

Experiencias con Shotcrete en la Línea “H” del Subterráneo de Buenos Aires



Ing. Oscar Merello
Techint Dycasa - UTE

El Proyecto completo una vez concluido unirá la Estación Sáenz en Nueva Pompeya con la Estación Facultad de Derecho en Recoleta más Talleres y Cocheras debajo de Parque Patricios

Tramos construidos en etapas anteriores: Desde Estación Hospitales a Estación Corrientes

Tramos ya construidos por la UTE y en funcionamiento: Desde Estación Córdoba a Estación Las Heras y Primer Taller Parque Patricios

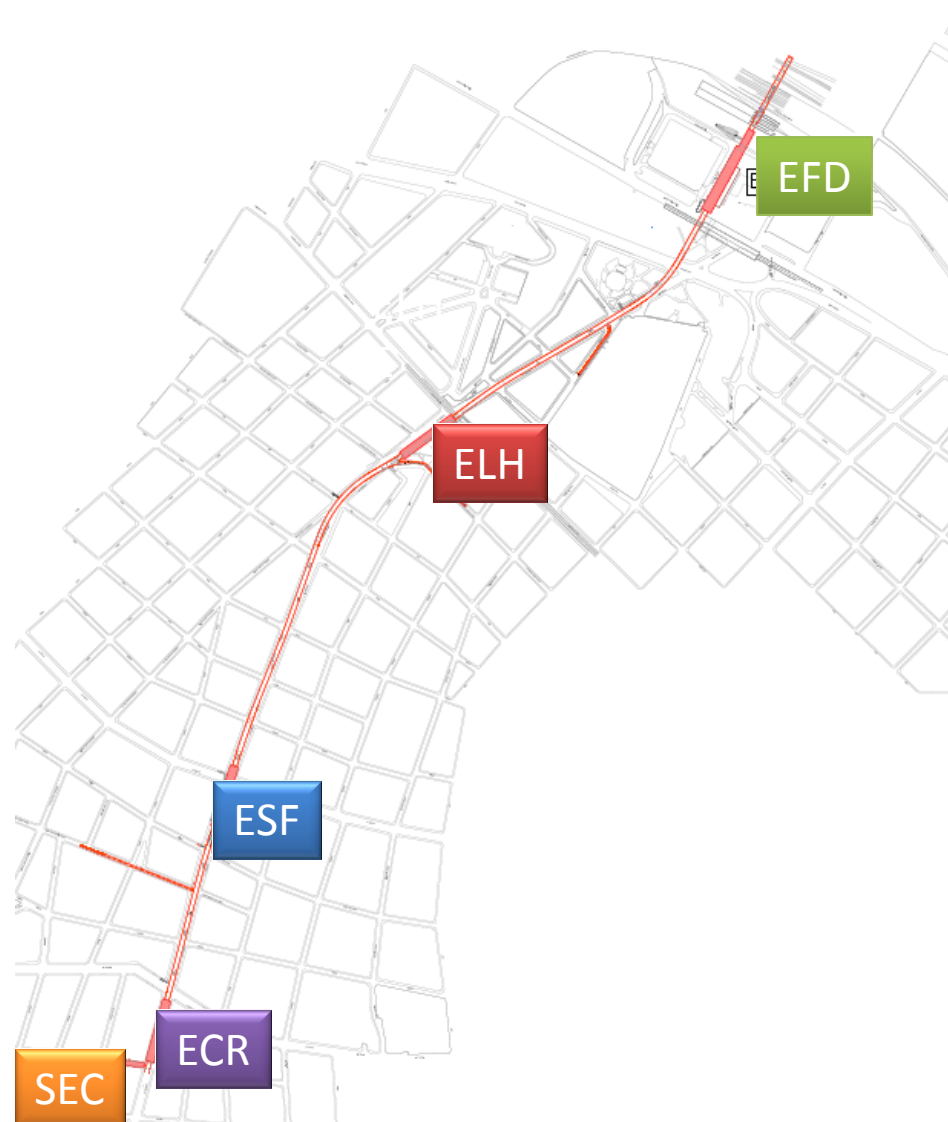
Próximo a finalizar: Estación Santa Fé en el tramo Córdoba a Las Heras

En Construcción: Cocheras Parque Patricios- Segundo Taller Parque Patricios- Estación Facultad de Derecho y tramo asociado de túnel-

A construir: Tramo Hospitales - Sáenz y Estación Sáenz

1er. TALLER TEÓRICO - PRÁCTICO DE HORMIGÓN PROYECTADO

13 y 14 de Abril, 2016 – Auditorio Facultad de Ingeniería U.B.A.



1er. TALLER TEÓRICO - PRÁCTICO DE HORMIGÓN PROYECTADO

13 y 14 de Abril, 2016 – Auditorio Facultad de Ingeniería U.B.A.



1er. TALLER TEÓRICO - PRÁCTICO DE HORMIGÓN PROYECTADO

13 y 14 de Abril, 2016 – Auditorio Facultad de Ingeniería U.B.A.

Estructura		Hormigón gunitado con FC 400	Hormigón gunitado con FC 440
N° Pastón		7732	6066
Ítem Hormigón s/Pliego		6.5.8	sin ítem
H		H21	H21
Código LOMAX		07400F4P16	07440F4P16
Informe LOMAX N°		4924-2 / 4924-4	3299-2
Proporciones de Material	UM		
Agua	kg/m ³	198	198
CPN50 Premium (Planta Sola)	kg/m ³	400	440
Escoria de alto horno	kg/m ³	-	-
Arena fina (Planta Sola)	kg/m ³	782	841
Arena fina Río Paraná Arenera Colonia	kg/m ³	-	-
Arena 0-6 (Planta Sola)	kg/m ³	382	451
Piedra partida 6-12	kg/m ³	502	332
Piedra partida 6-20	kg/m ³	-	-
Piedra partida 10-30	kg/m ³	-	-
Piedra partida 30-50	kg/m ³	-	-
Aditivo Impermeabilizante Xypex (PROTEX)	kg/m ³	-	-
Aditivo fluidificante WRDA 72 (GRACE)	kg/m ³	1,00	1,10
Aditivo fluidificante Mira 300 (GRACE)	kg/m ³	-	-
Aditivo Superfluidificante ADVA 175 LN (GRACE)	kg/m ³	0,40	0,97
Aditivo incorporador de aire DARAVAIR (GRACE)	kg/m ³	-	-
Aditivo Hiperfluidificante ADVA 567 (GRACE)	kg/m ³	-	-
Aditivo Acelerante Daraset 151 (GRACE)	kg/m ³	-	-

Características	UM		
Relación agua/material cementicio	% peso	0,50	0,45
Relación escoria/material cementicio	% peso	-	-
Relación Agregado fino natural /Agregado fino	% volúmen	68	65
Módulo de finura del agregado fino	-	2,30	2,40
Relación Agregado fino /Agregado total	% volúmen	70	80
Relación "Piedra partida 6/12"/Agregado grueso	% volúmen	100	100
Relación "Piedra partida 6/20"/Agregado grueso	% volúmen	-	-
Relación "Piedra partida 10/30"/Agregado grueso	% volúmen	-	-
Relación "Piedra partida 30/50"/Agregado grueso	% volúmen	-	-
Dosis Aditivo Impermeabilizante Xypex (PROTEX)	% peso MC	-	-
Dosis Aditivo fluidificante WRDA 72 (GRACE)	% peso MC	0,25	0,25
Dosis Aditivo fluidificante Mira 300 (GRACE)	% peso MC	-	-
Dosi Superfluidificante ADVA 175 LN (GRACE)	% peso MC	0,10	0,22
Dosis aditivo DARAVAIR	% peso MC	-	-
Dosis Hiperfluidificante ADVA 567 (GRACE)	% peso MC	-	-
Dosis Acelerante Daraset 151 (GRACE)	% peso MC	-	-
Densidad teórica	kg/m ³	2265	2269
Fecha de moldeo	dd-mm-aa	18-09-13	14-06-10
Propiedades	UM		
Asentamiento inicial	cm	10,0	8,0
Asentamiento final	cm	15,5	18,0
Densidad medida (PUV)	kg/m ³	2279	2245
Aire incorporado	%	-	4,0
Resistencia a compresión – 7 días	MPa	44,6	45,0
Resistencia a compresión – 28 días	MPa	48,0	50,7

