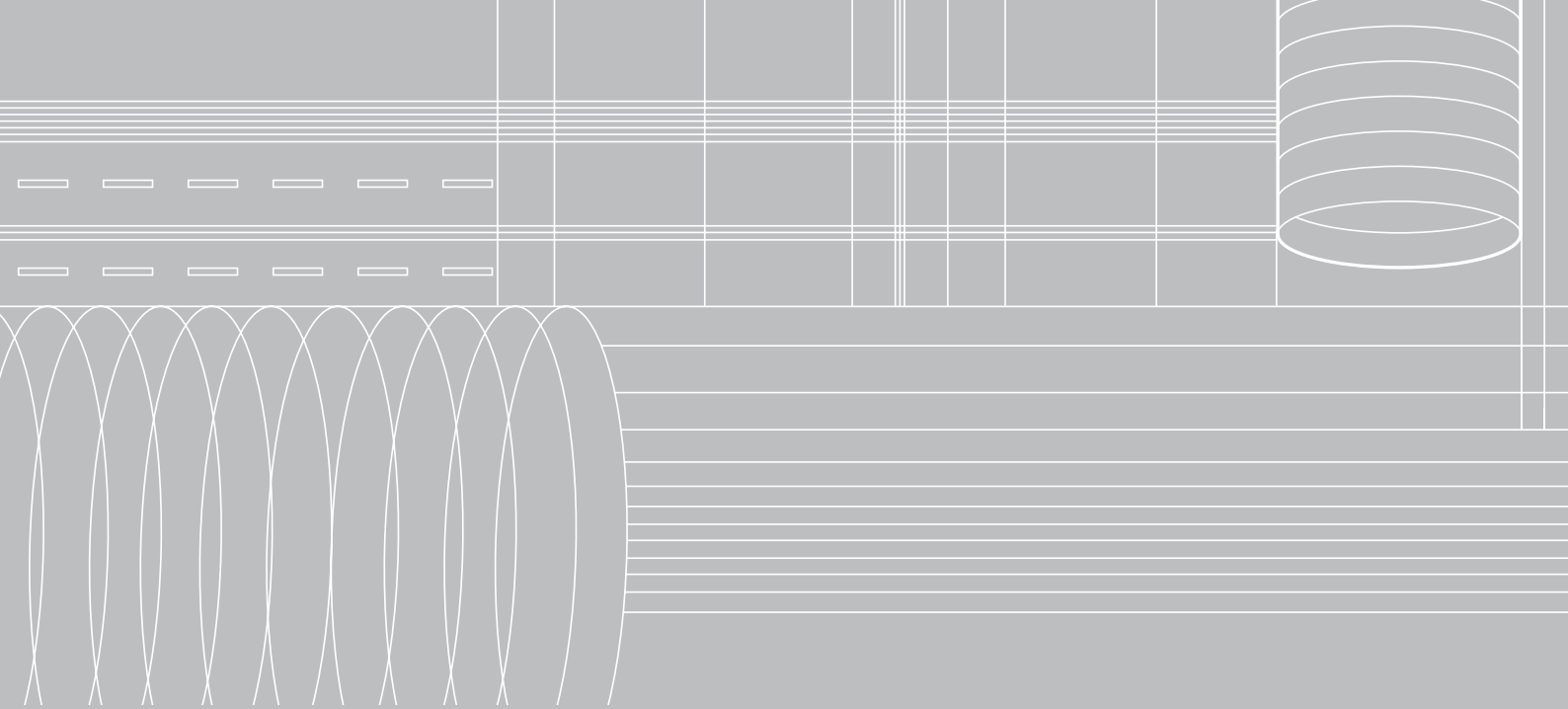




# TUNNEL LINER



# TUNNEL LINER

TUNNEL LINER	3
VENTAJAS DE UN METODO NO DESTRUCTIVO	4
TL CIRCULAR	5
FORMAS GEOMETRICAS	5
TL460	5
DIMENSIONAMIENTO ESTRUCTURAL	6
DIMENSIONAMIENTO HIDRAULICO	6
DURABILIDAD	7
METODOLOGIA DE INSTALACION	9
NORMAS TECNICAS	10



# TUNNEL LINER – CONSTRUYA PASAJES A TRAVES DEL METODO NO DESTRUCTIVO

Muchas veces, realizar una instalación pidiendo disculpas por el trastorno no es suficiente para minimizar el perjuicio social y económico causado por una obra que desvía el tránsito, cierra calles y produce congestión de tránsito.

Pensando en esto Armco Staco ha desarrollado a través de tecnología exclusiva, el método no destructivo de los conductos Tunnel Liner, ampliamente utilizado en miles de obras en Brasil y el exterior. Es la solución más simple, versátil, económica y segura para la construcción de túneles, sin interferir con la superficie ni con el tráfico.

