

Revestimiento con Cintas



¿Cuáles son las diferencias en las tecnologías de fabricación y qué impacto tienen en las propiedades de los materiales?

Pipeline Industries Guild Webinar
08/04/2020



Índice

1. Introducción
2. Laminación vs. Coextrusión
3. Cintas 3-capas vs. 2-capas
4. Cintas 3-capas: coextrusionadas y asimétricas
5. Comparación de propiedades de materiales
6. Cómo comprobar de manera fácil:
Coextrusión - Laminado
7. Experiencias a largo plazo con cintas 3-capas
8. Conclusiones



1. Introducción

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

Introducción

Las cintas difieren en varios aspectos:

- Tecnología de fabricación (laminación vs. coextrusión)
- Material (p. ej. PVC-bituminoso vs. PE-caucho butílico)
- Estructura (2-capa vs. 3-capa)
- Composición (simétrico vs. asimétrico)

➤ **Cinta ≠ Cinta**

Introducción

Preguntas a contestar:

- ¿Las diferentes estructuras de las cintas y las **tecnologías de producción** tienen un impacto en la **calidad** y las **propiedades** intrínsecas de los **materiales** de las cintas?
- *¿Cuáles son los impactos de la estructura de la cinta y la tecnología de producción en el **comportamiento a largo plazo** de los recubrimientos de la cinta?*



2. Laminación vs. Coextrusión

denso-group.com

denso-group.com

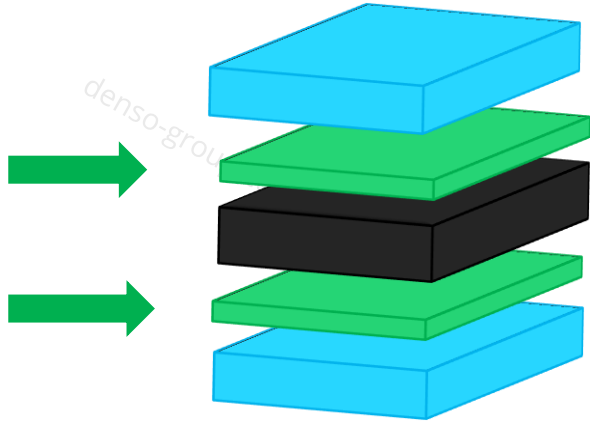
denso-group.com

denso-group.com

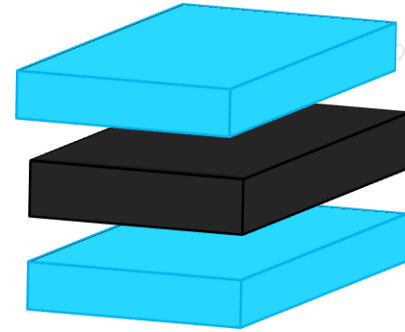
denso-group.com

denso-group.com

Objetivo: Unir diferentes materiales



Utilizando adhesivo
(pegamento)



Para cintas: Sin adhesivo (pegamento):

- Laminación
- Coextrusión

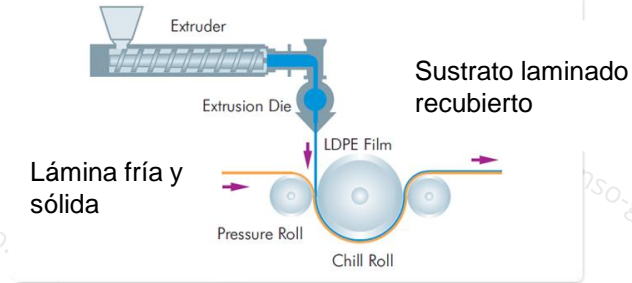
Laminación

- Existen 3 tecnologías de laminación.
- Para todas las tecnologías de laminación aplica:

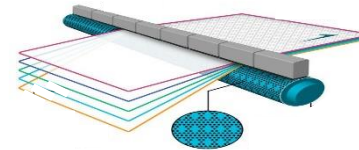
Al menos **una capa** ya se ha enfriado y luego será **cubierta con otra capa**.