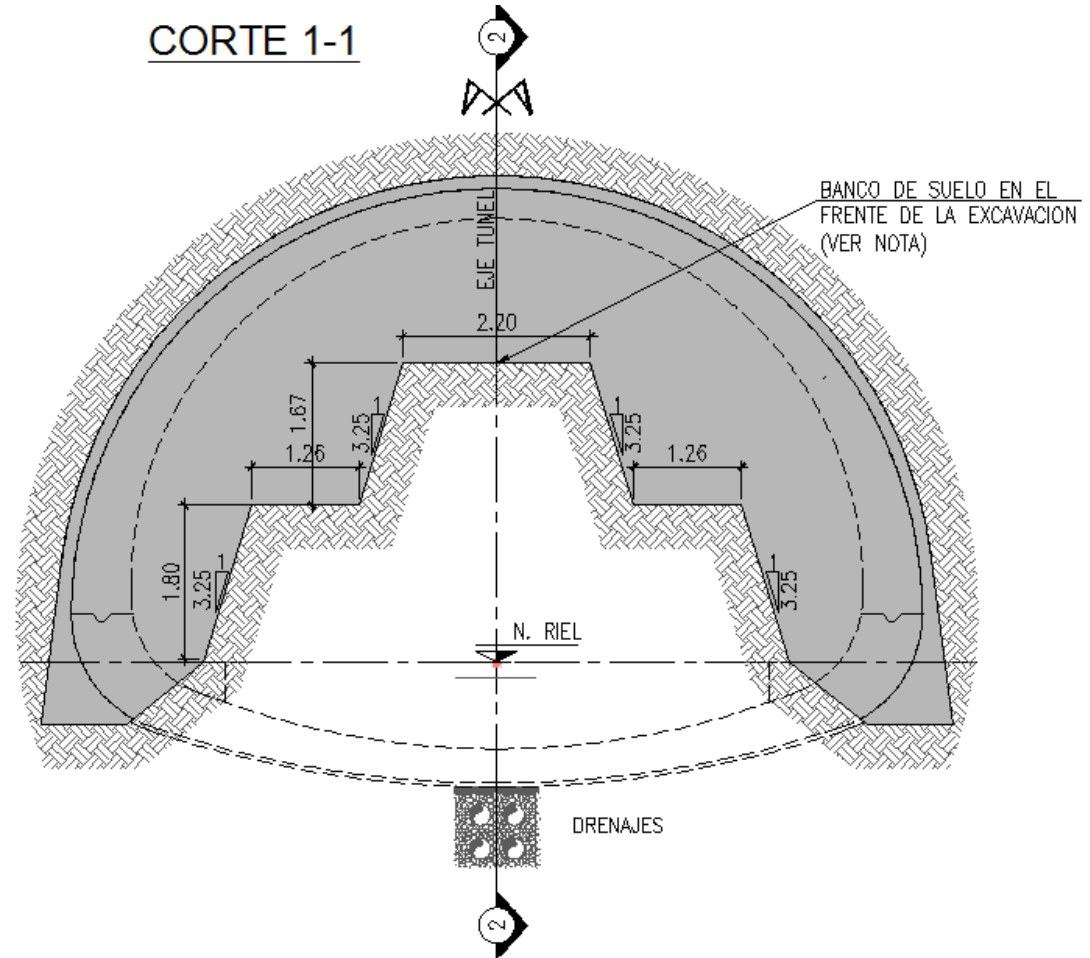
METODOLOGÍA CONSTRUCTIVA DEL TÚNEL ST2

SECCIÓN TÍPICA

ETAPA 1

ESC.:1:75

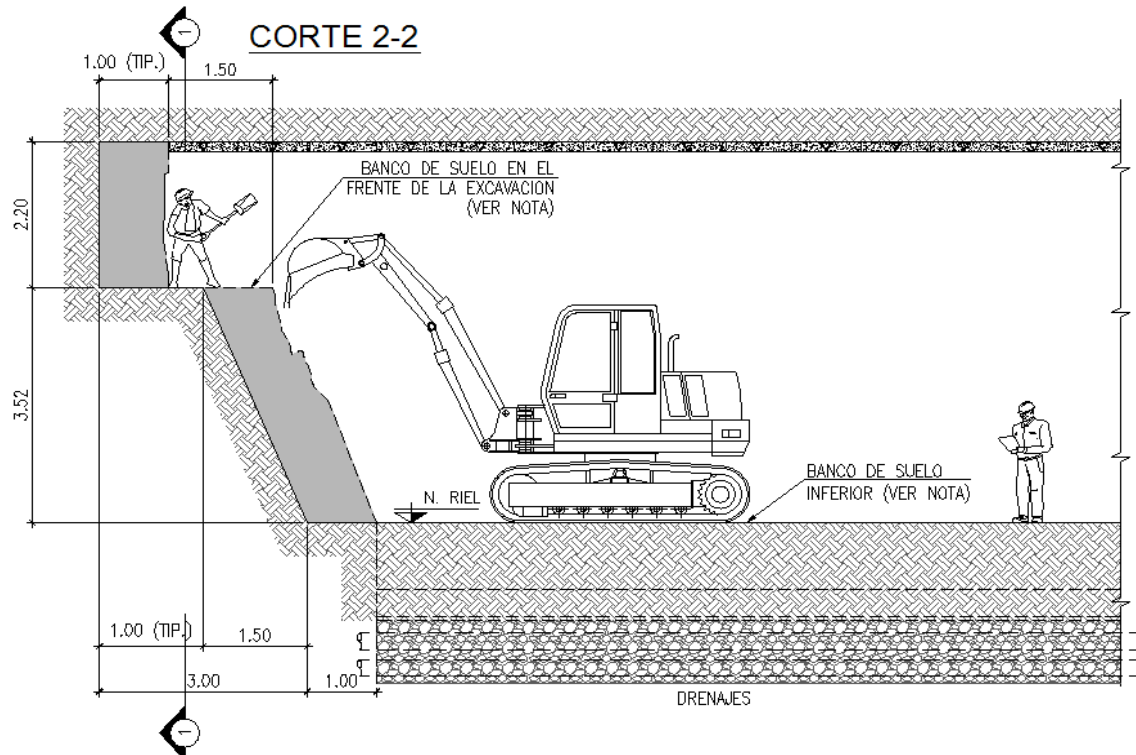
1. EXCAVACION A FRENTE COMPLETO DE LA SECCIÓN ST2: INICIALMENTE LOS AVANCES SERÁN DE 1.00m. POSTERIORMENTE, SEGÚN LAS CONDICIONES GEOTECNICAS DEL FRENTE Y PREVIA APROBACIÓN POR PARTE DE LA D.O., SE PODRÁ AUMENTAR EL PASE.



1er. TALLER TEÓRICO - PRÁCTICO DE HORMIGÓN PROYECTADO

13 y 14 de Abril, 2016 – Auditorio Facultad de Ingeniería U.B.A.

