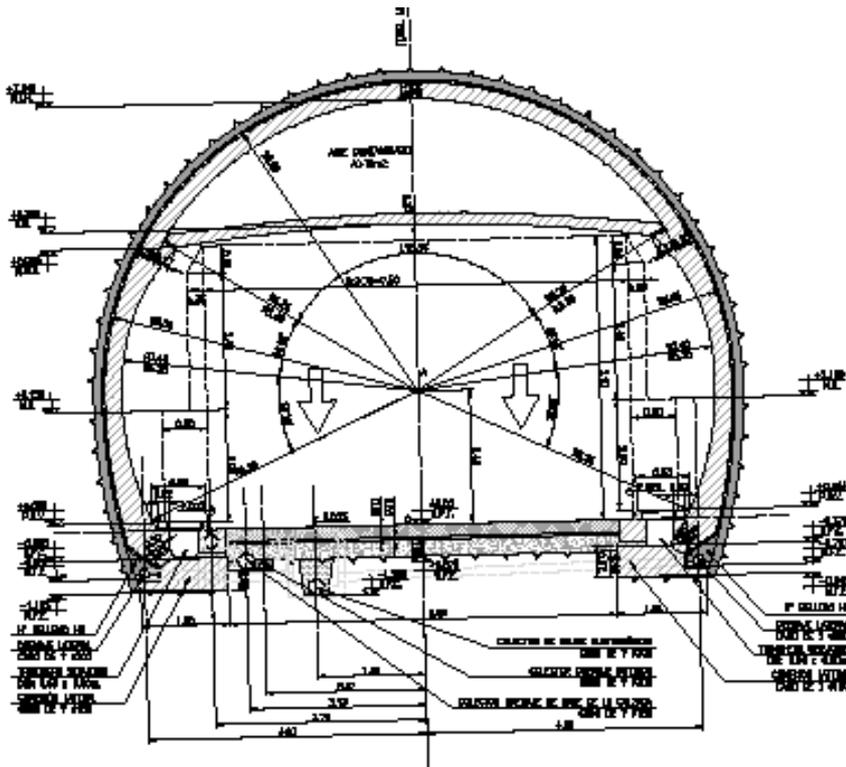


## INGENIERÍA BÁSICA DEL PROYECTO

### Características de los Túneles Principales:

<b>Separación entre Túneles:</b>	<b>60.0 m</b>
<b>Distancia al Túnel de Ventilación en Sector Chileno:</b>	<b>10.0 m</b>
<b>Pendiente Transversal de Calzada:</b>	<b>2.50 %</b>
<b>Diámetro Exterior Túneles (TBM)</b>	<b>12.4 m</b>
<b>Ancho Máximo Exterior de Túneles (NATM):</b>	<b>11.8 m</b>
<b>Longitud Total de Excavación:</b>	<b>27.7 km</b>
- NATM:	<b>8.7 km</b>
- TBM:	<b>19.0 km</b>
<b>Volumen Total de Excavación (sin esponjamiento):</b>	<b>3´430´000 m3</b>

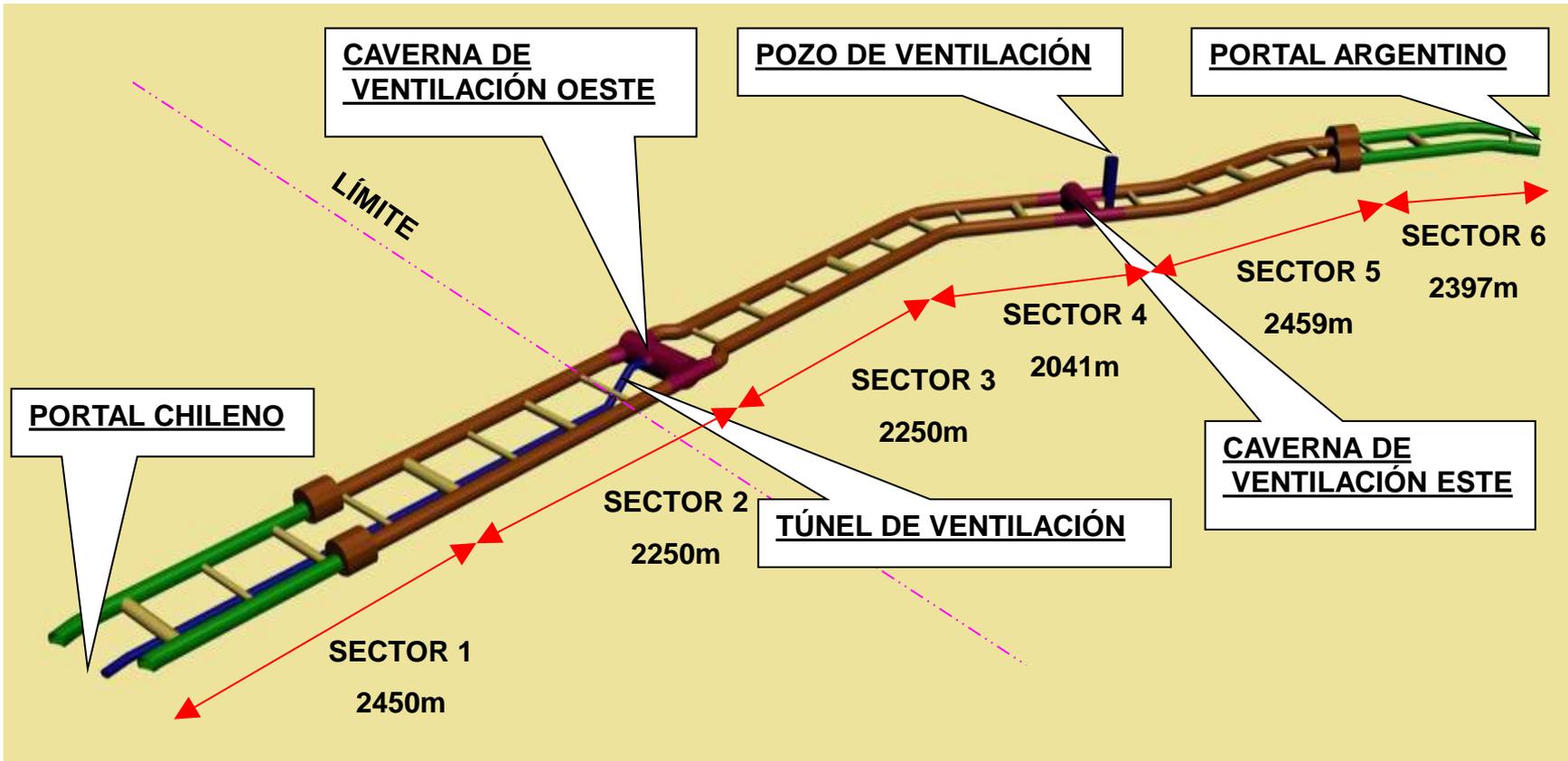
## INGENIERÍA BÁSICA DEL PROYECTO



Secciones Transversales Túnel Principal (Sector NATM)



## INGENIERÍA BÁSICA DEL PROYECTO



### Obras Subterráneas asociadas al Sistema de Ventilación

## INGENIERÍA BÁSICA DEL PROYECTO

### Obras Subterráneas asociadas al Sistema de Ventilación

#### Caverna de Ventilación Oeste

- Ancho Exterior de Excavación: 19.8 m
- Longitud de Excavación: 50.0 m

#### Túnel de Ventilación

- Ancho Exterior del Túnel de Ventilación: 9.0 m
- Longitud Total del Túnel de Ventilación: 4750 m

#### Caverna de Ventilación Este

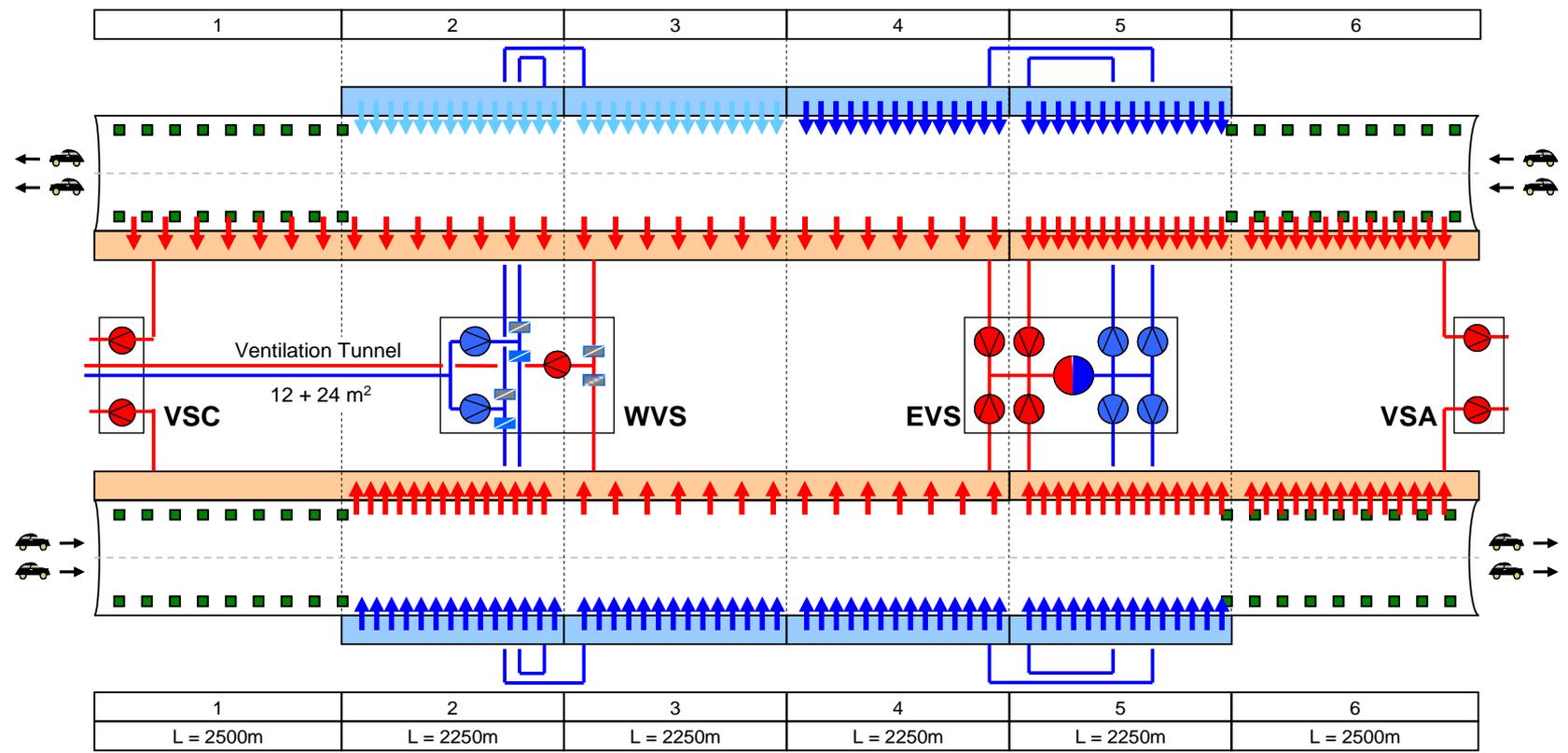
- Ancho Exterior de Excavación: 19.8 m
- Longitud de Excavación: 60.0 m

#### Pozo de Ventilación:

- Diámetro de Excavación del Pozo: 12.0 m
- Altura de Excavación del Pozo: 535 m
- Método Constructivo del Pozo: Raise Boring