Tunnel Liner es la solución ideal para la ejecución de túneles de diámetros pequeños y medianos (1,20m a 5,00m) con forma circular, y túneles con variada geometría en forma de elipse, bóveda caño, bóveda y pasos vehiculares/peatonales, pudiendo ser instalados en distintos tipos de suelo.

El Tunnel Liner se fabrica con una modulación de 460mm, lo que permite un avance seguro del frente de trabajo.

## PRINCIPALES APLICACIONES

A lo largo de varias décadas de uso del Tunnel Liner en obras subterráneas en Brasil y en otras regiones del mundo, fueron desarrolladas diversas técnicas para su instalación en diferentes tipos de suelo, con diferentes usos:

- Conductos para para desagües pluviales y cloacales;
- Pasajes vehiculares y peatonales;
- Aplicaciones en obras ferroviarias;
- Aplicaciones en obras de minería;
- Recuperación de conductos obstruidos o deteriorados;
- Encamisados para protección mecánica de entubamientos de agua, cloacas, combustibles y demás instalaciones;
- Canalizado de cursos de agua;
- Refuerzo estructural de túneles.



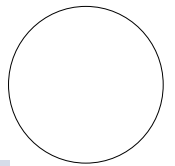
## VENTAJAS DEL METODO NO DESTRUCTIVO (MND) TUNNEL LINER

En la técnica de ejecución de instalación del Tunnel Liner se emplean chapas de acero corrugado de fácil manipuleo, que permite excavaciones con un avance modular de 46cm. Con un área reducida de suelo expuesto, este sistema ofrece un espacio seguro a los trabajadores en el frente de excavación. Se emplean anclajes metálicos para garantizar la forma geométrica durante el montaje, que funcionan como escudos frontales para apoyo y pueden ser fijadas en las bridas de las chapas de revestimiento para reducir riesgos de deformaciones y desmoronamiento.

Justamente por ser un sistema de montaje simple, en el cual la unión de las chapas de acero corrugado se realiza por medio de bulones, el aumento de productividad en la obra es significativo. Al final de una nueva virola de túnel instalada es posible la inmediata excavación para el anillo siguiente sin tener necesidad de interrumpir o paralizar los servicios.

El Tunnel Liner es un sistema de revestimiento con chapas de acero abulonadas. Por ese motivo permite realizar aperturas y adaptaciones dentro del túnel para sortear o eliminar interferencias no relevadas que puedan surgir durante la ejecución. Todo lo expuesto hace del Tunnel Liner Armco Staco un producto único, cuyo método no destructivo (MND) es el más económico, seguro y versátil del mercado.

## TL CIRCULAR



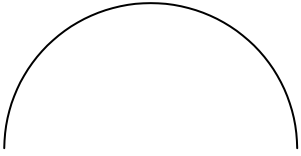
Espesor (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Perímetro (m)	ALTURA DE TAPADA (m)												
			Mínima	Máxima											
				Vial	Vial						Ferroviaria				
			Ferroviaria		Espesor (mm)						Espesor (mm)				
1.20	1.13	3.77	1.20	2.2	2.7	3.4	3.9	4.7	6.5	2.7	3.4	3.9	4.7	6.5	
1.40	1.54	4.40	1.20	9.00	12.90	15.50	22.10	26.50	41.30	12.90	15.50	22.10	26.50	41.00	
1.60	2.01	5.03	1.20	7.70	11.00	13.40	18.90	22.70	35.40	11.00	13.40	18.90	22.70	35.40	
1.80	2.54	5.65	1.20	6.70	9.60	11.60	16.60	19.90	30.00	9.60	11.60	16.60	19.90	30.00	
1.80	2.54	5.65	1.50	6.00	8.60	10.30	14.70	17.70	27.50	8.00	10.30	14.70	17.70	27.50	
2.00	3.14	6.28	1.50	5.40	7.70	9.30	13.20	15.90	24.80	6.90	9.00	13.20	15.90	24.80	
2.20	3.80	6.91	1.80	4.90	7.00	8.40	12.00	14.50	22.50		7.90	12.00	14.50	22.50	
2.40	4.52	7.54	1.90	4.50	6.40	7.70	11.00	13.20	20.60		7.00	11.00	13.20	20.60	
2.60	5.31	8.17	2.10	4.10	5.90	7.10	10.20	12.20	19.00		6.40	10.20	12.20	19.00	
2.80	6.16	8.80	2.20	3.80	5.50	6.60	9.40	11.30	17.70		5.50	9.20	11.30	17.70	
3.00	7.07	9.42	2.30	3.60	5.10	6.20	8.80	10.60	16.50		4.70	8.30	10.60	16.50	
3.20	8.04	10.05	2.40		4.80	5.80	8.30	9.90	15.40		4.00	7.80	9.90	15.40	
3.40	9.08	10.68	2.50		4.50	5.40	7.80	9.30	14.60			7.00	9.10	14.60	
3.60	10.18	11.31	2.60		4.30	5.10	7.30	8.80	13.70			6.60	8.30	13.70	
3.80	11.34	11.94	2.70		4.00	4.90	6.90	8.30	13.00			6.20	7.80	13.00	
4.00	12.57	12.57	2.80		3.10	4.60	6.60	7.90	12.40			5.10	7.20	12.40	
4.20	13.85	13.19	2.90			4.40	6.30	7.50	11.80			4.80	6.80	11.80	
4.40	15.21	13.82	3.00			4.20	6.00	7.20	11.20			4.20	6.40	11.20	
4.60	16.62	14.45	3.10			4.00	5.70	6.90	10.70			4.00	6.10	10.70	
4.80	18.10	15.08	3.20				5.50	6.60	10.30				5.10	10.30	
5.00	19.63	15.71	3.30				5.30	6.30	9.90				4.80	9.90	