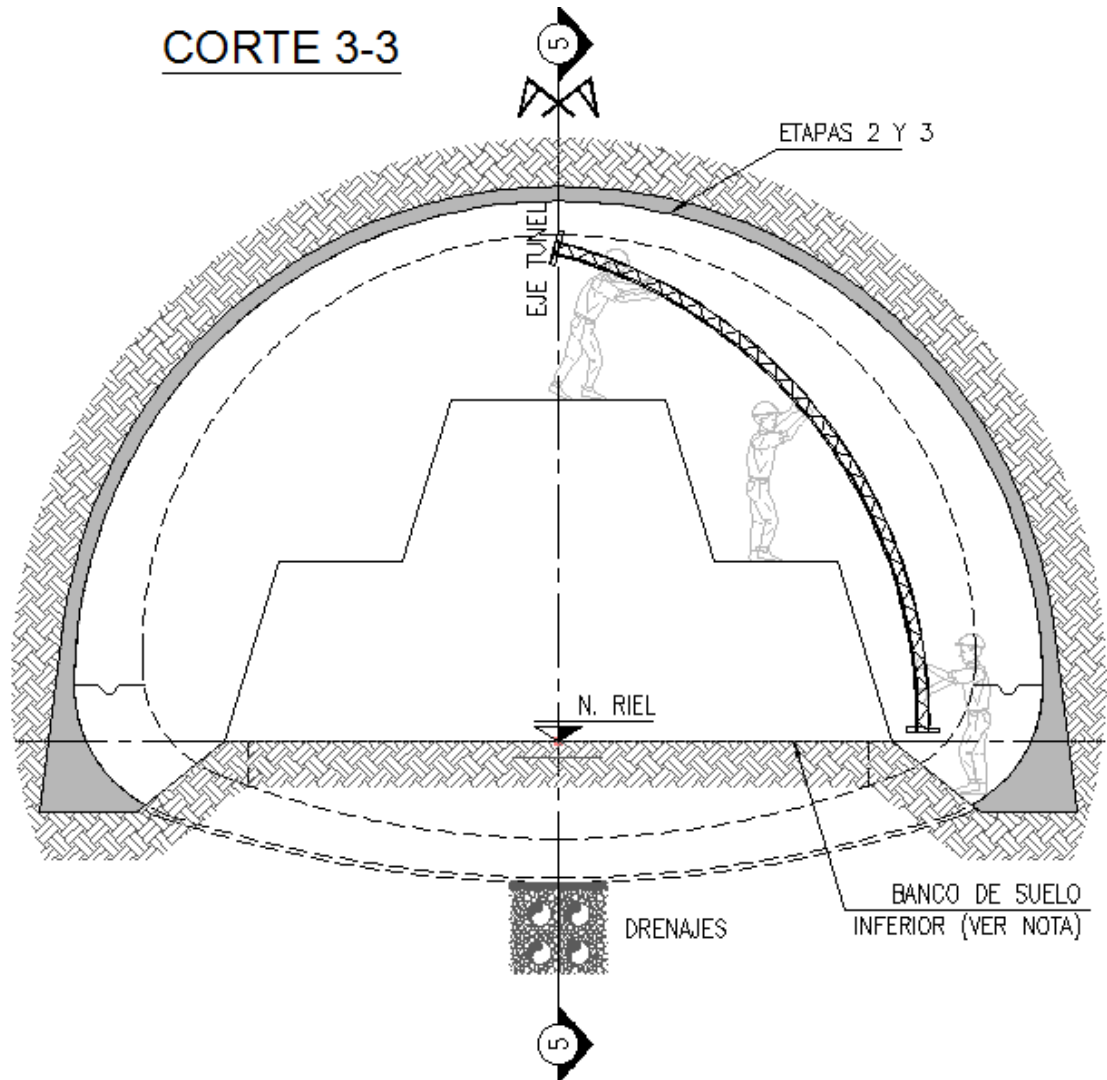
PROGRESIVAS		RESTRICCIONES
INICIO [m]	FIN [m]	
Pr.N 0+222.463	Pr.N 0+605.147	- Si EL ASENTAMIENTO SUPERFICIAL O EN CLAVE ES: ■ MENOR A 15mm: EJECUCION DE TUNELES NORTE Y SUR DE MANERA INDEPENDIENTE ENTRE SI. • MAYOR A 15mm: EJECUTAR CIERRE DEL ANILLO CON PRESOLERA ESTRUCTURAL EN AMBOS TUNELES, EN PAÑOS DE 6.00m DE LARGO O MENOR. - ANTE CONDICIONES GEOTECNICAS E HIDROLOGICAS ADVERSAS: EJECUTAR CIERRE DEL ANILLO CON PRESOLERA ESTRUCTURAL EN AMBOS TUNELES, EN PAÑOS DE 6.00m DE LARGO O MENOR.
Pr.S 0+220.328	Pr.S 0+603.016	
Pr.N 0+199.134	Pr.N 0+222.463	EXCAVACION Y EJECUCION DE SOSTENIMIENTO PRIMARIO Y SOLERA DE UNO DE LOS TUNELES PREVIO A LA EJECUCION DE EXCAVACION DEL TUNEL GEMELO PARALELO
Pr.S 0+193.747	Pr.S 0+220.328	