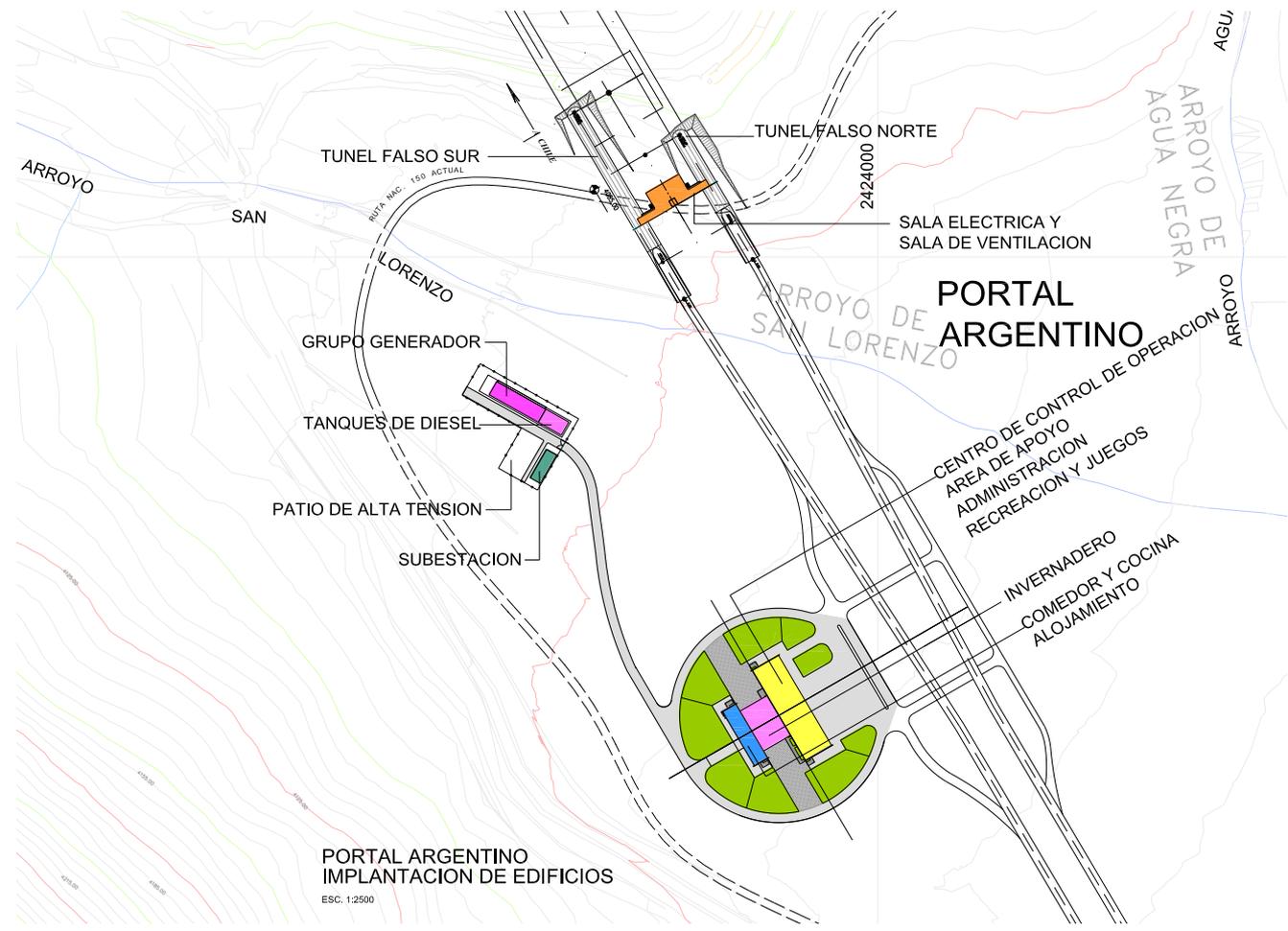
## INGENIERÍA BÁSICA DEL PROYECTO

### Esquema ventilación



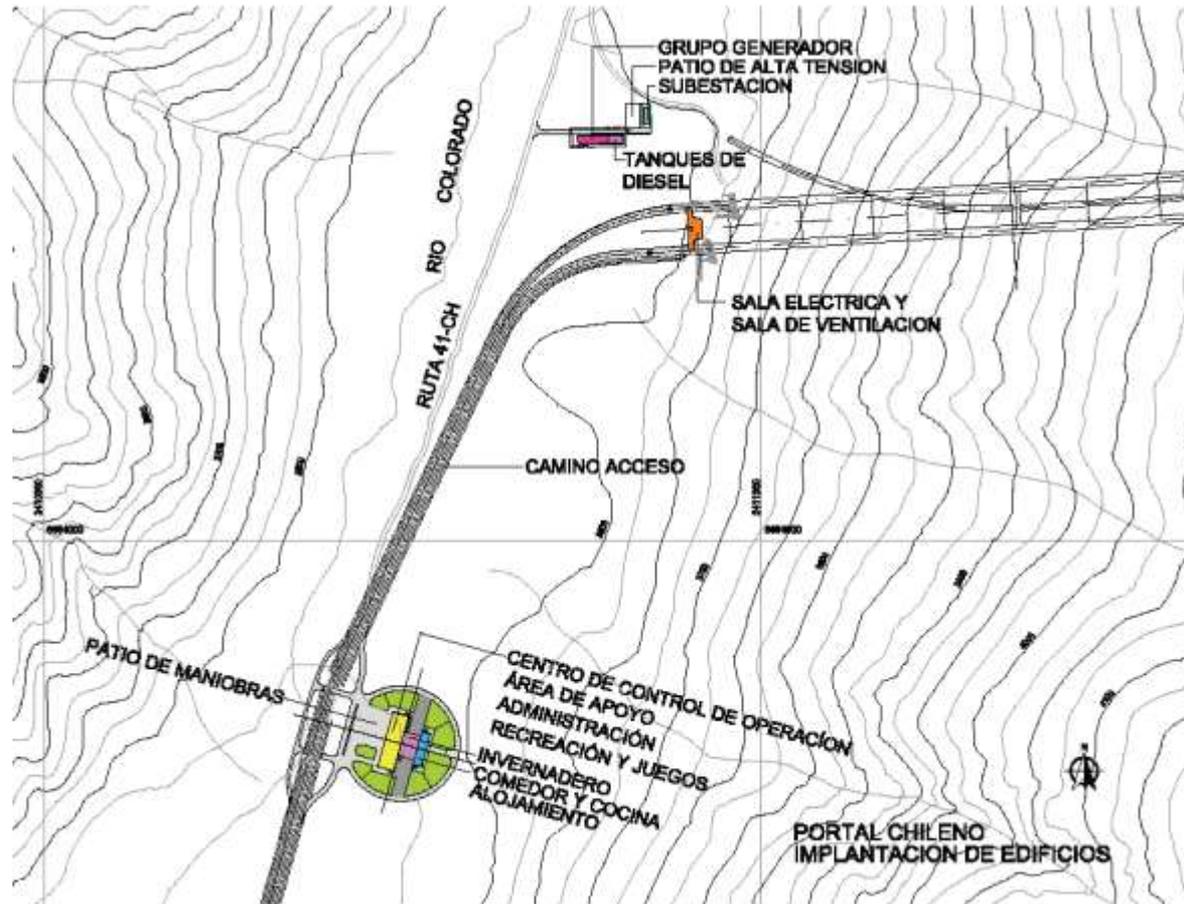
## INGENIERÍA BÁSICA DEL PROYECTO

### Portal Argentino



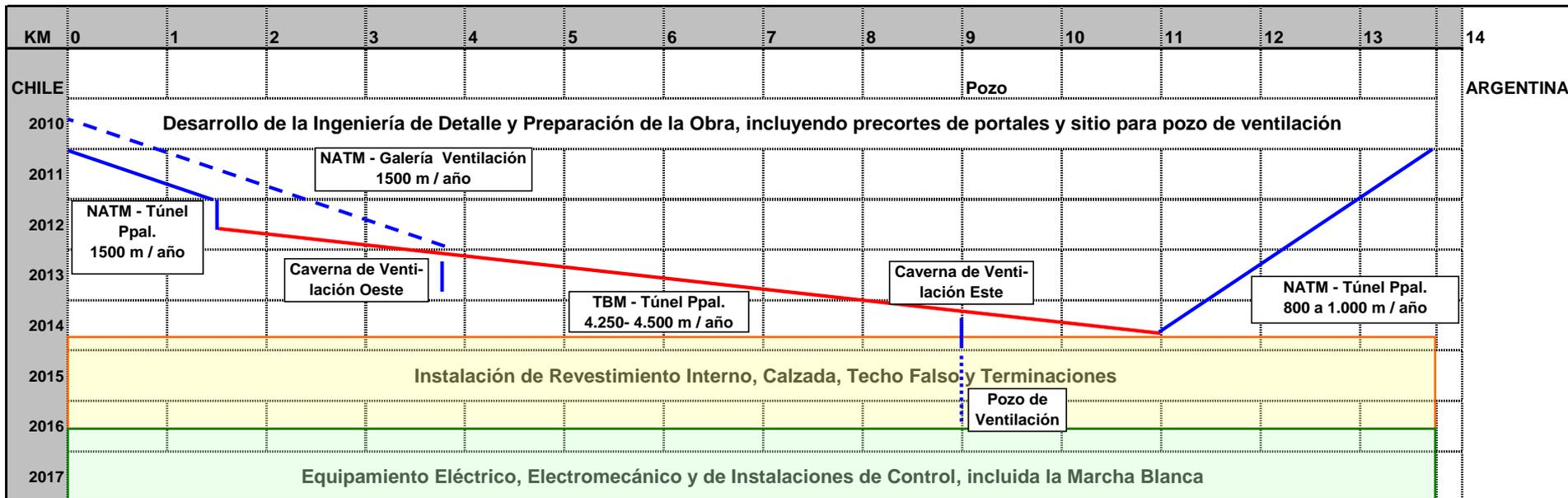
## INGENIERÍA BÁSICA DEL PROYECTO

### Portal Chileno



## INGENIERÍA BÁSICA DEL PROYECTO

### Cronograma tentativo



**Plazo Total Estimado ~ 8 años**

**Incluyendo el desarrollo de la Ingeniería de Detalle**

## Conclusiones post Estudio de la Ingeniería Básica

- Se obtuvo un proyecto que en definitiva costaría tres (3) veces lo previsto en el Estudio Conceptual.
- El método constructivo (TBM) planteaba algunos interrogantes, fundamentalmente por la tapada (1800m) y algunas fallas en la quebrada de San Lorenzo.
- Se consideró conveniente analizar otro tipo de ventilación, que si bien no cumplía con las normativas de cualquier país del mundo, si lo hacía con varios de mucha tradición en túneles, como Francia, Alemania y Estados Unidos.
- Solicitar un Nuevo Estudio Conceptual para analizar alternativas de ventilación y cantidad de tubos.
- En caso de resultado positivo, solicitar una optimización de la Ingeniería Básica en base al Nuevo Estudio Conceptual.