Espesor Nominal en negro [mm]	Área [cm <sup>2</sup> ]	Momento de inercia [cm <sup>4</sup> ]	Módulo resistente [cm <sup>3</sup> ]	Raio de giro [cm]
2.20 [2.00]	11.74	28.29	10.50	1.55
2.70 [2.50]	14.69	35.74	13.15	1.56
3.40 [3.20]	18.78	45.32	16.47	1.55
3.90 [3.75]	22.01	53.29	19.16	1.56
4.70 [4.50]	26.39	64.08	22.74	1.56
6.50 [6.35]	36.90	90.63	31.30	1.57

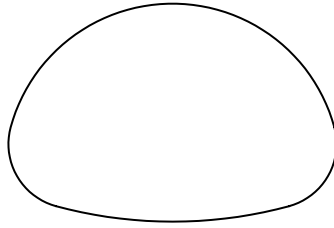
- El producto es fabricado en módulos múltiples de 46cm, incluyendo 2 bulones, tuercas y arandelas necesarios para el montaje.
- Las alturas máximas de recubrimiento para uso vial, ferroviario, tren H20 y tren E80 respectivamente.
- Todas las dimensiones están sujetas a tolerancia de fabricación
- Otras dimensiones y formas no circulares pueden ser diseñadas previa consulta