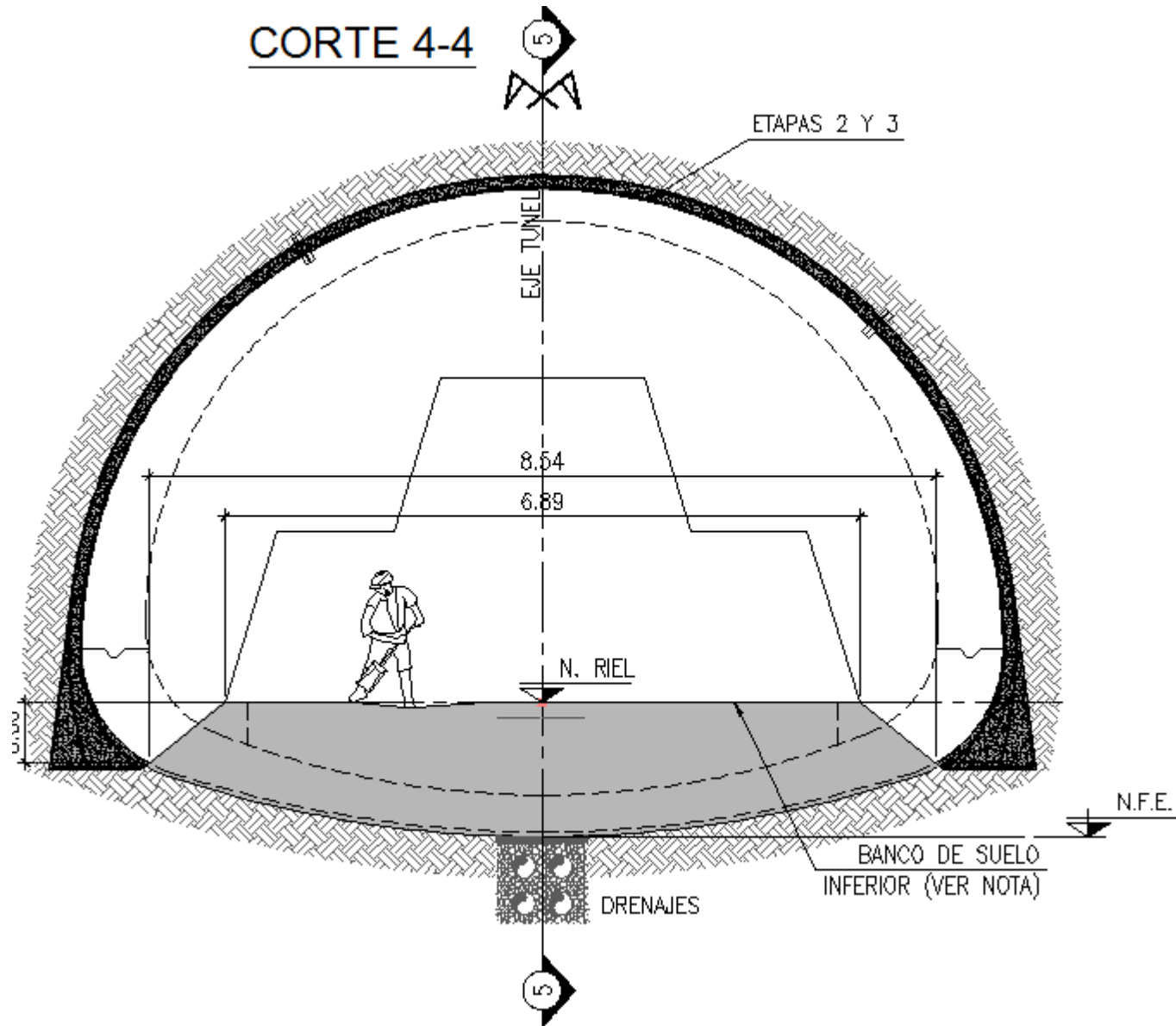


ETAPA 2

ESC.:1:75

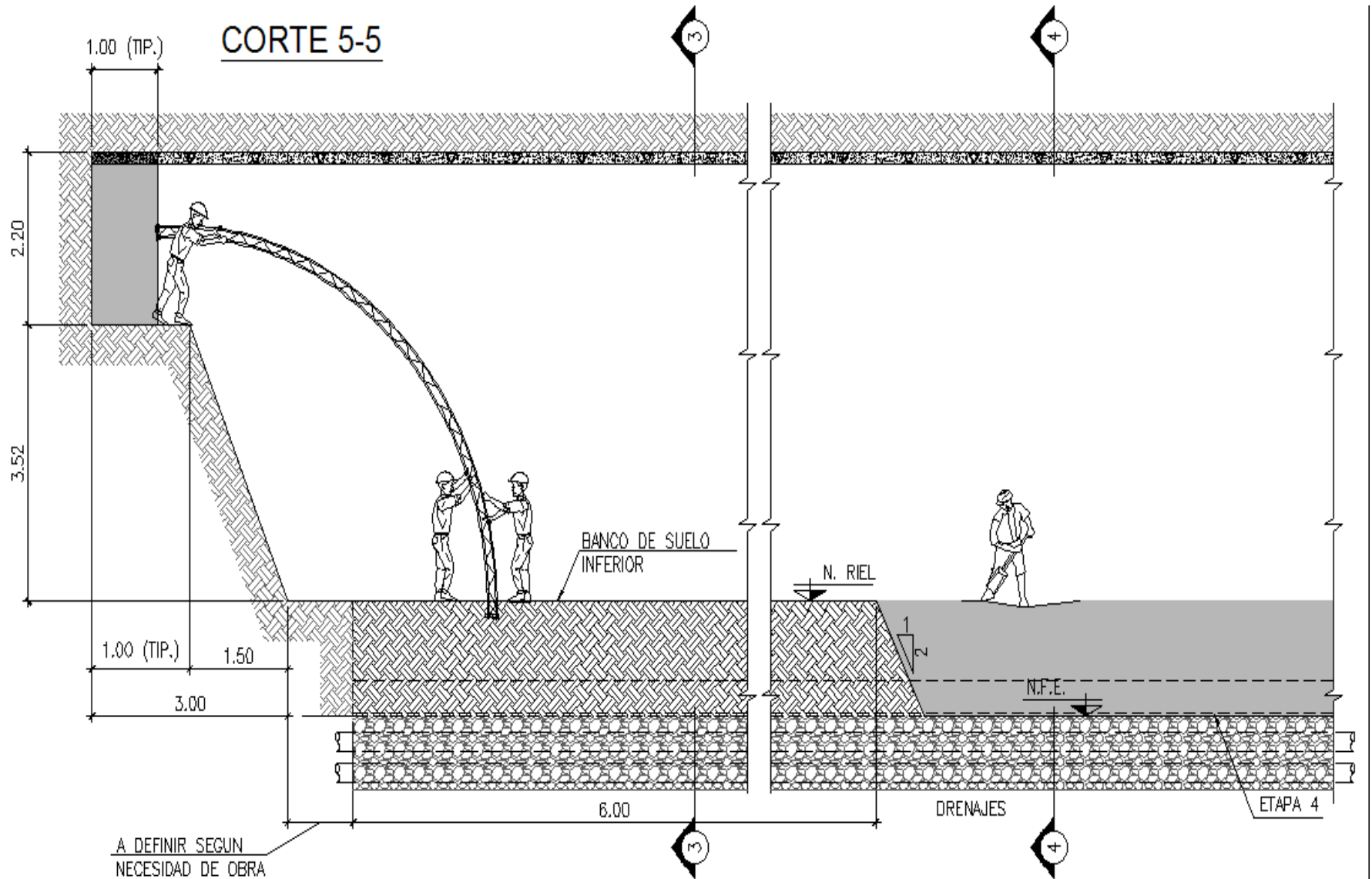
2. COLOCACION DE CERCHA METALICA, DISPONIENDO LAS UNIONES DE LOS TRES TRAMOS DE LAS MISMAS EN FORMA ALTERNADA CON RESPECTO AL EJE DE SIMETRÍA DE LA SECCIÓN DEL TÚNEL.
3. EJECUCION DE HORMIGON PROYECTADO EN EL AVANCE EXCAVADO (CALIDAD H-21). ESPESOR 0.15m. ANCHO DE ZAPATA 1.00m.
4. REPITE ITEMS 1 A 3 HASTA COMPLETAR EXCAVACION Y EJECUCION DE SOSTENIMIENTO DE TUNEL ST2.
5. AVANCE DE EXCAVACION DESDE EL NIVEL DE RIEL HASTA EL NIVEL DE FONDO DE SOLERA, TENIENDO EN CUENTA LA NECESIDAD DE SOBREECAVAR LO SUFICIENTE PARA LA CORRECTA COLOCACIÓN DEL HORMIGON DE LIMPIEZA DE 5CM DE ESPESOR. LA DISTANCIA AL FRENTE DE EXCAVACION SE DEFINE SEGUN CONVENIENCIA DE OBRA: NO ES NECESARIO LIMITARLA DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA SEGURIDAD.





1er. TALLER TEÓRICO - PRÁCTICO DE HORMIGÓN PROYECTADO

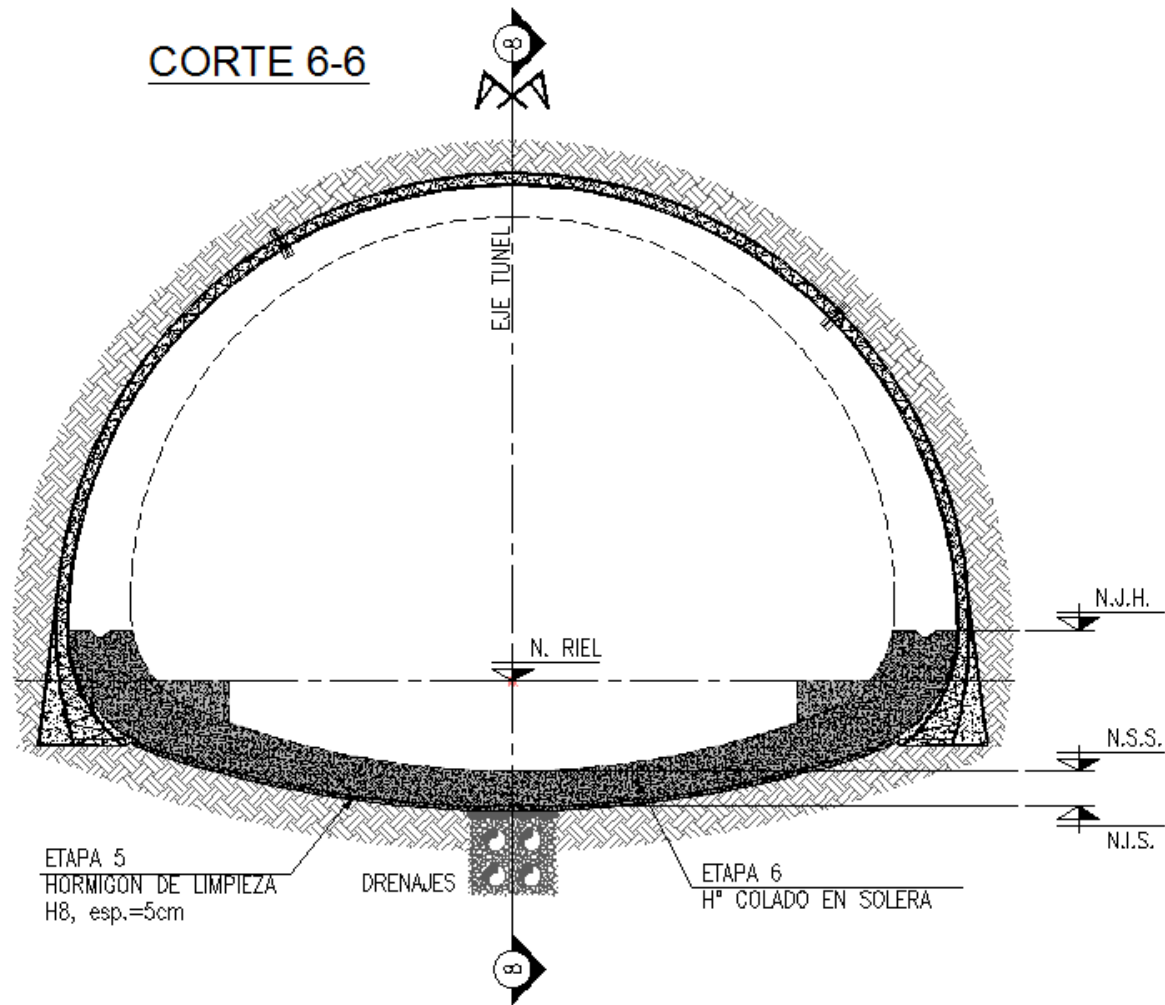
13 y 14 de Abril, 2016 – Auditorio Facultad de Ingeniería U.B.A.