## NUEVO ESQUEMA CONCEPTUAL

### A. ESTUDIO DE VARIANTES

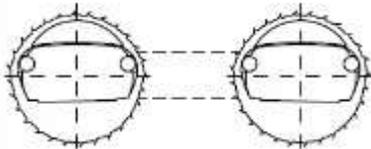
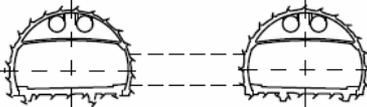
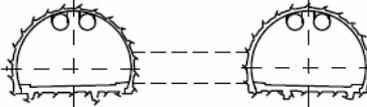
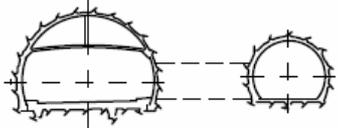
- Con dos tubos unidireccionales con sistema de ventilación semitransversal
- Con dos tubos unidireccionales, con sistema de ventilación longitudinal
- Con un tubo con tráfico bidireccional y una galería de escape

### B. POSIBLES OPTIMIZACIONES EN LA CONFIGURACIÓN DE LA SECCIÓN TÍPICA Y DE LAS OBRAS ANEXAS

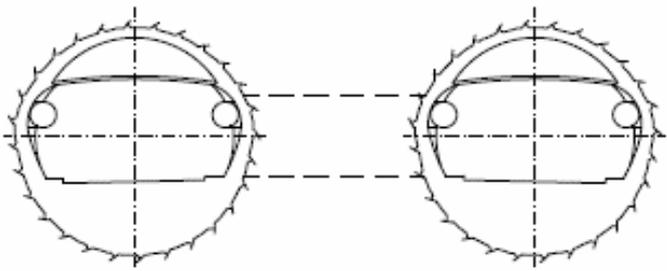
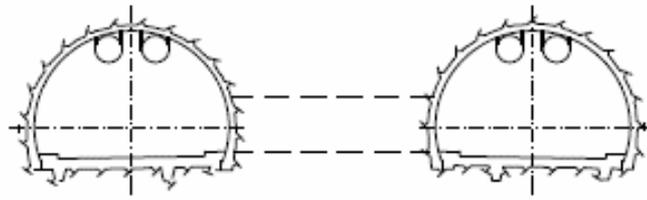
- Sección transversal típica
- Revisión del sistema de impermeabilización / drenaje / revestimiento interno
- Examen de la utilidad de las obras anexas
- Separación aproximada entre tubos
- Propuesta de profundizar el dimensionamiento de sostenimientos y revestimientos

# TÚNEL TRASANDINO AGUA NEGRA

## NUEVO ESQUEMA CONCEPTUAL

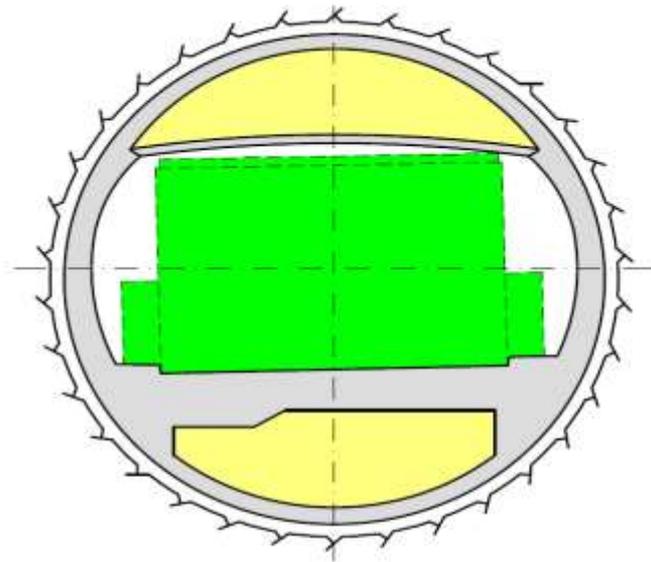
	Diseño Básico	Variante 1	Variante 2	Variante 3
Sistema				
Ventilación	Transversal/ semitransversal	Semitransversal	Longitudinal	Transversal, con galería de escape
Método Excavación	TBM	Drill & Blast	D & B	D & B
Costo Relativo de Construcción	100%	78%	66%	55%

## NUEVO ESQUEMA CONCEPTUAL

	Diseño Básico	Diseño Optimizado
<b>Sistema</b>		
<b>Sistema de Ventilación Principal</b>	<b>Transversal/semitransversal + jet fans</b>	<b>Longitudinal</b>
<b>Numero de estaciones de Ventilación</b>	<b>4</b>	<b>2</b>
<b>Potencia de Ventilación Instalada</b>	<b>15 MW</b>	<b>8 MW</b>
<b>Distancia entre galerías de comunicación</b>	<b>340m</b>	<b>250m</b>

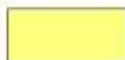
## NUEVO ESQUEMA CONCEPTUAL

Perfil Transversal Diseño Básico



129 m<sup>2</sup>

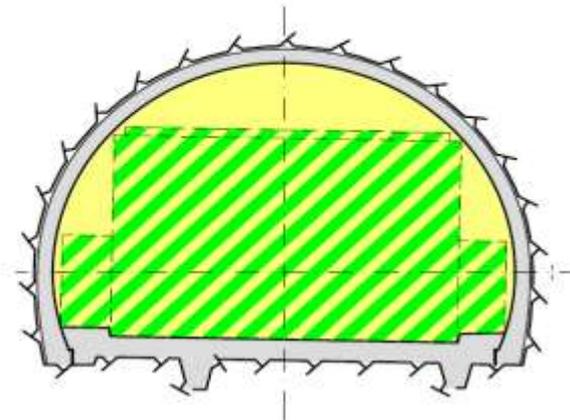
39 m<sup>2</sup>



Area conditioned by and available for ventilation

Area for traffic

Nuevo Perfil Transversal



Excavation surface

Circumference to apply support

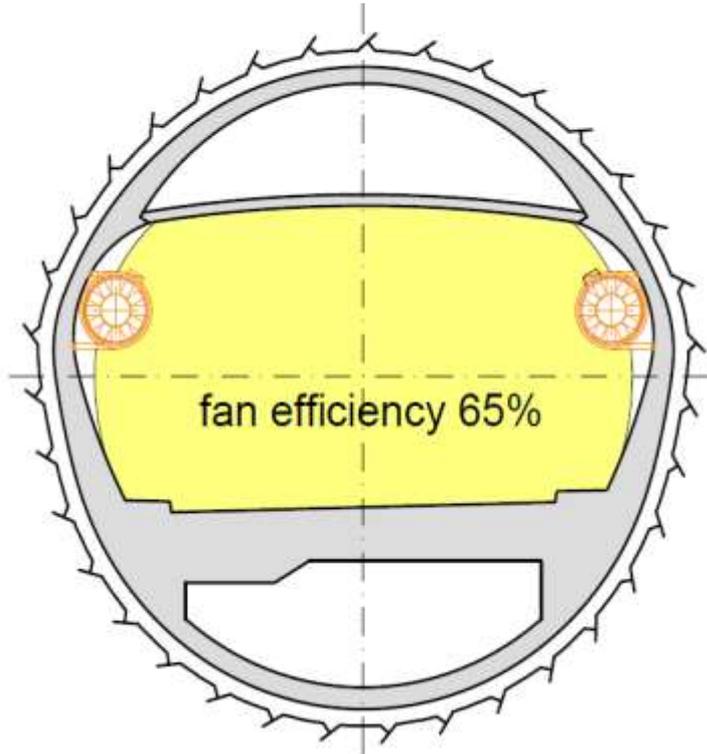
70 m<sup>2</sup>

21 m<sup>2</sup>

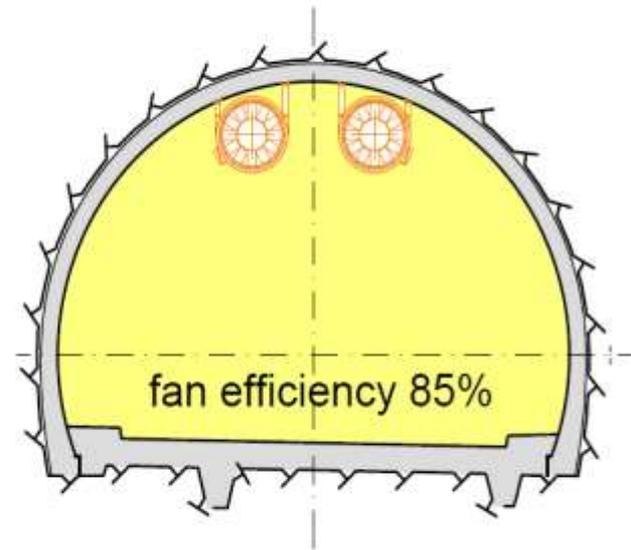
## NUEVO ESQUEMA CONCEPTUAL

### Comparación de ubicación de los Ventiladores

Diseño básico con falso techo



Nuevo perfil sin techo



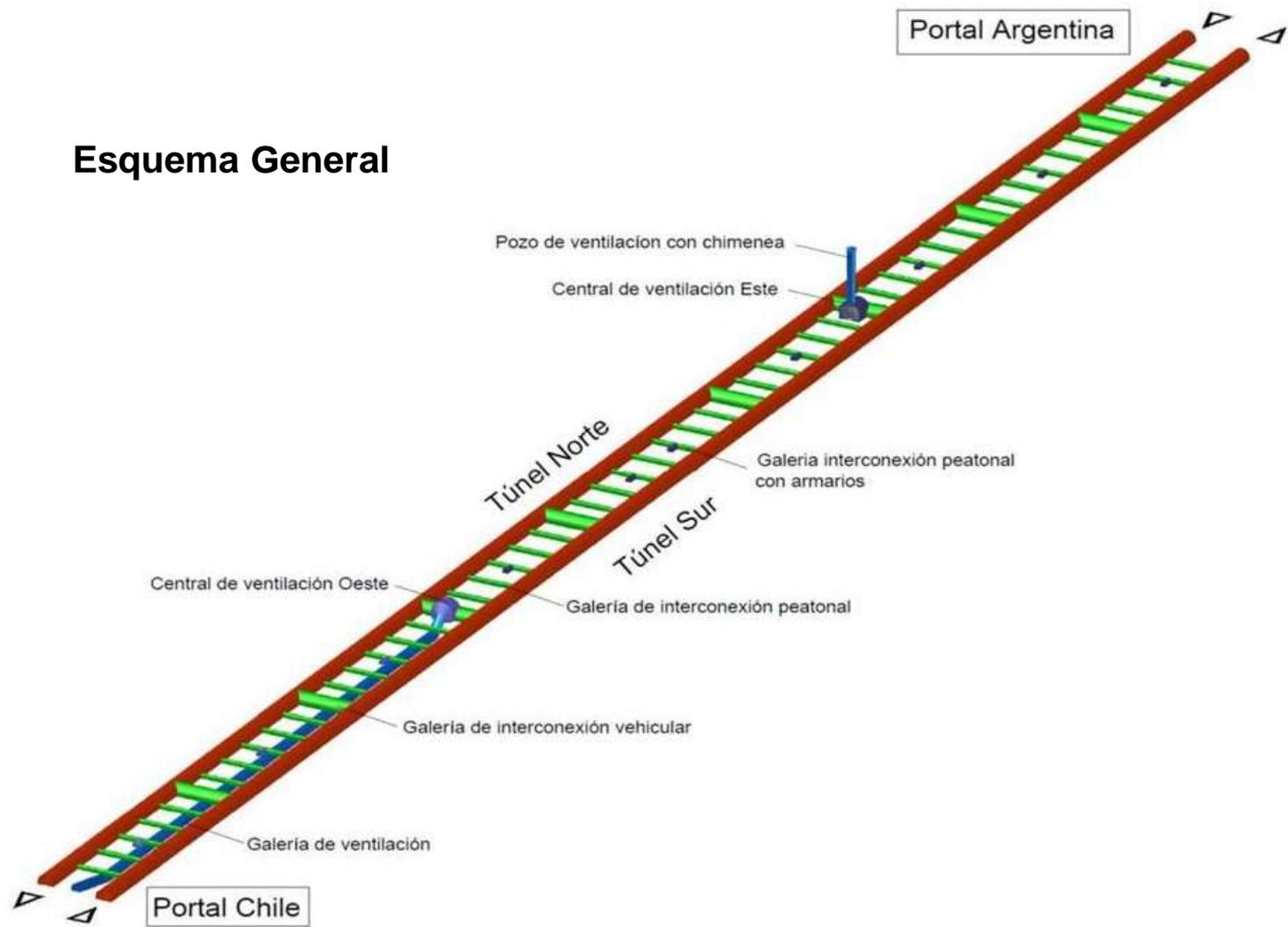
## NUEVO ESQUEMA CONCEPTUAL - Conclusiones

- ❖ La optimización no compromete la calidad técnica ni la seguridad.
- ❖ Principal cambio: configuración del sistema de ventilación.
- ❖ Todo el túnel se excavará con el método tradicional mediante explosivos.
- ❖ Los principales elementos de reducción son:
  - Volumen de excavación: (-1,3 millones m<sup>3</sup>) -37%
  - Superficie total de sostenimiento [m<sup>2</sup>]: -34%
  - Sistema de impermeabilización: -85%
  - Centrales de ventilación en los portales: -100%
  - Reducción de las centrales de ventilación subterráneas y del pozo -65%
  - Abandono compuertas de aspiración: -274 unidades
- ❖ El costo total, expresado en porcentaje del costo del Proyecto Básico es:
  - 65% para la parte civil
  - 86% para la parte electromecánica
- ❖ Además de la reducción del costo de la obra resulta también una reducción del costo de operación.