# FORMAS GEOMETRICAS

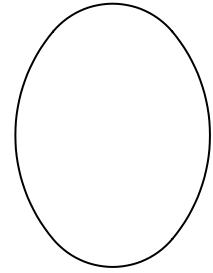
TL BOVEDA



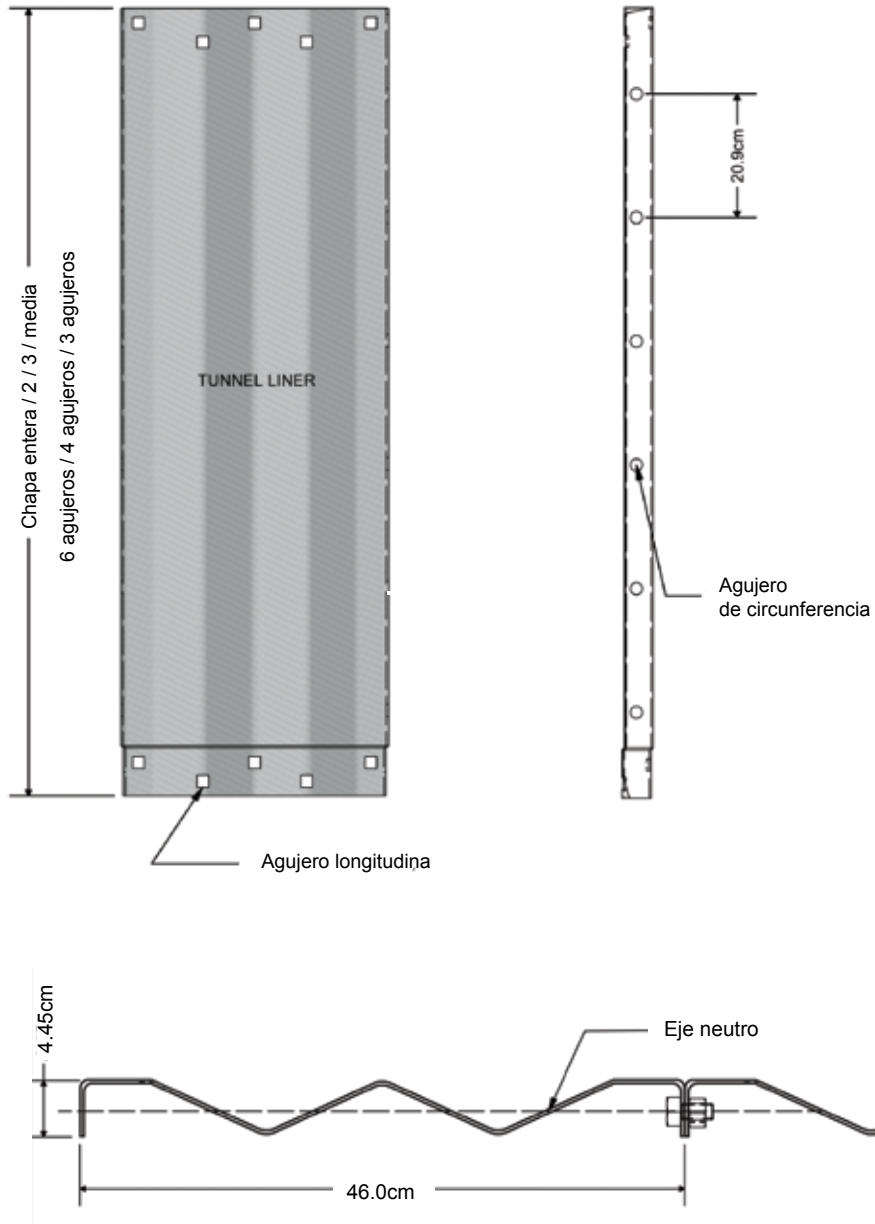
TL BOVEDA CAÑO



TL ELIPSE VERTICAL



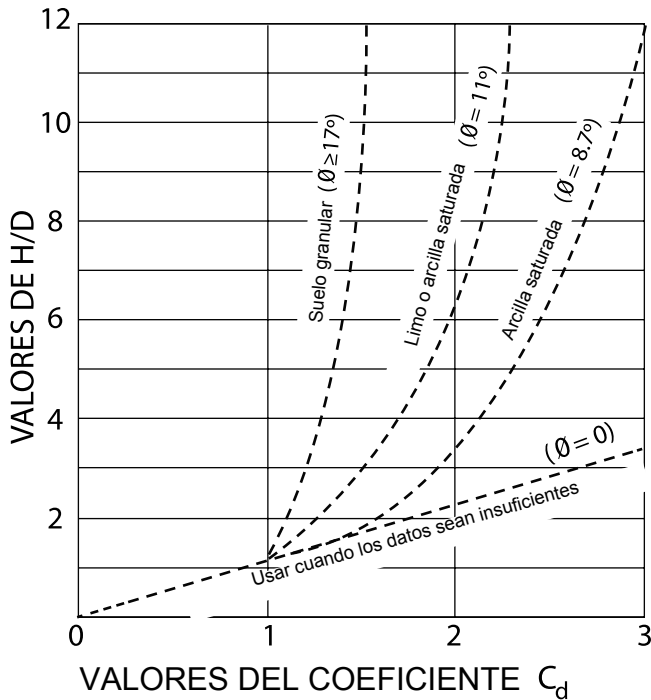
## TL 460



## DIMENSIONAMIENTO ESTRUCTURAL

La capacidad de soporte de las estructuras flexibles de acero corrugado, como en el caso del Tunnel Liner, están en función de la resistencia de su sección y de la compactación del suelo adyacente, lo que impide la deformación de la estructura. Dada esta situación los esfuerzos de compresión apenas actúan sobre las chapas del Tunnel Liner, cuyo dimensionamiento está basado en la teoría de anillo de compresión.

La carga actuante en el Tunnel Liner depende del tipo de suelo. En suelos granulados, con baja cohesión, las cargas, el ángulo de fricción interno del suelo y el diámetro del túnel. En suelos cohesivos, arcillos o limo-arcillosos, la carga debe considerar también los esfuerzos sobre el corte de suelo o techo del túnel.



La fórmula general para el cálculo de los esfuerzos actuantes definida por AASTHO, divide las solicitaciones entre carga viva y carga muerta. La carga viva es en función del tipo y profundidad del túnel; la carga muerta es en función del peso específico del suelo, la altura de recubrimiento y del coeficiente de reducción de la Fórmula de Marston, que se obtiene del siguiente gráfico.

$$CM = Cd * \delta * D$$

$$Pp = CV + CM$$

$$C = Pp * \left( \frac{D}{2} \right)$$

Donde:

CM – Carga muerta

CV – Carga viva

δ – Peso específico del suelo

D – Diámetro de la estructura

Cd – Coeficiente de reducción de Marston

Pp – Presión del Proyecto

C – Compresión anular

H – Altura de recubrimiento

A falta de información adecuada, deber ser adoptada la peor hipótesis para el coeficiente Cd, tomando un valor igual a H/D. De esta forma la carga muerta actuante en el túnel será igual al peso de la columna de suelo sobre el mismo.