ETAPA 3

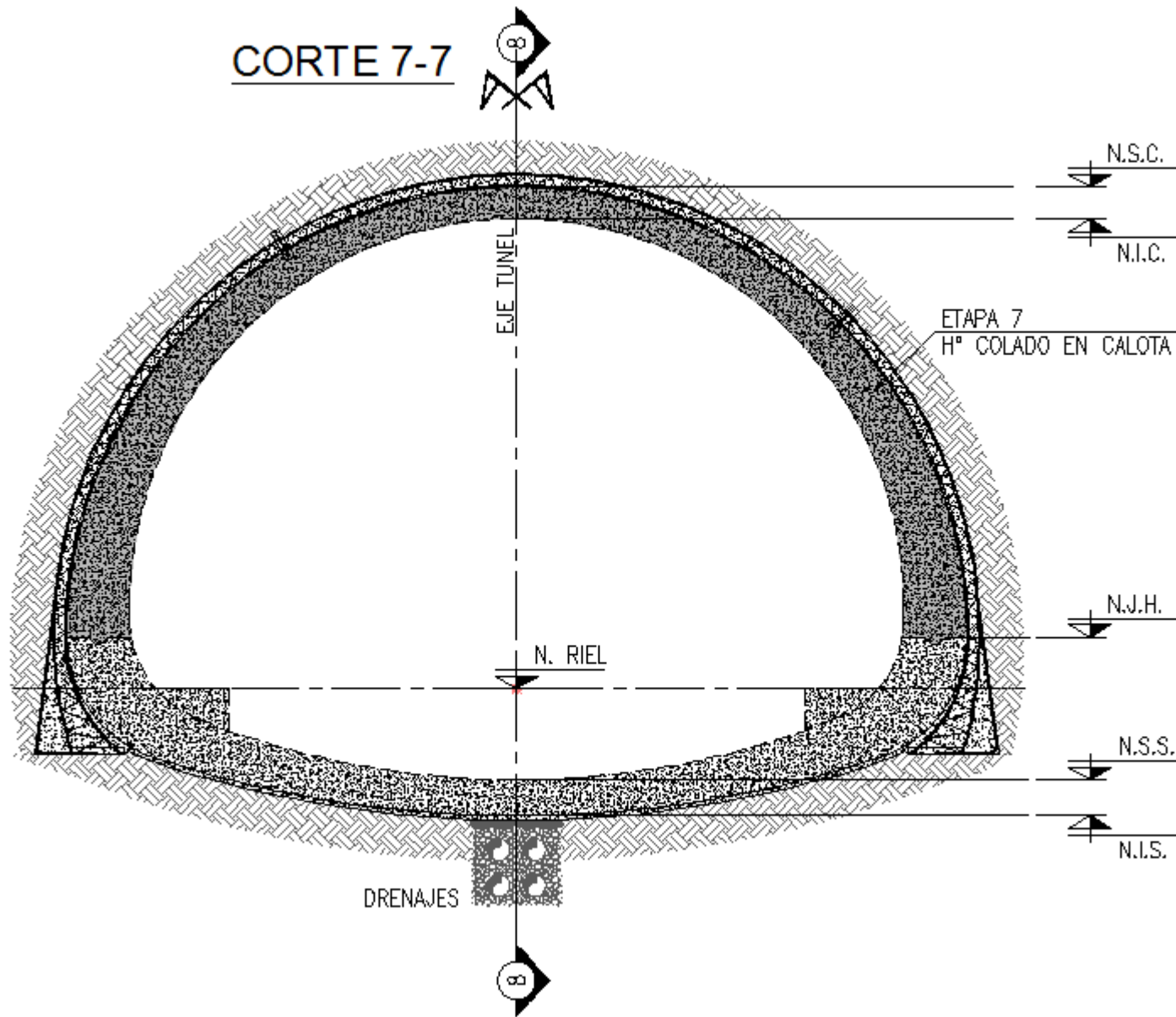
ESC.:1:75

6. EJECUCIÓN DE HORMIGÓN DE LIMPIEZA EN SOLE
7. ARMADO Y COLADO DE HORMIGON EN SOLERA HASTA NIVEL DE JUNTA CON CALOTA.
8. REPITE ITEMS 6 Y 7 HASTA COMPLETAR PAÑOS SOLERA TUNEL ST2.
9. ARMADO Y COLADO DE HORMIGÓN EN CALOTA.
10. REPITE ITEM 9 EN PAÑOS SUCESIVOS.



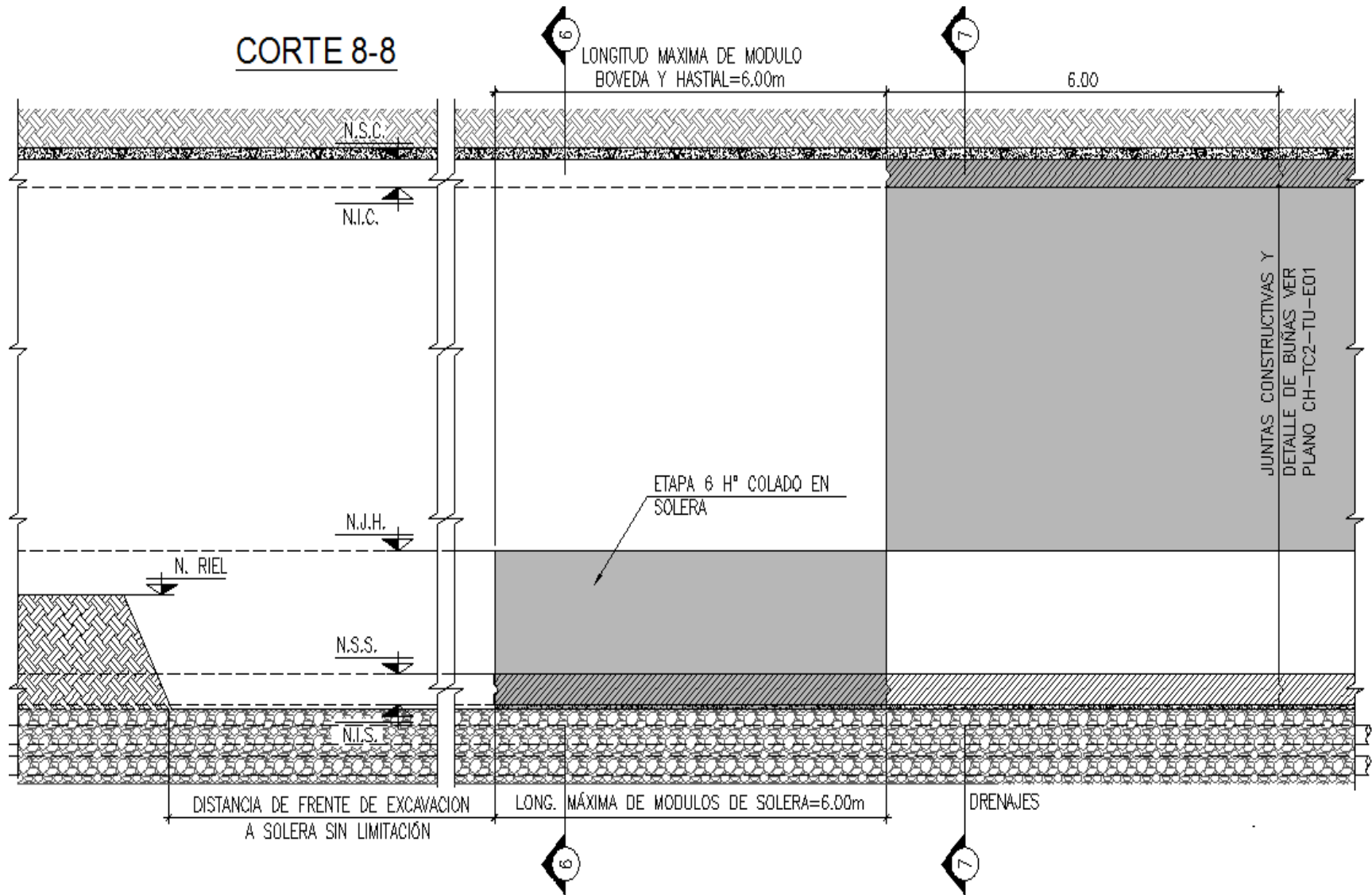
1er. TALLER TEÓRICO - PRÁCTICO DE HORMIGÓN PROYECTADO

13 y 14 de Abril, 2016 – Auditorio Facultad de Ingeniería U.B.A.