# TÚNEL TRASANDINO AGUA NEGRA

## OPTIMIZACIÓN INGENIERÍA BÁSICA

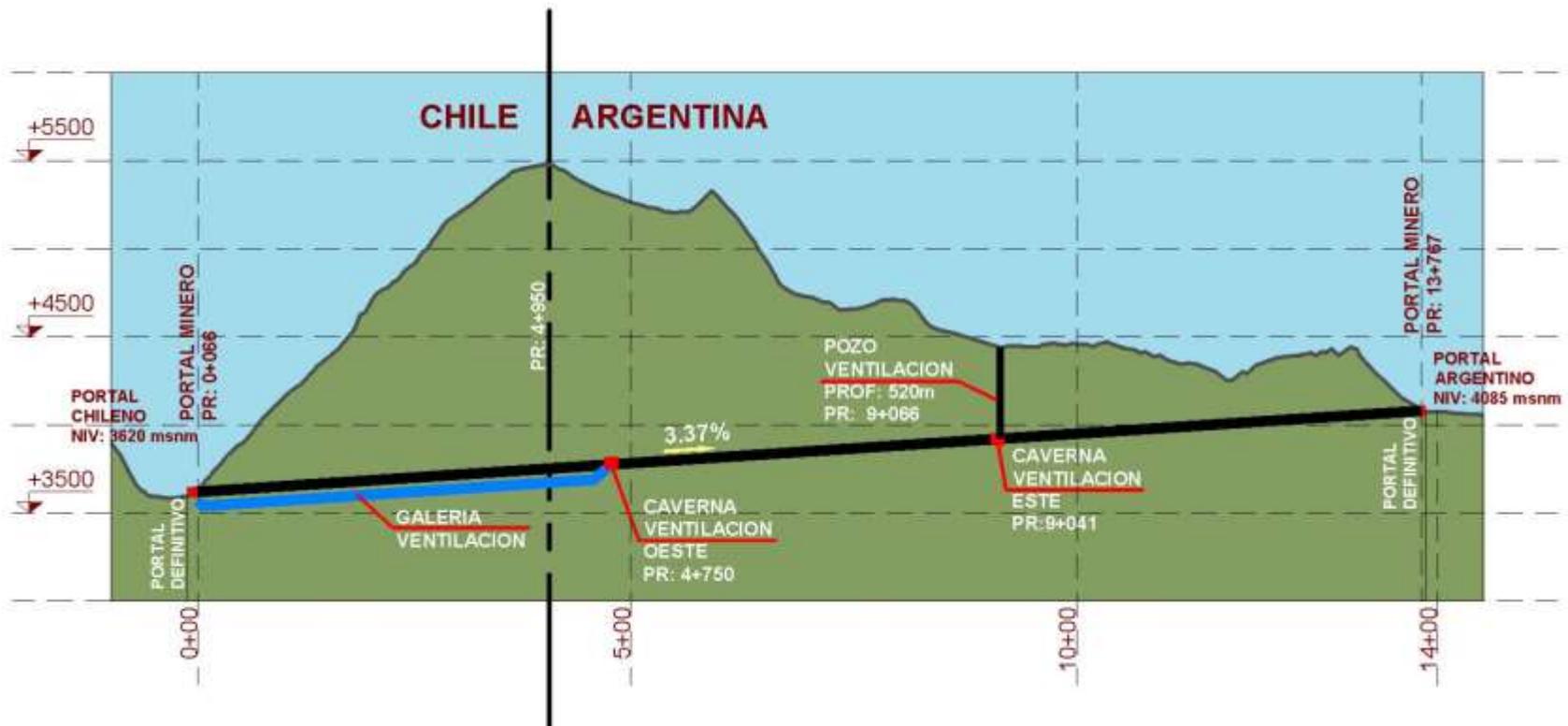
### Esquema General



# TÚNEL TRASANDINO AGUA NEGRA

## OPTIMIZACIÓN INGENIERÍA BÁSICA

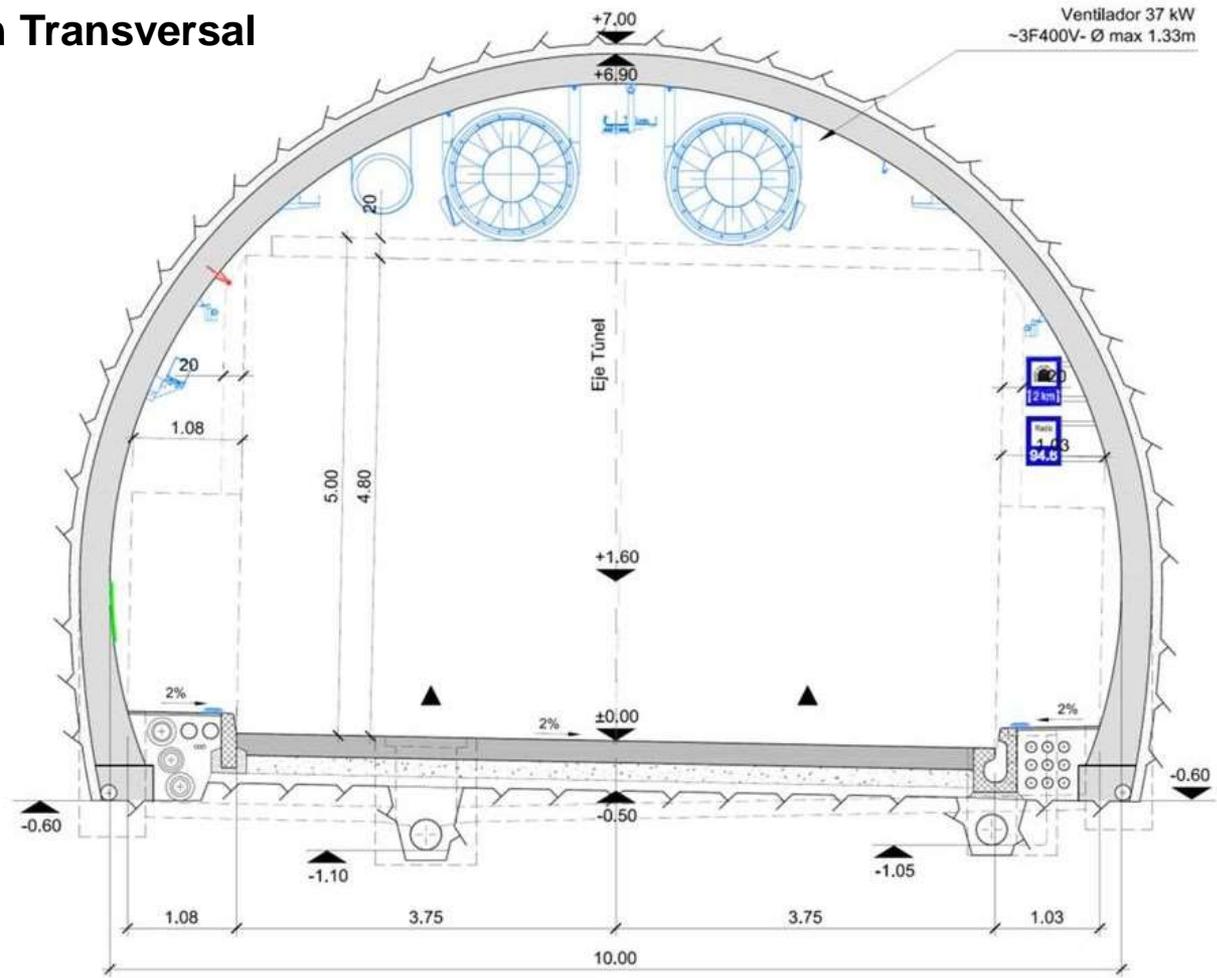
Perfil Longitudinal del Sistema



# TÚNEL TRASANDINO AGUA NEGRA

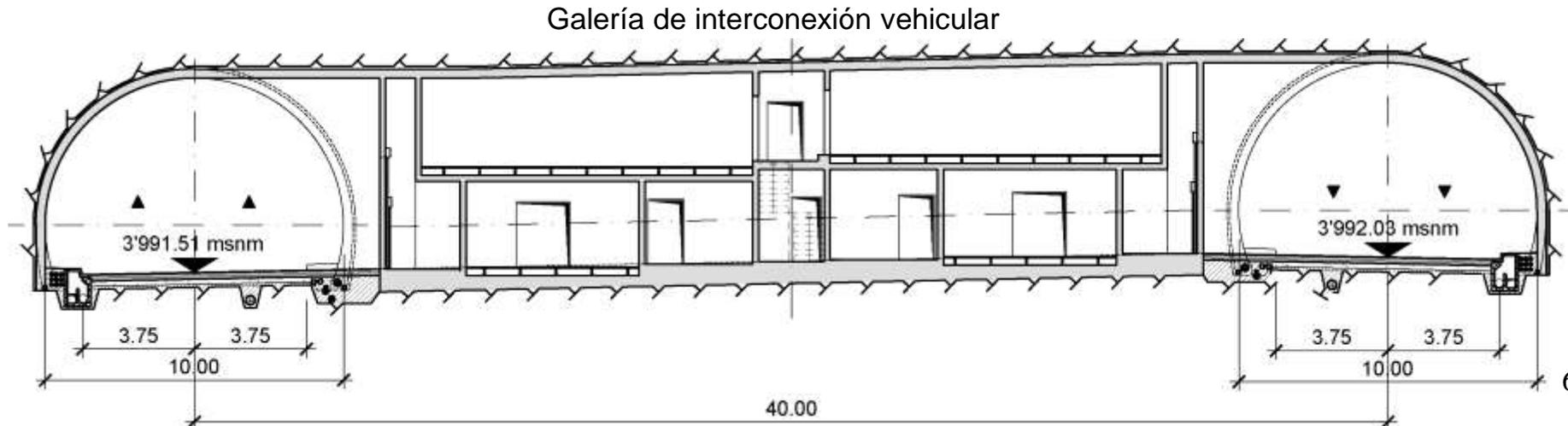
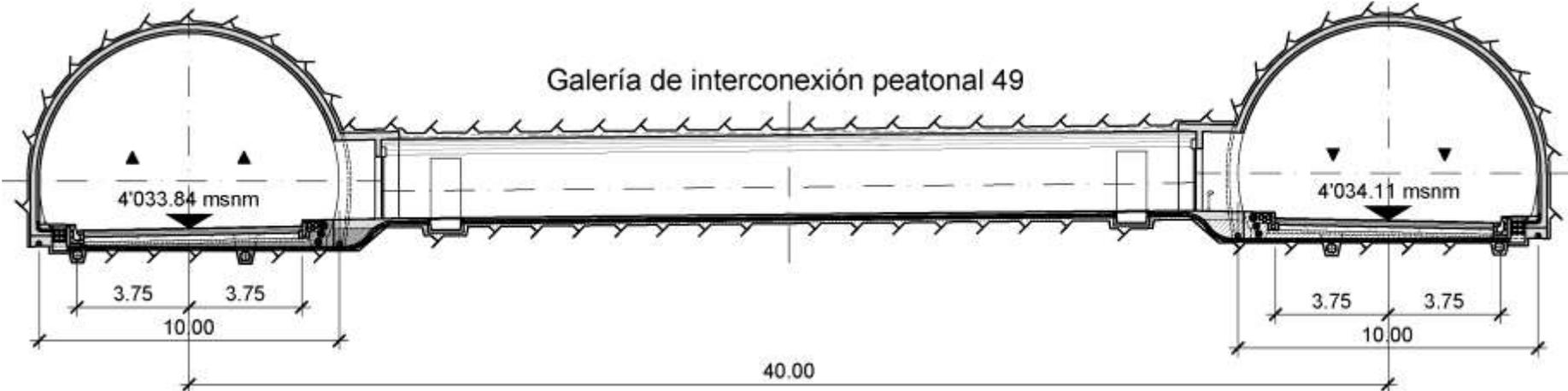
## OPTIMIZACIÓN INGENIERÍA BÁSICA