Con esta consideración (φ=0) de peor hipótesis del suelo, fueron calculadas las tablas de alturas máximas constantes de este catálogo. Con un conocimiento previo del suelo, por medio de informes de sondeo, consulte a Armco Staco para la utilización de espesores diferentes de los establecidos en las tablas, o para empleo en condiciones superiores a los límites presentados

## DIMENSIONAMIENTO HIDRAULICO

Las estructuras de acero corrugado Tunnel Liner, empleadas para drenaje, son usualmente dimensionadas como canales, utilizando la ecuación de Manning.

$$Q = A \times \left( \frac{A}{P} \right)^{\frac{2}{3}} \times \frac{\sqrt{i}}{n}$$

Donde:

Q – Caudal [m³/s]

A – Área Mojada [m²]

P – Perímetro Mojado [m]

I – Pendiente [m/m]

N – Coeficiente de Rugosidad

El coeficiente de rugosidad está dado en función de la corrugación. Los valores medios recomendados son los descritos en la siguiente tabla:

Corrugación	n
Tunnel Liner	0,024
Revestida en hormigón	0,015

## DURABILIDAD

La durabilidad de las estructuras metálicas corrugadas empleadas en obras hidráulicas o pasajes inferiores está relacionada con las características del proyecto y las condiciones del lugar donde son instaladas.

Las condiciones de caudal, propiedades físicas y químicas del suelo y agua, tales como pH, resistividad, abrasión, erosión, pendiente, velocidad etc., deben ser consideradas para escoger el revestimiento y el espesor apropiados para el acero estructural.

La tabla siguiente presenta una clasificación simple y práctica para identificar el nivel de agresividad del ambiente para aplicaciones hidráulicas

NIVEL DE CORROSION				NIVEL DE ABRASION		
A	Bajo	pH = 5.8 a 8.0	R > 2000 ohm-cm	1	No abrasivo	Sin sedimentación en cualquier velocidad
B	Moderado	pH = 5.0 a 5.8	R = 1500/2000 ohm-cm	2	Bajo	Baja sedimentación de arena y grava V < 1.5 m/s
C	Elevado	pH = 5.0 a 4.0	R < 1500 ohm-cm	3	Moderado	Sedimentos de arena y pequeñas piedras V = 1.5 a 4.5 m/s
D	Muy elevado	pH < 4.0	R < 1500 ohm-cm	4	Elevado	Sedimentación fuerte de grava y piedras V > 4.5 m/s

Para drenaje pluvial y canalización de arroyos no contaminados (Niveles A, 1 y 2) recomendamos el revestimiento galvanizado, conforme norma AASTM A153, también conocido como galvanizado por inmersión en caliente, con un recubrimiento medio de  $128\mu$  (2 caras). En este caso el cinc se sacrifica a lo largo del tiempo para proteger el metal base (acero) y asegurar por décadas la vida útil de las estructuras.

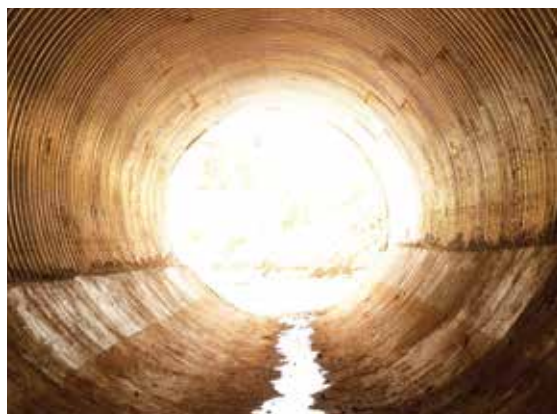
Para ambientes más agresivos, en particular en cuanto a la composición del suelo y agua (Niveles B, C 1 y 2) Armco ha desarrollado en los años 80 el revestimiento Epoxy HR®, que consiste en la aplicación por deposición electrostática sobre chapas pre-fosfatizadas, de una película gruesa de resina epoxídica con  $180\mu$  de recubrimiento medio para la cara interna y  $140\mu$  para la cara externa. Esta película aísla el acero estructural del medio agresivo protegiendo contra los agentes corrosivos.

La protección galvánica del cinc y la barrera aislante del Epoxy HR® han demostrado su eficiencia para garantizar la durabilidad de las estructuras de acero corrugado en obras de canalización, drenaje y pasajes inferiores en todo el mundo.