3 Tecnologías Típicas de Laminación

1. Extrusión de una segunda capa sobre la primera lámina ya enfriada y sólida.



2. Calentar y presionar las láminas sólidas y frías entre sí.

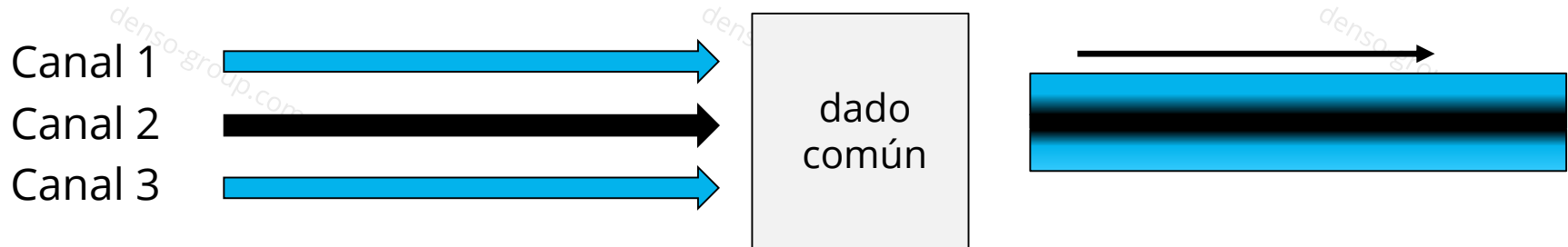


3. Un líquido se reparte en una lámina fría y sólida.



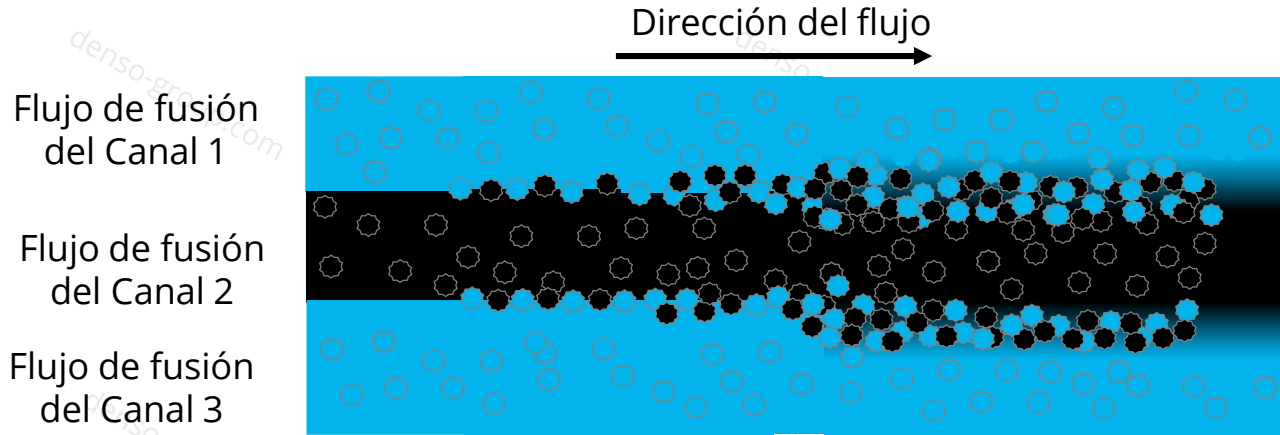
El principio de la Coextrusión real

- Coextrusión requiere más de una corriente de **polímero fundido**.
- Cada corriente fundida es producida por su **propio extrusor**.
- Proceso de coextrusión real: las corrientes fundidas fluyen en diferentes canales hacia y a través de **3 entradas diferentes en el dado común**.
- Los diferentes polímeros fundidos fluyen juntos hacia la salida del **dado común**.



El principio de la Coextrusión real

- Dentro del dado común: Las macromoléculas de los polímeros fundidos fluyen entre sí y se **entremezclan** en las zonas limítrofes.