Sección Transversal



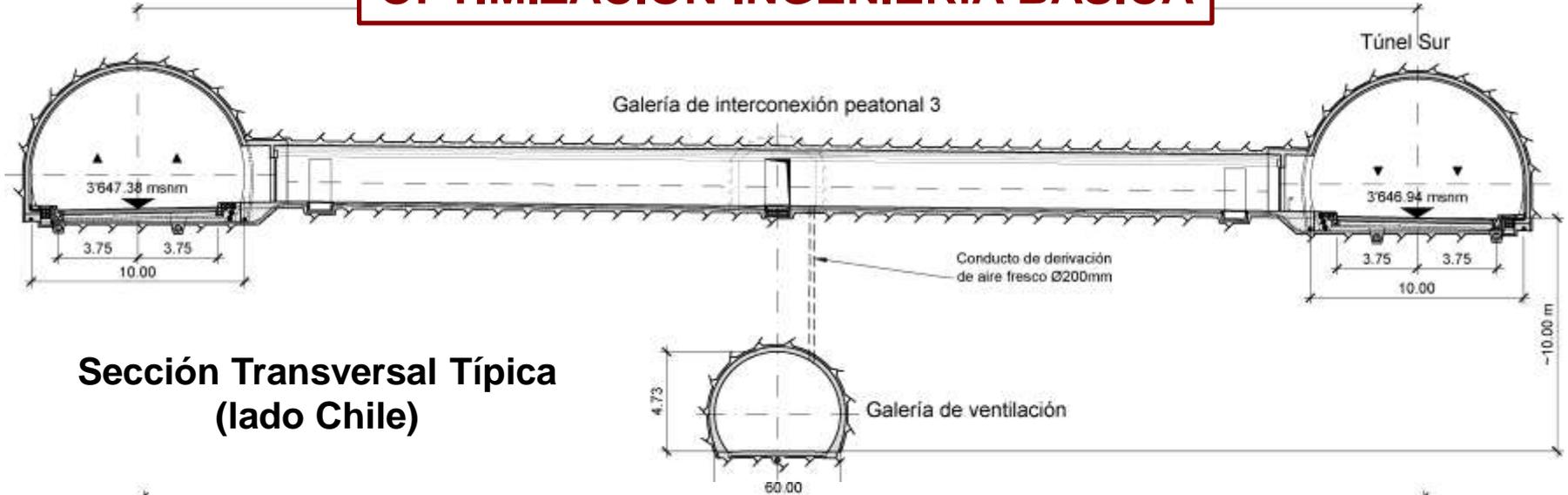
## OPTIMIZACIÓN INGENIERÍA BÁSICA

### Sección Transversal Típica (lado Argentina)

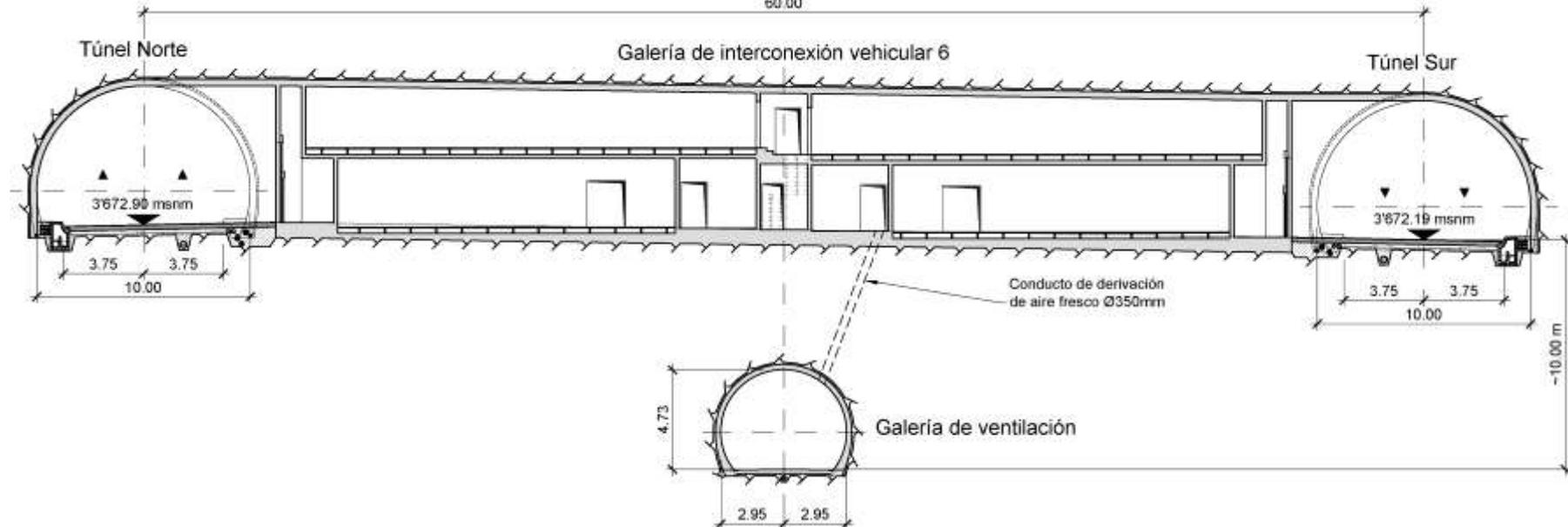


# TÚNEL TRASANDINO AGUA NEGRA

## OPTIMIZACIÓN INGENIERÍA BÁSICA

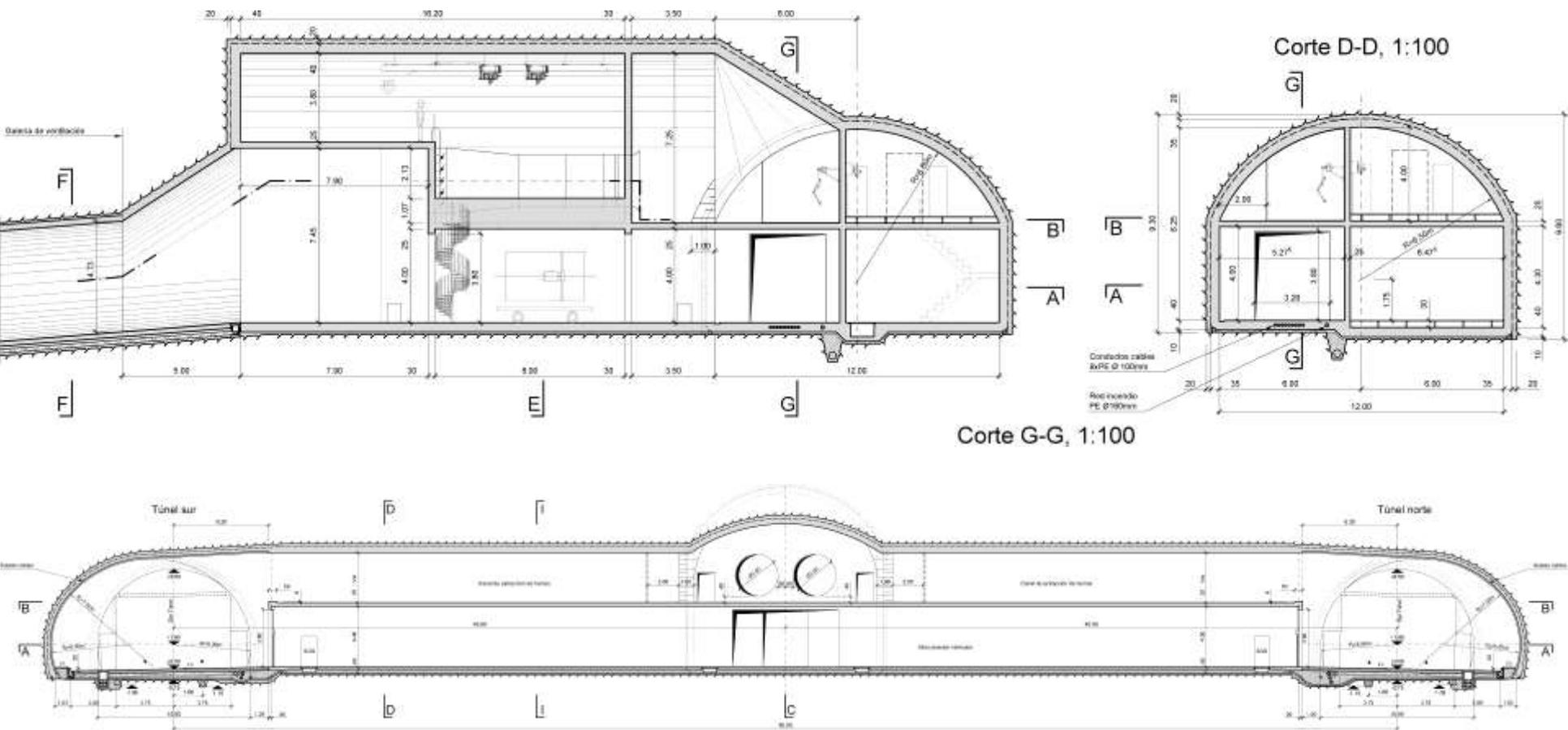


**Sección Transversal Típica  
(lado Chile)**



# TÚNEL TRASANDINO AGUA NEGRA

## OPTIMIZACIÓN INGENIERÍA BÁSICA

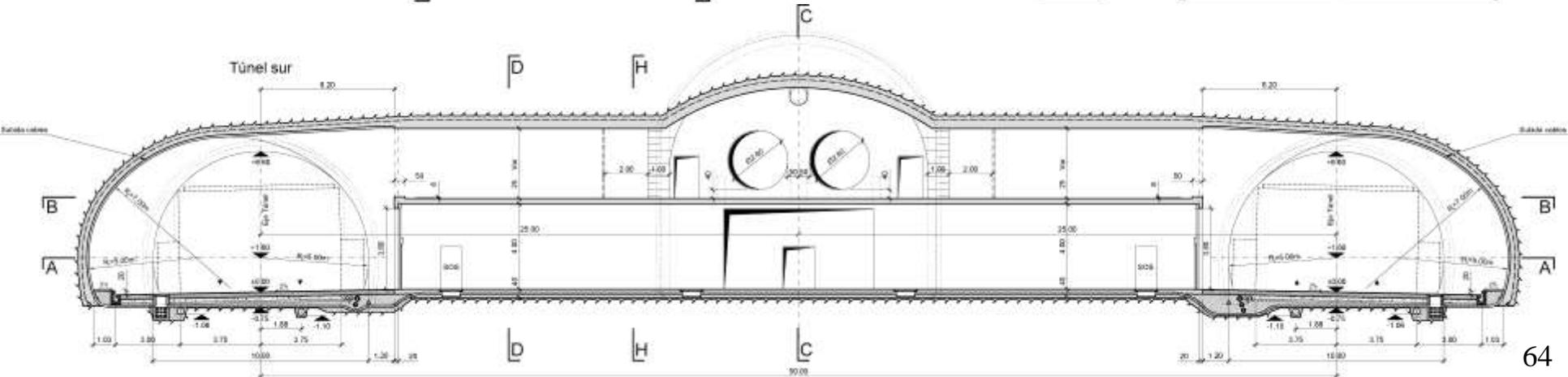
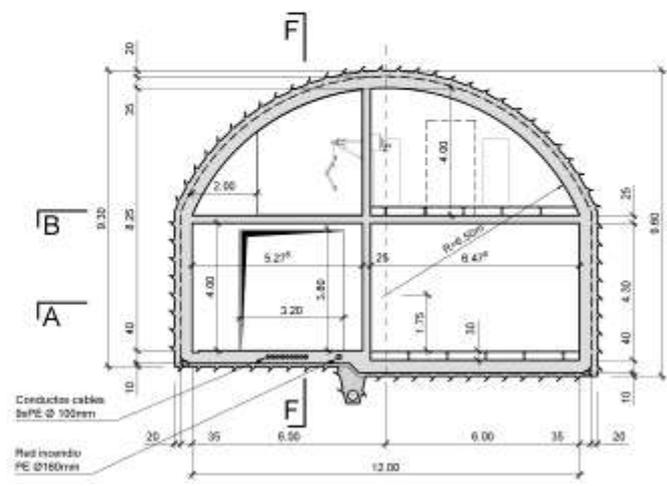
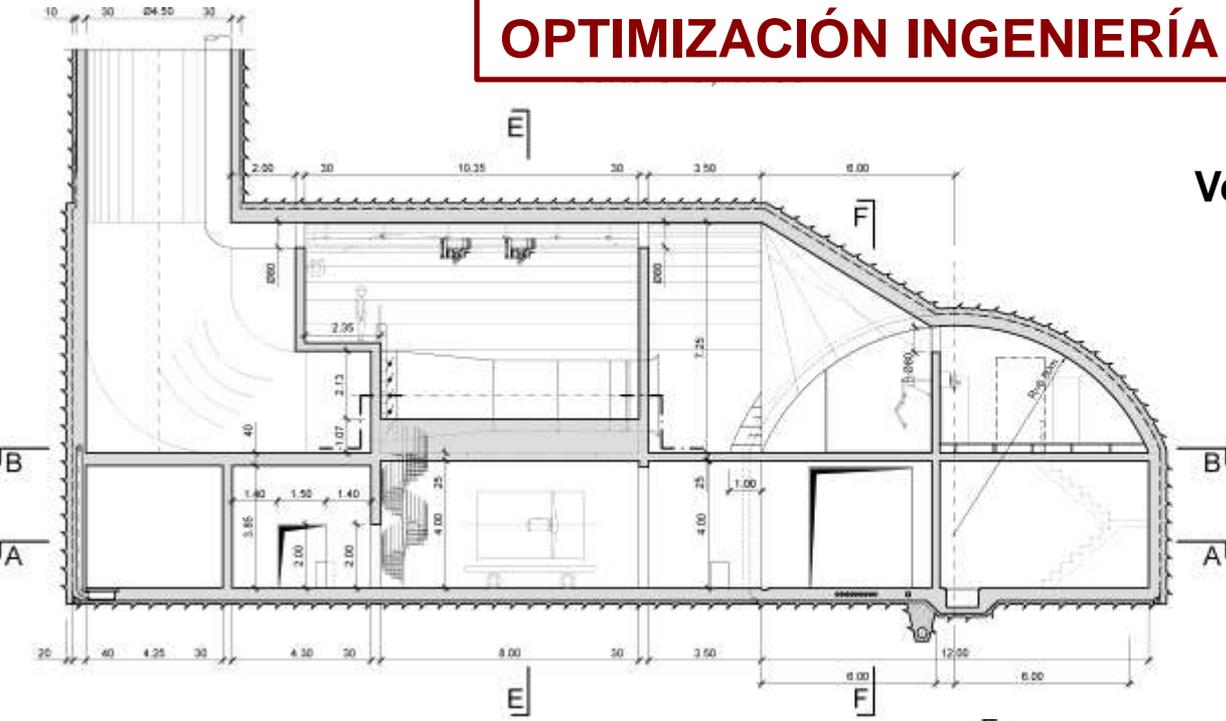