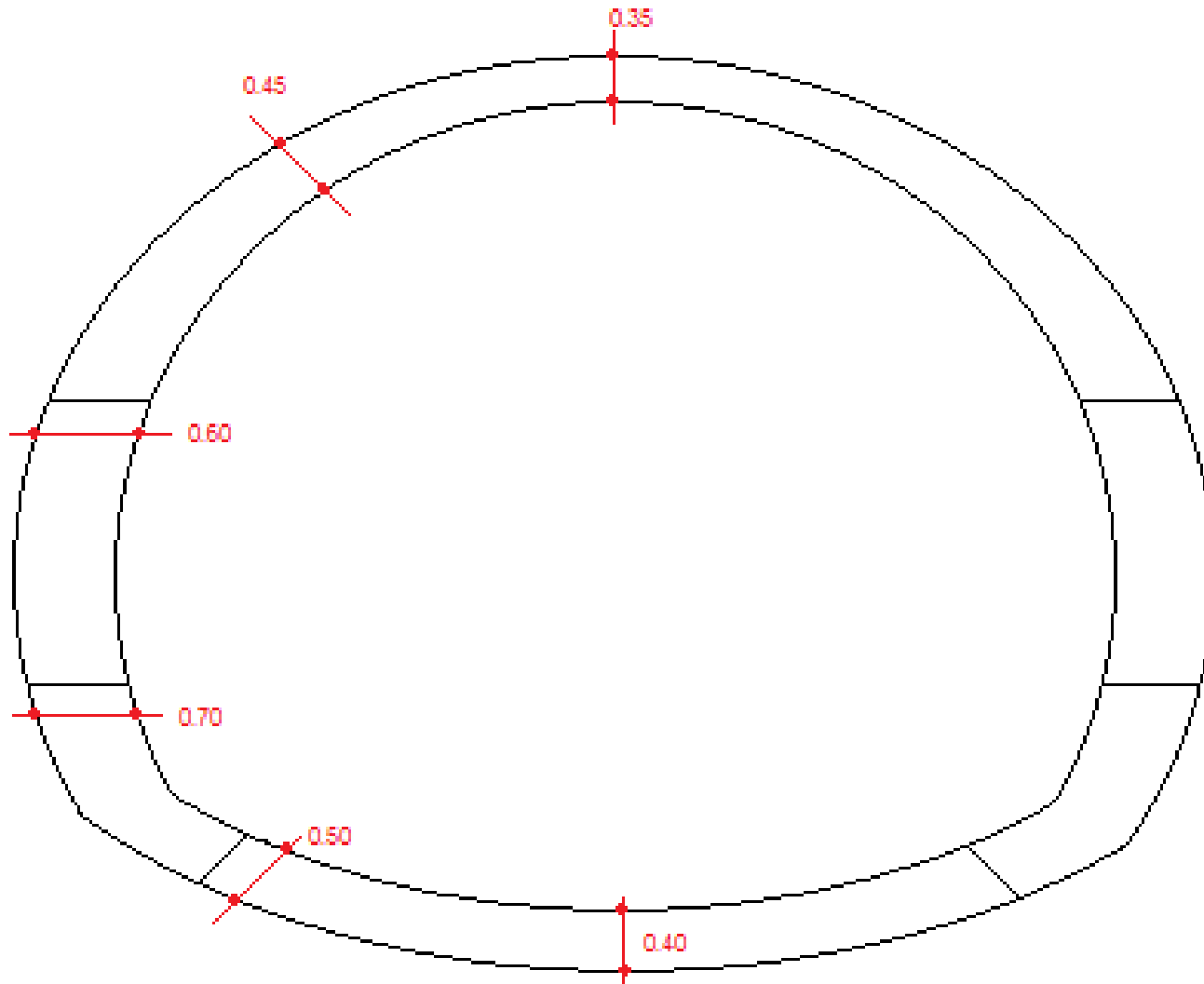


1er. TALLER TEÓRICO - PRÁCTICO DE HORMIGÓN PROYECTADO

13 y 14 de Abril, 2016 – Auditorio Facultad de Ingeniería U.B.A.



SECCIÓN DE HORMIGÓN MOLDEADO



Utilizamos en Obra dos tipos de Hormigón Proyectado:

FC 400: es el de uso general

FC 440: se utiliza sobre el anterior en aquellas áreas en las cuales se va a Impermeabilizar con una membrana proyectable, por ejemplo en estaciones.

A este hormigón FC 440 se le pasa una llana. Su función es producir una superficie bastante uniforme que sirva como sustento a la aplicación de la membrana.

Con ello la membrana funciona mejor y se gasta menos cantidad.

Los túneles en general no usan membrana ya que el hormigón moldeado de segunda etapa es impermeable y entre sección y sección se utilizan juntas Hidroexpansibles.

En las Estaciones además entre el hormigón proyectado y el moldeado sí se utiliza una membrana impermeable ya que no se admiten humedades

CONTROL DE CALIDAD DEL HORMIGÓN PROYECTADO

El control de calidad del hormigón Proyectado deberá llevarse a cabo mediante la extracción de probetas del material antes de su introducción en el proceso de Proyección, siguiendo el procedimiento de control de los hormigones moldeados y, además, del material proveniente de la boquilla de inspección, mediante el Ensayo de testigos calados

Los testigos son calados de paneles de ensayo.

El panel de hormigón proyectado tiene por lado 60 cm y un espesor aproximadamente igual al de la estructura de hormigón proyectado y nunca menos de 12 cm

La mecha que usamos en obra produce un testigo de 93 mm de diámetro.

La operación de calado se realizará siguiendo los lineamientos de la norma IRAM 1551, extrayéndose de cada panel un mínimo de 3 testigos para su ensayo a compresión

1er. TALLER TEÓRICO - PRÁCTICO DE HORMIGÓN PROYECTADO
13 y 14 de Abril, 2016 – Auditorio Facultad de Ingeniería U.B.A.



1er. TALLER TEÓRICO - PRÁCTICO DE HORMIGÓN PROYECTADO
13 y 14 de Abril, 2016 – Auditorio Facultad de Ingeniería U.B.A.



1er. TALLER TEÓRICO - PRÁCTICO DE HORMIGÓN PROYECTADO

13 y 14 de Abril, 2016 – Auditorio Facultad de Ingeniería U.B.A.



1er. TALLER TEÓRICO - PRÁCTICO DE HORMIGÓN PROYECTADO
13 y 14 de Abril, 2016 – Auditorio Facultad de Ingeniería U.B.A.





1er. TALLER TEÓRICO - PRÁCTICO DE HORMIGÓN PROYECTADO
13 y 14 de Abril, 2016 – Auditorio Facultad de Ingeniería U.B.A.



1er. TALLER TEÓRICO - PRÁCTICO DE HORMIGÓN PROYECTADO
13 y 14 de Abril, 2016 – Auditorio Facultad de Ingeniería U.B.A.



1er. TALLER TEÓRICO - PRÁCTICO DE HORMIGÓN PROYECTADO
13 y 14 de Abril, 2016 – Auditorio Facultad de Ingeniería U.B.A.



1er. TALLER TEÓRICO - PRÁCTICO DE HORMIGÓN PROYECTADO

13 y 14 de Abril, 2016 – Auditorio Facultad de Ingeniería U.B.A.



1er. TALLER TEÓRICO - PRÁCTICO DE HORMIGÓN PROYECTADO
13 y 14 de Abril, 2016 – Auditorio Facultad de Ingeniería U.B.A.



1er. TALLER TEÓRICO - PRÁCTICO DE HORMIGÓN PROYECTADO

13 y 14 de Abril, 2016 – Auditorio Facultad de Ingeniería U.B.A.



1er. TALLER TEÓRICO - PRÁCTICO DE HORMIGÓN PROYECTADO
13 y 14 de Abril, 2016 – Auditorio Facultad de Ingeniería U.B.A.



1er. TALLER TEÓRICO - PRÁCTICO DE HORMIGÓN PROYECTADO
13 y 14 de Abril, 2016 – Auditorio Facultad de Ingeniería U.B.A.



1er. TALLER TEÓRICO - PRÁCTICO DE HORMIGÓN PROYECTADO
13 y 14 de Abril, 2016 – Auditorio Facultad de Ingeniería U.B.A.



1er. TALLER TEÓRICO - PRÁCTICO DE HORMIGÓN PROYECTADO

13 y 14 de Abril, 2016 – Auditorio Facultad de Ingeniería U.B.A.



1er. TALLER TEÓRICO - PRÁCTICO DE HORMIGÓN PROYECTADO

13 y 14 de Abril, 2016 – Auditorio Facultad de Ingeniería U.B.A.