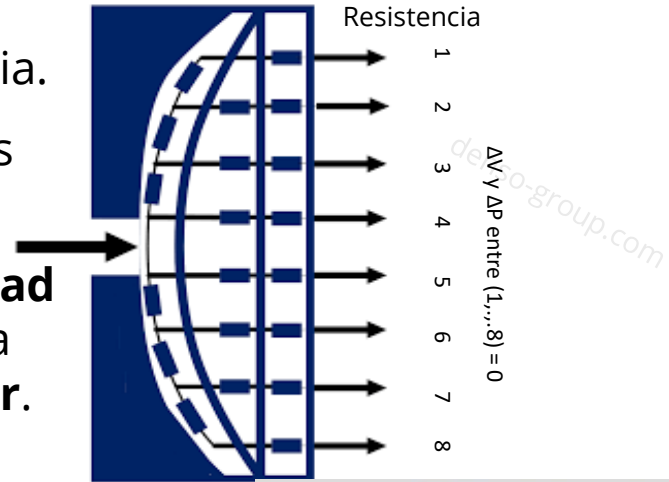
A lo largo de la ruta de flujo las corrientes de fusión fluyen entre sí

- Equivalente a **"componentes de una soldadura"** con una unión muy fuerte entre las capas.



El principio de la Coextrusión real

- El proceso de Coextrusión requiere un conocimiento de experto y mucha experiencia.
- Deben ajustar: la tecnología del proceso + las propiedades de fundición + las “fórmulas”.
- Cada fusión debe fluir con la **misma velocidad** en todo el ancho del dado para asegurar una **distribución estable y correcta del espesor**.
- Un dado de coextrusión real tiene su propio canal y un **colector tipo perchero** para cada componente. Eso asegura una **pérdida de presión igualitaria** en cada trayectoria de flujo.



Propiedades de cintas realmente coextruidas

- **Adhesión superior de capa a capa.**
- **Resistencia de cizallamiento superior.**
- **Alta resistencia a la elongación a la rotura.**

¡Las capas nunca se separan ni se delaminan unas de otras!

¡Las capas no se mueven una sobre otra!

¡Los pobres valores de alargamiento a la rotura son una indicación de una calidad inferior del material o de un proceso de coextrusión descontrolado!

➤ **Cintas de coextrusión real = cintas de alta calidad**



3. Cintas 3-capas vs. Cintas 2-capas

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

Material & Estructura de las cintas 3-capas vs. 2-capas



Cinta 3-capas:



- Estructura: Película portadora cubierta en **ambas** caras con adhesivo.
- Material: **sólo caucho butílico.**
- Laminación o coextrusión.

Cinta 2-capas:

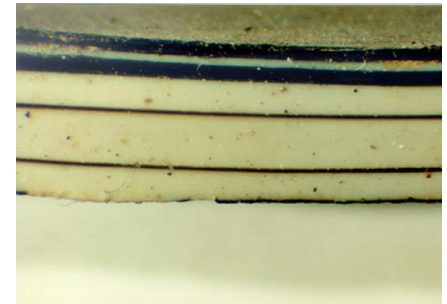
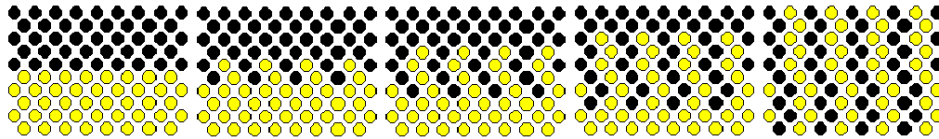


- Estructura: lámina portante cubierta con adhesivo en **una** sola cara.
- Adhesivo: caucho butílico o bitumen.
 - Caucho butílico: Laminación o coextrusión.
 - Bitumen: sólo laminación, **la coextrusión no es posible!**

Características del Caucho Butílico

Habilidad para “**fluir**” hasta un cierto grado

- Rellena las pequeñas cavidades en la superficie del acero.
- Las capas de caucho butílico se **autovulcanizan sin calor** (llama)
- Las moléculas migran unas en las otras para formar una **estructura homogénea**.

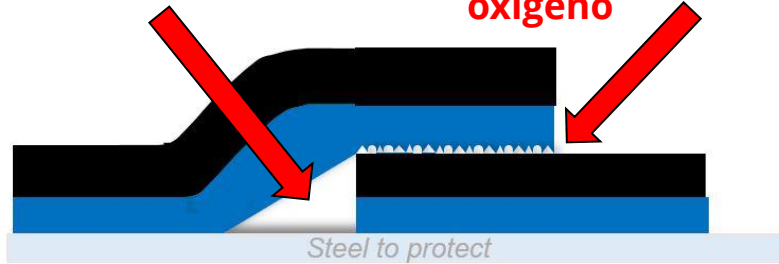


Cintas 2-capas: prevención de corrosión confiable?