Secciones Caverna de Ventilación (lado Chile)

# TÚNEL TRASANDINO AGUA NEGRA

## OPTIMIZACIÓN INGENIERÍA BÁSICA

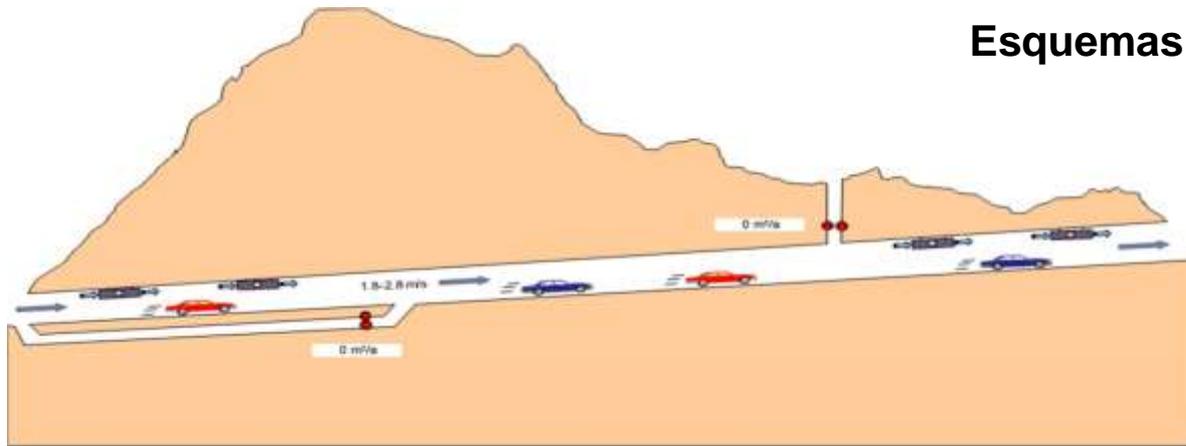
### Secciones Caverna de Ventilación (lado Argentina)



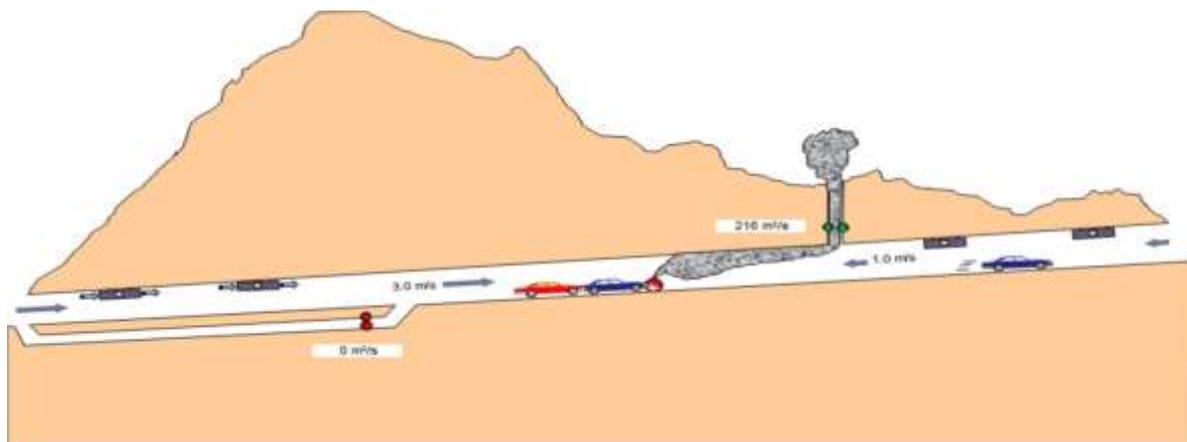
Corte H-H, 1:100

## OPTIMIZACIÓN INGENIERÍA BÁSICA

### Esquemas de Ventilación



Esquema ventilación operación normal

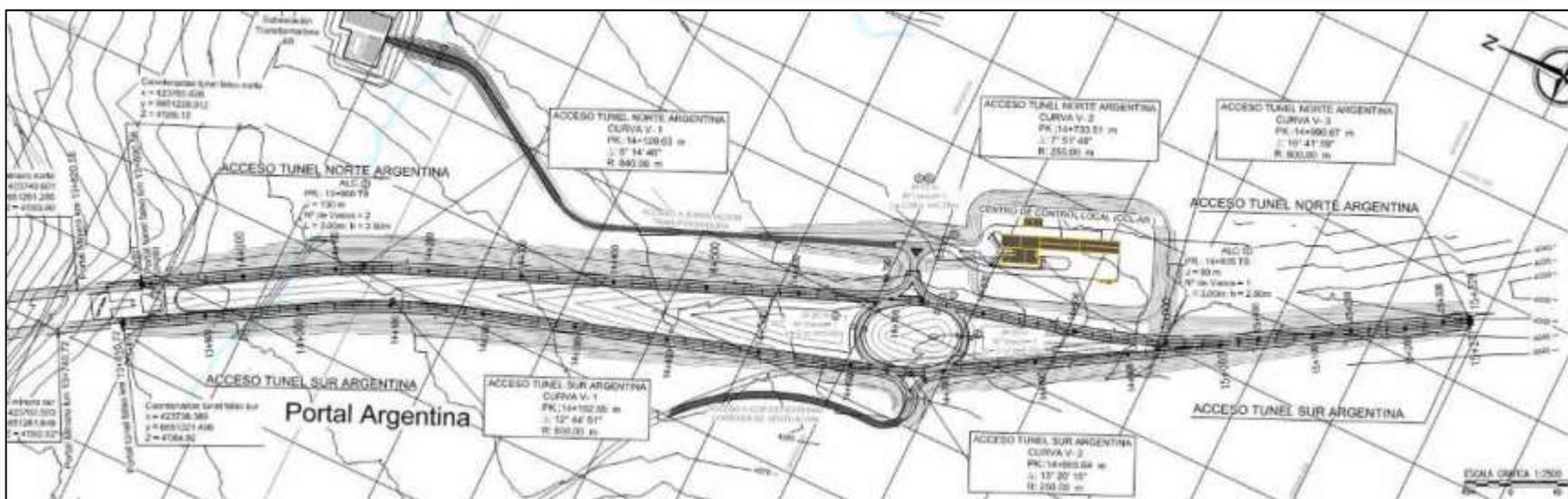
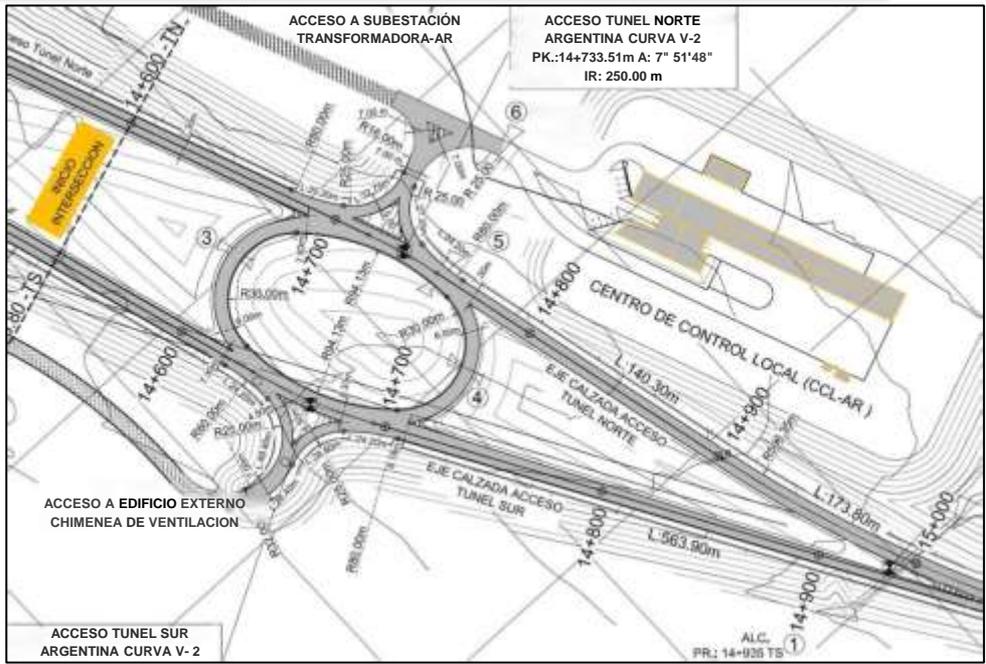