FECHINT DY CASA U.T.E.
Ingeniería y Construcción

OBRA: SUBTE LÍNEA H

PROCEDIMIENTO PE-03 ANEXO IV

CONTROL DE HORMIGÓN EN ESTADO ENDURECIDO

FORMULARIO F 03.D
Versión 0

TIPO DE HORMIGÓN	ESTRUCTURA	FECHA MOLDEO	FECHAS DE ENSAYOS	
C40 D/P 6/12 (Cemento)	Túnel: A. de Melo: Falda Estación U.E. oeste	23-09-13	7 días	28 días
		DE PROG. 9039,00		
		A PROG. 9049,00	30-09-13	21-10-13

Datos camión moto hormigonero				
REMITO	0564			
HORA SALIDA PLANTA	11:13			
HORA COLADO	12:00			
VOLUMEN HORMIGÓN	10 m ³			

Datos hormigón fresco				
ASENTAMIENTO INICIAL	7			
ASENTAMIENTO FINAL	18			
Tº HORMIGÓN	17,9			
P.U.V.	2306			
% AIRE	-			
SUPER ADIC EN OBRA	3 lb.			

VOLUMEN ACELERANTE CONSUMIDO			

ENSAYOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN

	Resist. Potencial	Temprana 7 edad lb	Resist. Efectiva	Resist. Potencial	Temprana edad	Resist. Efectiva	Resist. Potencial	Temprana 24 edad lb	Resist. Efectiva	Resist. Potencial	Temprana edad	Resist. Efectiva
7 Días N° Probeta	3289	43	KN-	MPa	Exhibitez	2008 Testigo	Exhibitez	46	KN-	MPa.	2008 Testigo	Exhibitez
7 Días Resistencia	41,68	9,1	63,84	9,4	0970	68-	9,1	13,6	95,31	14,-	68,-	0969
28 Días N° Probeta	3290	44						47	1			
28 Días Resistencia	49,71	8,8	61,87	9,1	0969	✓	8,8	17,4	121,84	17,9-	✓	0970
28 Días N° Probeta	3291	45						48				
28 Días Resistencia	50,38	10,4	73,14	10,7	0970	✓	10,4	16,3	114,42	16,8-	0	0969

1er. TALLER TEÓRICO - PRÁCTICO DE HORMIGÓN PROYECTADO

13 y 14 de Abril, 2016 – Auditorio Facultad de Ingeniería U.B.A.



OBRA: SUBTE LÍNEA H

Tramo C2

PROCEDIMIENTO PE-03 ANEXO II

CONTROL DE HORMIGÓN EN LABORATORIO - ENSAYO DE ROTURA TESTIGOS											FECHA DE ROTURA: 23-09-2013	FORMULARIO F 03 B Versión 0
FECHA DE COLADO	Nº DE TESTIGO	TIPO DE HORMIGÓN	EDAD DE TESTIGO (días)	CARGA DE ROTURA (KN)	DIÁMETRO TESTIGO (mm)	ALTURA TESTIGO (mm)	AREA TESTIGO (cm²)	RESISTENCIA A (MPa)	FACTOR DE ESBELTEZ	RESISTENCIA CORREGIDA (MPa)	ESTRUCTURA LLENADA	OBSERVACIONES
23-9-13	43	F2400	24 H.	63,84	0,93	152	68	9,4	0,910	9,1	Fallos estación	T. P. de H. de L/E-03/13
/	44	/	/	61,87	/	150	/	9,1	0,969	8,8	/	"
/	45	/	/	73,14	/	152	/	10,7	0,910	10,4	/	"
23-9-13	46	F2400	24 H.	95,31	0,93	150	68	14,-	0,969	13,6	Fallos estación	T. P. de H. de L/E-03/13
/	47	/	/	121,94	/	152	/	17,9	0,970	17,4	/	"
/	48	/	/	114,42	/	150	/	16,8	0,969	16,3	/	"

FIRMA LABORATORIO: 

FIRMA INSPECCIÓN: _____

1er. TALLER TEÓRICO - PRÁCTICO DE HORMIGÓN PROYECTADO

13 y 14 de Abril, 2016 – Auditorio Facultad de Ingeniería U.B.A.

OBRA: SUBTE LÍNEA H

CONTROL DE HORMIGÓN Tramo C2 - ESTADÍSTICA PROVEEDOR LOMAX



HORMIGON H 21 - FC 400

Código:
07400F4P16 - Hormigón Gunitado con FC 400

CIRSOC 201, PTO 6.6.2.2.

Resistencia Característica Especificada (Mpa)
Resistencia de referencia media móvil (Mpa)
Resistencia de referencia valor individual (Mpa)

σ'_{bk} 21
1a Condición 26
2a Condición 17.85
Para hormigones tipo H II
 $\sigma'_{bi} \geq 0,85 \times \sigma'_{bk}$

FORMULA
R10 F 03 G
Versión 0

N° de Rem	Fecha de colado	Tipo de H	Estructura llenada	HORMIGÓN EN ESTADO FRESCO		RESISTENCIA A 7 DÍAS		RESISTENCIA A 28 DÍAS						1° CONDICION	2° CONDICION				
				Asentamiento inicial (cm)	Asentamiento final (cm)	P.U.V. (Kg/m³)	Contenido de aire (%)	N° de proba	Fecha de Ensa	Resistencia a 7 días	Fecha de Ensa	N° de proba	Resistencia a 1 a 21 días (ME)			N° de proba	Resistencia a 2 a 28 días (ME)	Resistencia Promed	Media móvil 3 σ'bi
1386	16355	15/10/15	H 21	Rampa Azcoenaga - Ojiva LNorte	10	17	2282	4117	22/10/15	4170	12/11/15	4118	47.92	4119	47.78	47.85	47.55	Cumple	Cumple
1387	16381	16/10/15	H 21	Rampa Azcoenaga - Ojiva LEste	10	19	2289	4120	23/10/15	43.19	13/11/15	4121	49.47	4122	48.24	48.86	47.39	Cumple	Cumple
1388	16416	20/10/15	H 21	Rampa Azcoenaga - Ojiva LEste - Pr. 9625,10 - 9626,30	10	16	2279	4123	27/10/15	41.22	17/11/15	4124	47.56	4125	47.05	47.31	48.00	Cumple	Cumple
1389	16494	27/10/15	H 21	Rampa Azcoenaga - Ojiva - Pr. 9629,80 - 9631	8	17	2279	4126	03/11/15	39.11	24/11/15	4127	43.50	4128	45.32	44.41	46.86	Cumple	Cumple
1390	16533	29/10/15	H 21	Rampa Azcoenaga - Ojiva sup. - Pr. 9631	10	15	2282	4129	05/11/15	40.38	26/11/15	4130	46.92	4131	47.32	47.12	46.28	Cumple	Cumple
1391	16649	06/11/15	H 21	Rampa Azcoenaga - Ojiva - Pr. 9623,18 - 9624,12	8	16	2297	4132	13/11/15	41.74	04/12/15	4133	46.98	4134	46.42	46.70	46.08	Cumple	Cumple
1392	16693	11/11/15	H 21	Rampa Azcoenaga - Ojiva - Pr. 9631,18 - 9632,22	10	16	2297	4135	18/11/15	39.96	09/12/15	4136	46.55	4137	44.71	45.63	46.48	Cumple	Cumple
1393	16951	03/12/15	H 21	Santa y Pueyrredon - Avance de ventilacion 3 Fase	10	18	2280	4138	10/12/15	40.40	31/12/15	4139	45.44	4140	47.80	46.62	46.32	Cumple	Cumple
1394	17207	14/01/16	H 21	Pueyrredon y Santa Fe - Cercha de galeria - REA LNorte	11	18	2275	4141	21/01/16	39.06	11/02/16	4142	45.18	4143	43.98	44.58	45.61	Cumple	Cumple
1395	17286	20/01/16	H 21	Rampa Azcoenaga - Cercha - Pr. 9633,37	7.5	17	2289	4144	27/01/16	39.94	17/02/16	4145		4146					
1396	17305	21/01/16	H 21	Rampa Azcoenaga - Cercha - Pr. 9634,80	10	17	2293	4147	28/01/16	36.35	18/02/16	4148		4149					
1397	17342	25/01/16	H 21	Rampa Azcoenaga - Cercha - Pr. 9636,30	10	16	2289	4150	01/02/16	44.46	22/02/16	4151		4152					
1398	17370	26/01/16	H 21	Rampa Azcoenaga - Cercha - Pr. 9637,80	10	18	2289	4153	02/02/16	40.37	23/02/16	4154		4155					

1er. TALLER TEÓRICO - PRÁCTICO DE HORMIGÓN PROYECTADO

13 y 14 de Abril, 2016 – Auditorio Facultad de Ingeniería U.B.A.