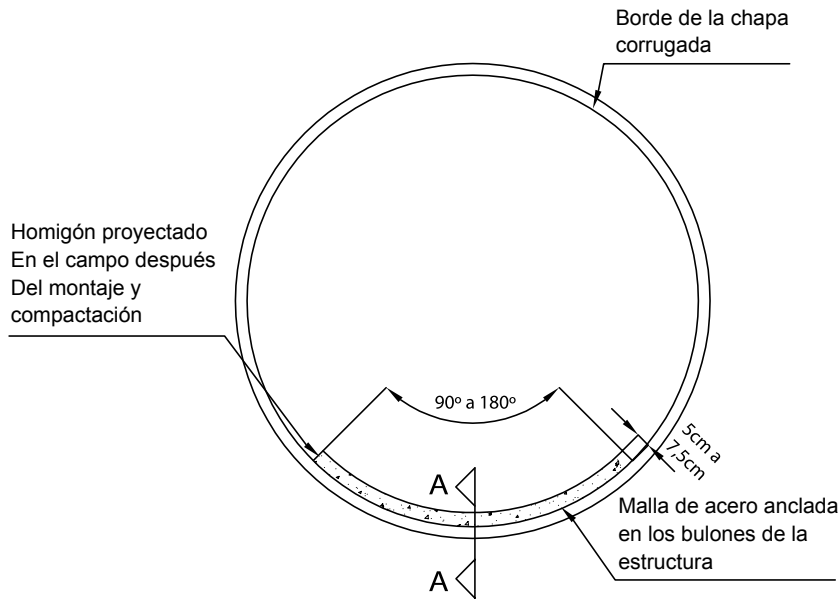
Existen, no obstante, situaciones especiales en un proyecto en los que la estructura metálica es sometida a esfuerzos de impacto constante debido a la velocidad y a la presencia de partículas sólidas en el flujo (Niveles 3 y 4).

En estos casos, para prevenir el desgaste precoz y extender la vida útil de las estructuras corrugadas Armco Staco recomienda la aplicación de un pavimento sobre parte del perímetro mojado.

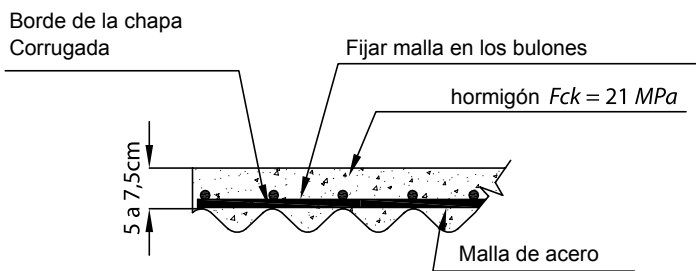
Este pavimento preventivo puede ser de asfalto o hormigón, no estructural, aplicado en la obra después del montaje y compactado de la estructura metálica. En la práctica, el pavimento de hormigón es más simple de aplicar y ofrece una protección extra de forma económica, preservando todas las ventajas de utilización de los tubos de acero corrugado.



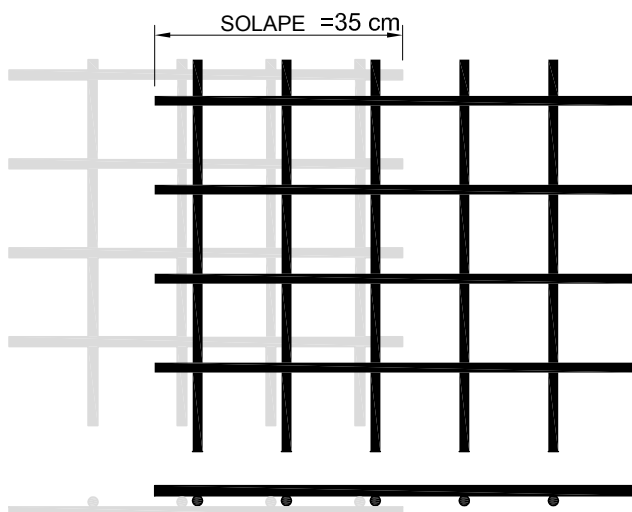
## SECCION TRANSVERSAL



## CORTE – AA



## SOLAPE DE MALLA



- Fijar malla con alambre recocado en los bulones

## RECOMENDACIONES BASICAS PARA LA APLICACION DEL PAVIMENTO

- Utilizar cemento portland CP II E, excepto en casos de ambiente excepcionalmente corrosivo o abrasivo para los cuales debe realizarse un relevamiento específico.

- Resistencia característica del concreto:  $f_{ck} 21 \text{ Mpa} [C20]$

- Diámetro máximo de agregado – Brita 1 [19mm]

- Relación agua-cemento máxima 0.50 l/kg para tubos destinados a aguas pluviales e 0.451 l/kg para medios agresivos.