Esquema ventilación escenario incendio en el centro del túnel

# TÚNEL TRASANDINO AGUA NEGRA

## OPTIMIZACIÓN INGENIERÍA BÁSICA

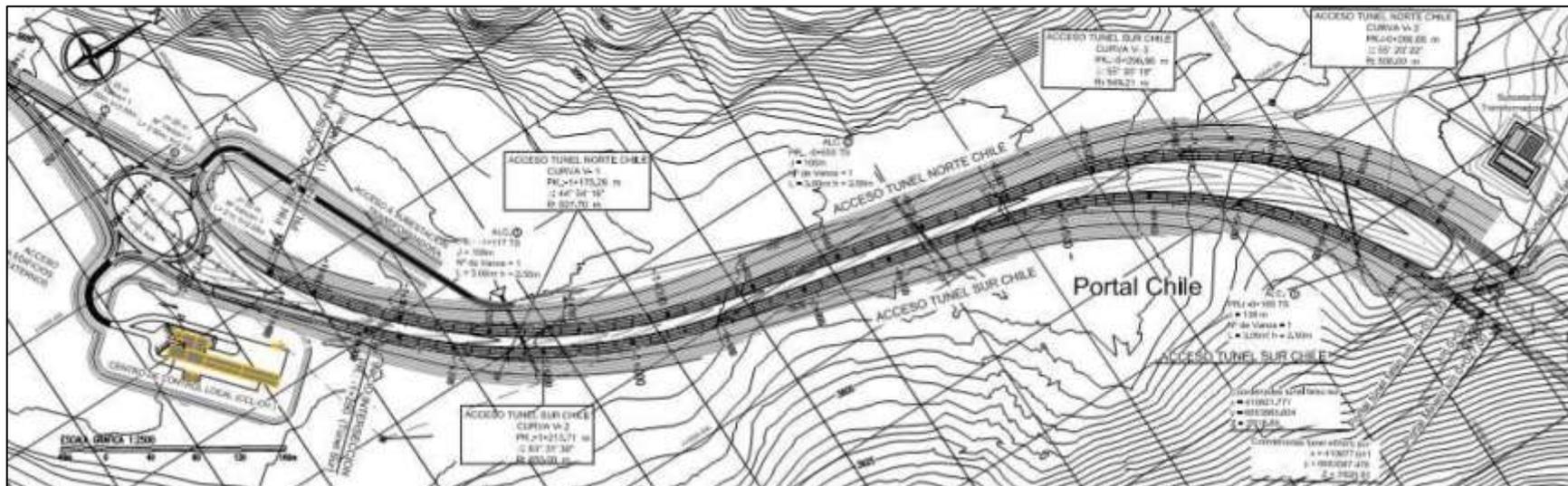
### Planimetría Portal Argentino



# TÚNEL TRASANDINO AGUA NEGRA

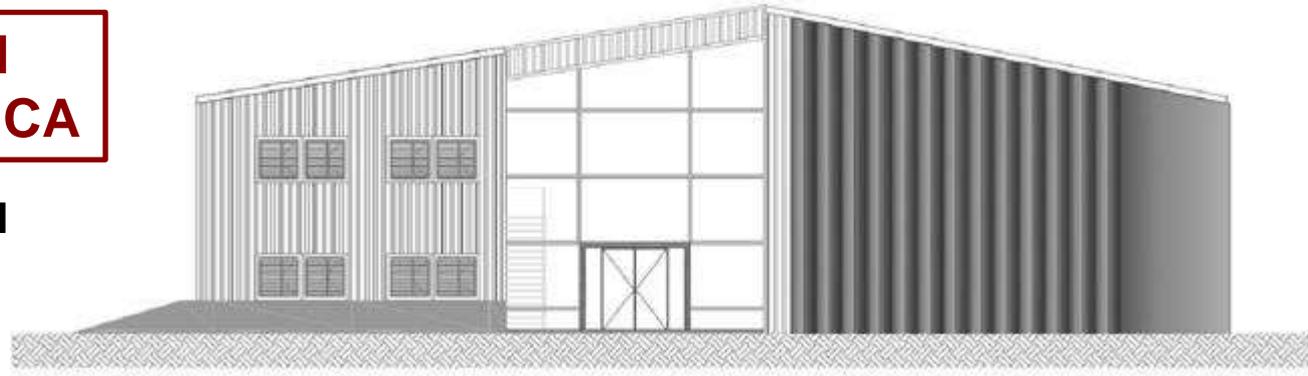
## OPTIMIZACIÓN INGENIERÍA BÁSICA

### Planimetría Portal Chileno

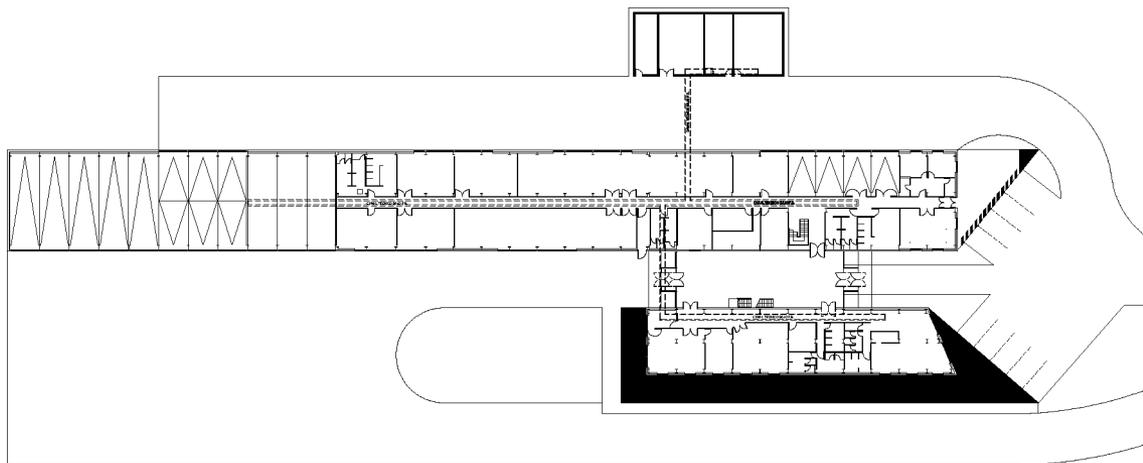


## OPTIMIZACIÓN INGENIERÍA BÁSICA

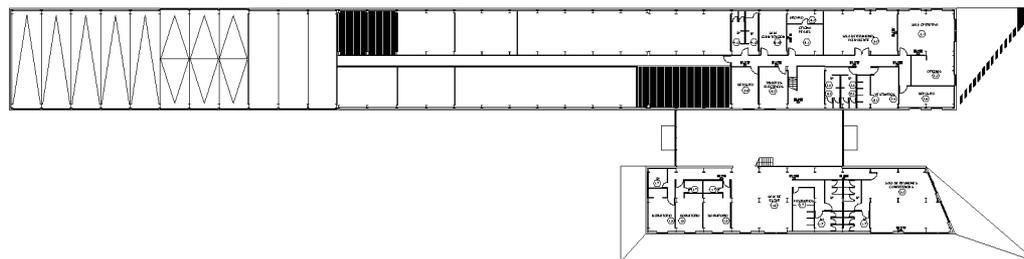
### Centro de Control Local



Elevación Frontal del edificio  
Centro de Control Local



Planta baja del edificio  
Centro de Control Local



Planta alta del edificio  
Centro de Control Local

# TÚNEL TRASANDINO AGUA NEGRA

## OPTIMIZACIÓN INGENIERÍA BÁSICA

Tipo	Objeto	Anexo	Costo [USD]
Obradores / Instalaciones de faena	Obrador Portal Argentina	A1	94'133'346.00
	Obrador Portal Chile		151'211'346.00
	Obrador Cabeza del Pozo de ventilación		3'908'000.00
Obras subterráneas	Túnel Norte y Sur	A2	717'962'000.00
	Galerías de interconexión peatonal	A3	10'592'700.00
	Galerías de interconexión vehicular	A4	7'375'900.00
	Central de ventilación Este	A5	4'934'300.00
	Pozo de ventilación	A6	15'491'000.00
	Central de ventilación Oeste	A7	5'917'000.00
	Galería de ventilación	A8	80'428'000.00
Obras externas Lado Argentina	Cabeza pozo de ventilación incluso acceso	A9	4'179'000.00
	Falsos túneles y locales técnicos	A10	4'880'000.00
	Portal minero	A11	4'337'000.00
	Edificios externos zona portal	A12	8'437'204.00
	Centro de control operativo a distancia	A12	6'742'969.00
	Carretera de acceso	A13	29'959'000.00
Obras externas Lado Chile	Falsos túneles y locales técnicos	A14	5'465'000.00
	Portal minero	A15	5'356'000.00
	Edificios externos zona portal	A16	8'437'204.00
	Centro de mantenimiento e intervención a dist.	A16	5'896'233.00
	Carretera de acceso	A17	57'619'000.00
<b>Total excl. IVA [USD]</b>			<b>1'200'473'778.00</b>

**Presupuesto  
Obra Civil**

# TÚNEL TRASANDINO AGUA NEGRA

## OPTIMIZACIÓN INGENIERÍA BÁSICA

### Presupuesto Instalaciones Electromecánicas

Objeto	Anexo	Costo [USD]
D1 - Energía (Alta, Media y Baja Tensión)	B1	15'743'200.00
D2 - Iluminación	B2	10'067'480.00
D3 - Ventilación	B3	13'113'540.00
D4 - Señalización	B4	6'877'601.00
D5 - Vigilancia	B5	3'066'350.00
D6 - Sistema de gestión/control/Automatización	B6	9'643'693.00
D7 - Red de cableado	B7	9'691'984.00
D8 - Otras instalaciones accesorias	B8	14'290'402.00
<b>Total excl. IVA [USD]</b>		<b>82'494'250.00</b>

### Presupuesto Puesta en Marcha

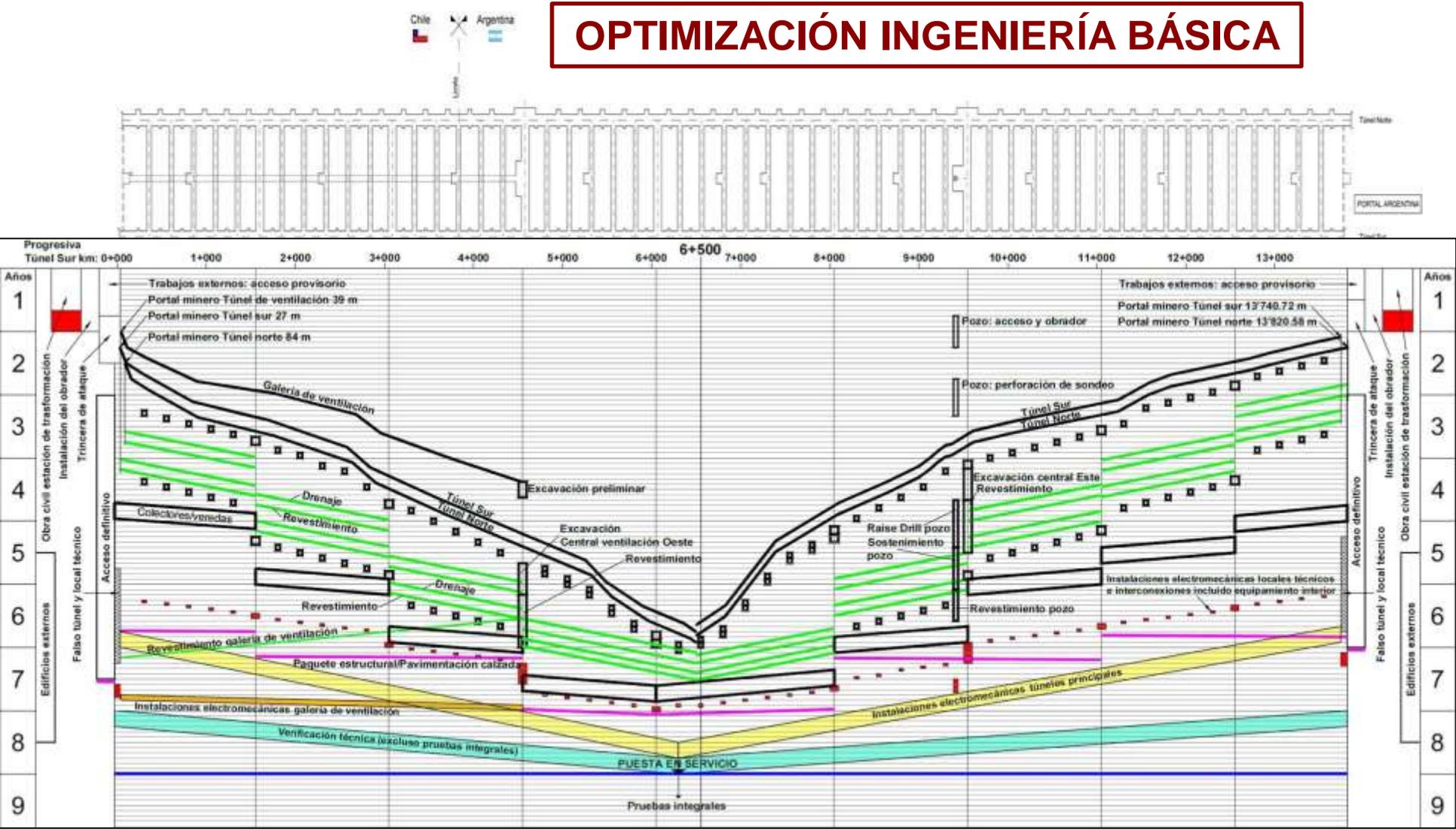
Objeto	Costo [USD]
Costos administrativos para la contratación del personal	40'000.00
Adquisición del equipamiento de seguridad y herramientas	241'025.00
Adquisición de los materiales de oficina y uso informático	76'595.00
Adquisición de vehículos	4'548'750.00
Adquisición de los muebles y equipamientos	221'720.00
Elaboración de la documentación de seguridad	150'000.00
<b>Total excl. IVA [USD]</b>	<b>5'278'090.00</b>