OBRA:SUE

CONTROL DE HORMIGÓN Tramo C2

HORMIGON H 21 - FC 400

Código:

07400F4P16 - Hormigón Gunitado con FC 400

Resistencia Característica Especificada (Mpa)

Resistencia de referencia media móvil (Mpa)

Resistencia de referencia valor individual (Mpa)

HORMIGÓN EN ESTADO FRESCO

Nº de Remito	Fecha de colado	Tipo de Hº	Estructura llenada	Asentamiento Inicial (cm)	Asentamiento final (cm)	P.U.V. (Kg/m ³)	Contenido de aire (%)
20399	09/04/12	H 21	Plaza Rawson - Ventilación				
31001	11/04/12	H 21	Plaza Rawson - Ventilación - Malla				
11838	23/01/15	H 21	Túnel P. de Melo - Calota, muñon l/este y oeste	9	18	2282	-
11860	24/01/15	H 21	Túnel P. de Melo - Pozo de bombeo N°3	9	17	2290	-
11893	26/01/15	H 21	Túnel P. de Melo - Recub. Pozo de bombeo, l/oeste	10	18	2297	-
12101	05/02/15	H 21	Est. Las Heras - Vestíbulo - Carpeta l/este	10	18	2282	-
12180	11/02/15	H 21	Túnel Mansilla - Recub. l/oeste - Pr. 8017	10	18	2297	-

Túnel San Cristóbal

Santiago de Chile

Constructora: CVN

Dragados-Hochtief – Belfi & Brotec

- Es la continuación de la Autopista Américo Vespucio Norte
- Une las Comunas de Huechuraba y Providencia
- 2 Túneles paralelos de 2 vías cada uno de 9 m de ancho (Excavación: Abril 2006- Mayo 2007)
- Obra Total inaugurada Julio 2008
- Longitud de cada Túnel 1,8 Km con accesos la Vialidad Total era de 4 Km
- Galerías de Interconexión
- Ventilación y Sistema contra incendio de última generación

1er. TALLER TEÓRICO - PRÁCTICO DE HORMIGÓN PROYECTADO

13 y 14 de Abril, 2016 – Auditorio Facultad de Ingeniería U.B.A.



La excavación hecha tanto por voladura como por métodos mecánicos (en su menor Parte) se decidió hacer a sección completa siendo la sección promedio de 90 m² aunque en el portal sur en que el ancho de calzada llega se incrementa a 3 vías llega a 158 m²

En el portal sur hubo que estabilizar la ladera del cerro mediante el uso de soil nailing con subcontratista Pilotes Terratest (Anclajes pasivos Ischebeck Titán)

Durante la excavación todos los frentes se caracterizaron y mapearon para obtener el RMR del frente y los datos principales de las discontinuidades originales

RMR significa (Rock Mass Rating) es la clasificación geomecánica de Bienawski

Esto significó tener un geólogo permanente en obra

Los valores de RMR en general coincidieron con los de la campaña geotécnica previa y tuvimos todos los tipos de sostenimiento desde el I al VII

Ello llevó a que el sostenimiento es muy variable desde un extremo de sellado de shotcrete con fibras de 3 cm más dos capas de 15 cm c/u + marcos metálicos TH 29 cada medio metro para ST VII a solamente un sellado de 3 cm para ST-1 (la mejor roca)

Luego venía una capa de revestimiento de 7 cm

La mayor parte del túnel se excavó en roca mediante el uso de explosivos

1er. TALLER TEÓRICO - PRÁCTICO DE HORMIGÓN PROYECTADO

13 y 14 de Abril, 2016 – Auditorio Facultad de Ingeniería U.B.A.



Mediante Jumbos TAMROCK de última generación orientados por laser se Perforaron los barrenos de entre 2 y 4,5 m de longitud

Cada sección constaba de 96 a 102 tiros

Emulsión PDGB para carga de columna

Tronex Plus para carga de fondo

Softron para el recorte

Detonadores NONEL series MS y LP + cordón detonante y mecha compuesta

Presencia constante de Ingeniero especialista en tronaduras

Se trabajaba la mayor parte del tiempo las 24 hs.

Utilización de pantallas acústicas + cortina de caucho doble para mitigar el ruido

Medición de ruido por sonómetros y control con sismógrafos

1er. TALLER TEÓRICO - PRÁCTICO DE HORMIGÓN PROYECTADO
13 y 14 de Abril, 2016 – Auditorio Facultad de Ingeniería U.B.A.



1er. TALLER TEÓRICO - PRÁCTICO DE HORMIGÓN PROYECTADO
13 y 14 de Abril, 2016 – Auditorio Facultad de Ingeniería U.B.A.



1er. TALLER TEÓRICO - PRÁCTICO DE HORMIGÓN PROYECTADO
13 y 14 de Abril, 2016 – Auditorio Facultad de Ingeniería U.B.A.



1er. TALLER TEÓRICO - PRÁCTICO DE HORMIGÓN PROYECTADO

13 y 14 de Abril, 2016 – Auditorio Facultad de Ingeniería U.B.A.

CONSTRUCTORA **VESPUCIO NORTE**

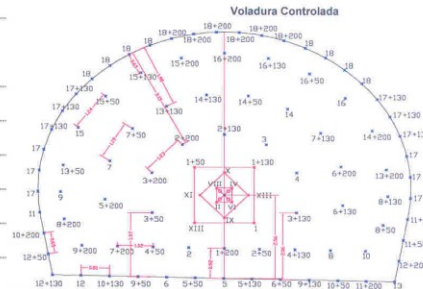
PROTOCOLO DE TRONADURA N° C2N-8

Fecha: 22/07/06 Hora: 00:01 Supervisor Tronadura: Angel Garcia

Eje: C2N Pk. Frente: 970,20 Monitoreo: Ruido sí | no Vibraciones sí | no

Profundidad Perforación: 3,80m

Observaciones:



**TIPO VOLADURA
3,80m
CONTROLADA**

PERFORACION 3,80m	Sofron	Emulsión	Trenex
1 Recorte	0,95	0,90	0,90
2 Zapateras	0,50	0,50	0,50
2 Resto	0,20	0,20	0,20

DETONADORES VOLADURA CONTROLADA:

	MS	0	II	IV	VI	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	TOTAL								
MS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10								
LP	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	TOT	
EZTL	50	130	200	TOTAL																
	16	22	21	59	c/u															

1.- RECORTE
2 TRONEX + 6 SOFTRON = 2*0,185+ 6*0,141 = 1,22 Kg 28 34,05 Tiros Kg

2.- ZAPATERAS
1 TRONEX + 2,6 M EMULSION = 1*0,185+2,6*2,353 = 6,30 Kg 13 81,94

3.- RESTO
1 TRONEX + 2,4 M EMULSION = 1*0,185+2,4*2,353 = 5,83 Kg 58 338,3

Total 99 454,3

AVANCE ESPERADO: 3,5 m
VOLUMEN TEORICO ROCA: 245 m3
FACTOR DE CARGA Kg/m3 1,85

Primacord 60 m
Mecha compuesta de 2 detonadores 1 ud. de 41,6 m

Programador Calculista	Supervisor Tronadura	Gerente de Producción
Fecha: <u>24/7/06</u>	Fecha: <u>24/7/06</u>	Fecha: <u>24/7/06</u>
Firma	Firma	Firma
Nombre	Nombre	Nombre
Fecha	Fecha	Fecha
Firma	Firma	Firma

1er. TALLER TEÓRICO - PRÁCTICO DE HORMIGÓN PROYECTADO

13 y 14 de Abril, 2016 – Auditorio Facultad de Ingeniería U.B.A.

	Peso (kg/m³)	Volumen (l/m³)
Cemento Melon Plus	410	141.4
Agua	197	197
Arena (Aridos Lafarge)	1582	601
Fibra polipropileno 50 PS (Degussa)	4	4.4
Plastocrete MX 1693 (Sika)	2.8	2.5
Viscocrete 30 HSCL Superplastificante nanosilice (Sika)	4.1	3.7
Aire	0	50
Total	2200	1000

El terremoto que azotó el centro de Chile en el verano de 2.010 no produjo daños en el túnel.

1er. TALLER TEÓRICO - PRÁCTICO DE HORMIGÓN PROYECTADO
13 y 14 de Abril, 2016 – Auditorio Facultad de Ingeniería U.B.A.



1er. TALLER TEÓRICO - PRÁCTICO DE HORMIGÓN PROYECTADO
13 y 14 de Abril, 2016 – Auditorio Facultad de Ingeniería U.B.A.



Muchas Gracias