- Recubrimiento interno de las armaduras mínimo 3cm

- Dimensión máxima de agregado limitada a menor valor entre 1/3 del espesor del concreto y la cobertura mínima de malla. Espesor del concreto comprendido entre 5 y 7,5cm

- Armadura: utilizar malla para auxiliar de fijación del concreto a las chapas, pudiendo ser utilizadas una armadura mínima. La malla debe ser fijada a la cabeza de los bulones de la estructura corrugada con alambre recocado, empalmando 35 cm. No hay necesidad de malla estructural.

- El revestimiento de hormigón podrá cubrir 90° a 180° de la parte inferior según la ilustración.

Notas:

- Estas instrucciones prácticas no reemplazan la aprobación del proyectista de obra, quien deberá determinar el adecuado de espesor, forma de proyección etc.

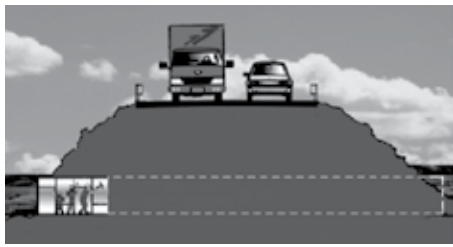
- Existen situaciones hidráulicas en las cuales la presencia de pavimento aumenta la capacidad de caudal siendo que reduce el coeficiente de rugosidad.

- Para situaciones extremas de corrosión [Nivel D], los procedimientos especiales pueden ser estudiados caso a caso.



# METODOLOGIA DE INSTALACION

## METODO NO DESTRUCTIVO



ESTE METODO NO INTERFIERE EN LA SUPERFICIE NI EN EL TRAFICO

Los procedimientos básicos en la ejecución del Tunnel Liner son:

- a) Una excavación de suelo por medio de equipamiento mecánico automatizado o simples equipamientos manuales.
- b) Remoción del material excavado
- c) Montaje de las chapas de revestimiento abulonadas
- d) Rellenado de eventuales vacíos

Algunas técnicas específicas pueden ser necesarias en caso de presencia de agua en el nivel de excavación, poco recubrimiento sobre la generatriz superior del túnel o material excavado constituido por suelo disuelto. Destacamos como ejemplo: rebajar el nivel freático o uso de escudos frontales para protección del frente de excavación, un rebajado de suelo adyacente al túnel o el uso de tablestacas metálicas.

En función a la dimensión de la obra- área de excavación y longitud del túnel – y también de la complejidad, el instalador del túnel deberá proyectar y prever las medidas a ser adoptadas para garantizar la seguridad y rapidez de la ejecución. Como en cualquier obra subterránea, el inicio de la ejecución de un túnel mediante el proceso Tunnel Liner debe tener en consideración los datos del sondeo y relevamientos del terreno, previendo con la necesaria antelación eventuales interferencias a lo largo de la excavación y principalmente el tipo de suelo a excavar.

Los eventuales vacíos entre la superficie externa de las chapas del revestimiento del Tunnel Liner y el suelo excavado deber ser rellenada para evitar asentamientos y acomodamientos no deseados. Este relleno deber realizarse con inyecciones de mezcla fluida de suelo-cemento en los agujeros apropiados en las chapas del Tunnel Liner.