Objeto	Costo [USD]
Obra civil	1'200'473'778.00
Instalaciones electromecánicas	82'494'250.00
Puesta en marcha	5'278'090.00
<b>Total excl. IVA [USD]</b>	<b>1'288'246'118.00</b>

**Presupuesto TOTAL**

# TÚNEL TRASANDINO AGUA NEGRA

## OPTIMIZACIÓN INGENIERÍA BÁSICA

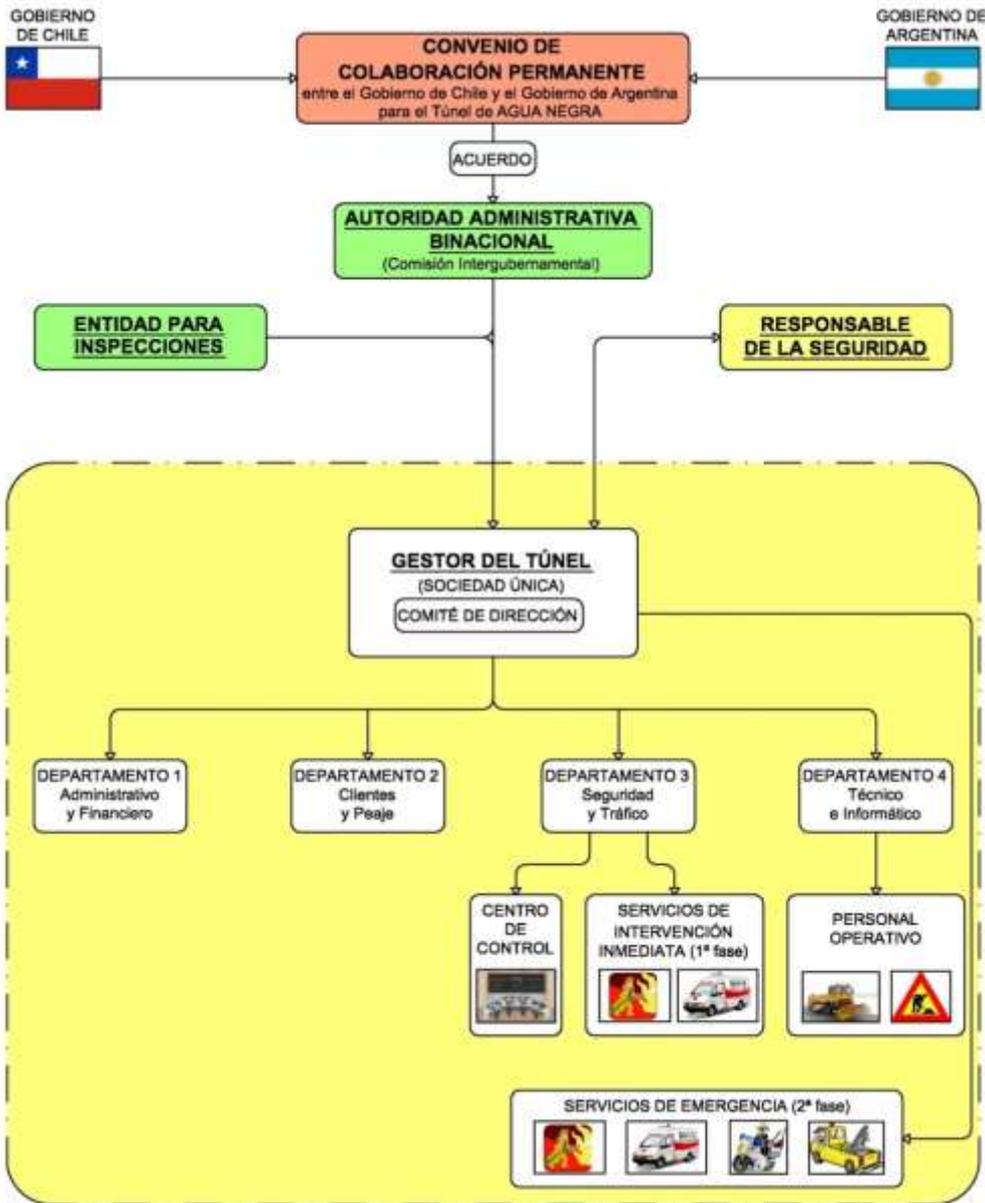


Programa de Trabajos

# TÚNEL TRASANDINO AGUA NEGRA

**OPTIMIZACIÓN INGENIERÍA BÁSICA**

**Organigrama de Operación del Túnel de Agua Negra**



## Inscripción a Manifestación de Interés y Antecedentes

- Se publicó en ambos países los días 25 y 26 de junio del año 2013
- Las presentaciones fueron abiertas el día 21 de octubre del año 2013, durante este tiempo se inscribieron en la página web 111 empresas
- Se presentaron 23 Consorcios y/o Empresas, que en total corresponden a 38 Empresas de 10 países diferentes

Argentina	China	España	Brasil	Chile	Corea	Italia	México	Austria	Perú
10	6	5	4	4	3	3	1	1	1

- Este proceso se realizó con el requerimiento de proveer el financiamiento de un 70% del total de la obra.
- Al conseguirse posteriormente el financiamiento de la obra por parte del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) se consideró necesario dejar de lado esta convocatoria

# TÚNEL TRASANDINO AGUA NEGRA

## Inscripción a Manifestación de Interés y Antecedentes

Nº	INTERESADO		
	Proponente	Empresa/s	País
1		Construtora Norberto Odebrecht S.A.	BRASIL
2		HOCHTIEF Construction Chilena	CHILE
3		China Railway 18 Bureau Group Corporation, Ltda.	CHINA
4	Consorcio CSCEC- PAMAR - ROVELLA	China State Construction Engineering Corporation Ltd. (CSCEC)	CHINA
		PAMAR S.A.C.I.F.I.A.	ARGENTINA
		Rovella Carranza S.A.	ARGENTINA
5	Consorcio China Communication Construction Company - JCR	China Communication Construction Company Ltd.	CHINA
		JCR S.A.	ARGENTINA
6		SK Engineering and Construction Company Ltd.	COREA
7		FCC Construccion S.A.	ESPAÑA
8	Consorcio China Railway Construction - Electroingenieria	Electroingeniería S.A.	ARGENTINA
		China Railway Construction Corporation	CHINA
9	Consorcio Camargo Correa Panedile Argentina	Construções e Comercio Camargo Correa S.A.	BRASIL
		Panedile Argentina S.A.I.C.F.I.	ARGENTINA
10		Sinohydro Group Ltd.	CHINA
11	Consorcio J/V Túnel Agua Negra	Hyundai Engineering & Construction Co. Ltd.	COREA
		China Shandogn International Economic & Technical Cooperation Group Ltd.	CHINA

# TÚNEL TRASANDINO AGUA NEGRA

## Inscripción a Manifestación de Interés y Antecedentes

Nº	INTERESADO		
	Proponente	Empresa/s	País
12	Consorcio DRAGADOS - DYCASA - TECHINT - BESALCO	DRAGADOS S.A.	ESPAÑA
		DYCASA S.A.	ARGENTINA
		TECHINT Compañía Técnica Intern. S.A.C.I.	ARGENTINA
		BESALCO S.A.	CHILE
13	Obrascon Huarte Lain S.A.		ESPAÑA
14	Consorcio Constructora Queiroz Galvão - José Cartellone	Constructora Queiroz Galvão S.A.	BRASIL
		José Cartellone Construcciones Civiles S.A.	ARGENTINA
15	Constructora OAS Ltda.		BRASIL
16	Impregilo SpA		ITALIA
17	Consorcio Internacional Túnel Agua Negra	IECSA S.A.	ARGENTINA
		Benito Roggio e Hijos S.A.	ARGENTINA
		Ghella SpA.	ITALIA
18	Consorcio Astaldi - Daewoo	Astaldi SpA.	ITALIA
		Daewoo Engineering & Construction Co. Ltd.	COREA
19	Skava Consulting S.A.		CHILE
20	Consorcio Paso de Agua Negra	Ingenieros Civiles Asociados S.A. DE C.V.	MÉXICO
		GyM S.A.	PERÚ
		Sociedad Anonima de Obras y Servicios COPASA	ESPAÑA
21	Constructora CONPAX S.A.		CHILE
22	Acciona Infraestructuras S.A.		ESPAÑA
23	Strabag AG		AUSTRIA

## Acciones Paralelas

- **PROGRAMA TERRITORIAL DE INTEGRACIÓN TAN**

En el marco del COSIPLAN (Foro Técnico de IIRSA), se publicó el PTI asociado al proyecto Túnel Binacional de Agua Negra, que involucra a las provincias de San Juan y La Rioja en Argentina, y la región de Coquimbo en Chile. Este programa se lleva adelante con la colaboración del BID, la CAF y FONPLATA.

Los días 24 y 25 de agosto de 2016, se llevó a cabo el Primer Taller sobre el Plan de Implementación del PTI Túnel Binacional Agua Negra, en Santiago de Chile. La actividad contó con la presencia de Autoridades Nacionales, Regionales y Provinciales de Argentina y Chile, Equipo de Trabajo Ampliado de ambos países, representantes de la Secretaría General de la UNASUR y de las instituciones que conforman el CCT.

## PROGRAMA TERRITORIAL DE INTEGRACIÓN TAN



## Acciones Paralelas

- **PAMPAS DEL CURA – PUEBLO TERMAL**



Pampas del Cura es un emprendimiento único en la región que integra la típica arquitectura iglesiana a la majestuosidad de la Cordillera de los Andes. Se encuentra sobre el Corredor Bioceánico Central.

Su ubicación estratégica en torno a un surgente de agua termal hace de este sitio una propuesta para dejarse llevar por la magia de la naturaleza y su diseño, armonía perfecta al pie de las montañas.

Pampas del Cura tiene una superficie total de 40 hectáreas. De esta extensión, 18 hectáreas están destinadas a servicios turísticos y el resto a la construcción de casas de campo.

## PAMPAS DEL CURA – PUEBLO TERMAL

## Conclusiones

- Con la información existente se pudo dar inicio al proceso licitatorio
- El Proyecto y las Especificaciones Técnicas están concluidos y aprobados por la EBITAN. Se está desarrollando el Pliego de Licitación
- El 19 de Octubre próximo pasado se publicó la Precalificación de Consorcios. La apertura está prevista para el 8 de febrero de 2017
- El Banco Interamericano de Desarrollo a asegurado el financiamiento del total de la obra comprometiendo prestamos a ambos países por un total de 1'500 millones de US\$
- Antes de fin de año se aprobará el PETAN (Programa de Estructuración TAN) por un total de 40 millones de US\$
- El tiempo estimado de ejecución de la obra es de 9 años y el costo estimado de 1'288 millones de US\$ más el costo del Proyecto Ejecutivo, la Inspección de Obra y los Impuestos



PROYECTO TUNEL AGUA NEGRA  
PORTAL ARGENTINA

MUCHAS  
GRACIAS

[www.ebitan.org](http://www.ebitan.org)