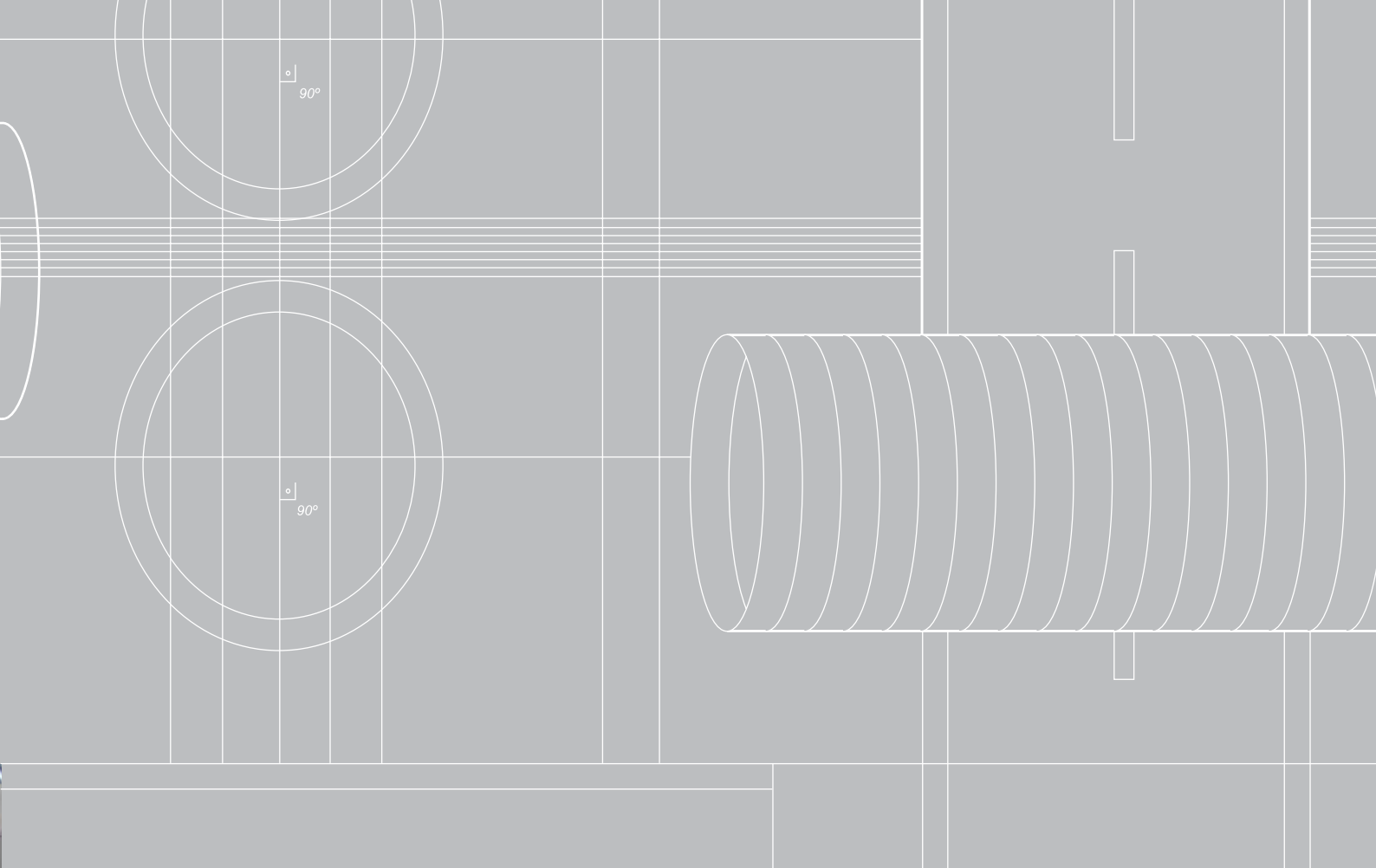
La simplicidad de ejecución y la garantía de instalación en los más variados tipos de suelo, hacen del Tunnel Liner Armco Staco un proceso confiable, versátil, económico y de los más competitivos en su rango de diámetros.

## NORMAS TECNICAS

Las tablas que figuran en este catálogo fueron elaboradas considerando las formas, los estándares y los materiales utilizados por Armco Staco en la fabricación de sus productos, de acuerdo con las normas:

- AASHTO American Association of State Highway and Transportation Officials
- AISI American Iron and Steel Institute
- ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas





## Compromiso con Calidad e Ingeniería

La experiencia de Armco Staco en el desarrollo de soluciones para infraestructura vial a lo largo de un siglo de historia, permitió a la empresa desempeñar un papel destacado en la concepción de proyectos a medida. Los buenos resultados y el contacto permanente con el cliente brindan a Armco Staco liderazgo en el mercado de los diferentes segmentos en los que actúa, siendo que su foco es ofrecer productos confiables con plazos de entrega y precios suficientemente atractivos.

## Brasil

Rio de Janeiro

Estrada João Paulo, 740 - Honório Gurgel

Cep: 21512-000 - Rio de Janeiro, RJ - Brasil

Tel.: (21) 2472-9110 - Fax: (21) 2471-6260

E-mail: [rj@armcostaco.com](mailto:rj@armcostaco.com)

Exportação - Tel.: +55 (21) 2472-9120

E-mail: [export@armcostaco.com](mailto:export@armcostaco.com)

São Paulo

Rua Coelho Lisboa, 442 - Conj. 132 - Tatuapé

Cep: 03323-040 - São Paulo, SP - Brasil

Tel.: (11) 2941-9862 - Fax: (11) 2091-3671

E-mail: [sp@armcostaco.com](mailto:sp@armcostaco.com)

---

## Argentina

Río Del Rey, s/n (entre las calles Río Pinto y Río Potrero)

Cina Cina - (1748) General Rodriguez

Provincia de Buenos Aires - Argentina

Código Postal: B1748

Tel.: +54 (11) 4632-6746 / +54 (11) 4632-8734

E-mail: [comercial.staco.ar@armcostaco.com](mailto:comercial.staco.ar@armcostaco.com)

## Chile

Av. Apoquindo, 5555 - Oficina 902 - Comuna

Las Condes - Santiago - Chile

Tel.: +56 (2) 2229-1976 - Fax: +56 (2) 2220-8280

E-mail: [comercialchile@armcostaco.com](mailto:comercialchile@armcostaco.com)

[www.armcostaco.com](http://www.armcostaco.com)