Envoltura de Cintas 2-capas

Falta de adherencia:
peligro de huecos

Falta de adherencia:
Vía para humedad y oxígeno



- Pueden aparecer micro canales en la interfase remanente entre las capas!
- Posible **camino** para humedad y oxígeno!

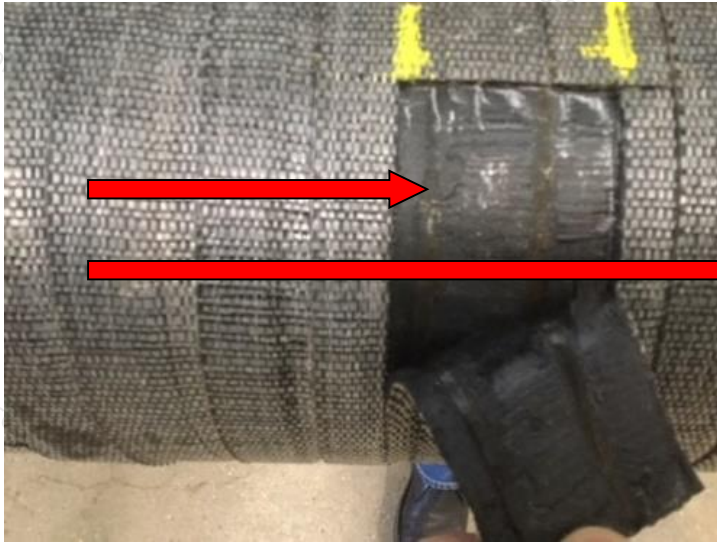
➤ **CORROSION EN ESPIRAL!**

Cintas 2-capas: Riesgo de Corrosion en Espiral!



CORROSION EN ESPIRAL se encuentra frecuentemente en ductos donde se utilizan las **cintas de 2-capas** para **prevenir la corrosión**.

**Corrosión
en espiral**



Cintas 3-capas: fuerte prevención de corrosión

Envoltura de cintas 3-capas

- Las capas de caucho butílico se **auto-vulcanizan** entre si.
- Sus moléculas migran unas en las otras:
 - Estas cintas forman un revestimiento homogéneo tipo **“manguera impermeable”**
 - Sin interface, huecos ni micro canales!
 - **NO CORROSION EN ESPIRAL**





4. Cintas 3-capas: Coextruidas & Asimétricas

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

Cintas 3-capas - Coextruidas & Asimétricas



1er paso: Coextrusion:



Caucho butílico realmente coextruido con la lámina portadora.

Caucho butílico intermedio realmente coextruido con la película portadora.

2º paso: Agregando caucho butílico:



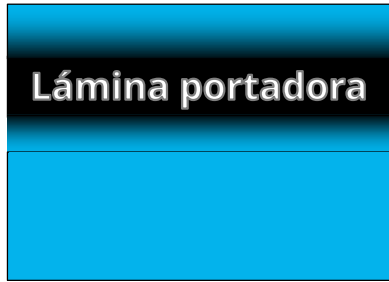
Enlace químico: caucho butílico + caucho butílico



El caucho butílico adicional esta construyendo el espesor requerido.

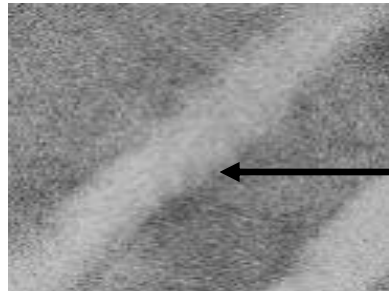
Cintas 3-capas - Coextrusión vs. Laminación

Coextrusión:



Fuerte **enlace químico** entre el caucho butílico y la lámina portadora!

Enlace químico: caucho butílico + caucho butílico



Penetración de macromoléculas entre las capas: resultando en **excelentes propiedades a largo plazo!**

Laminación:



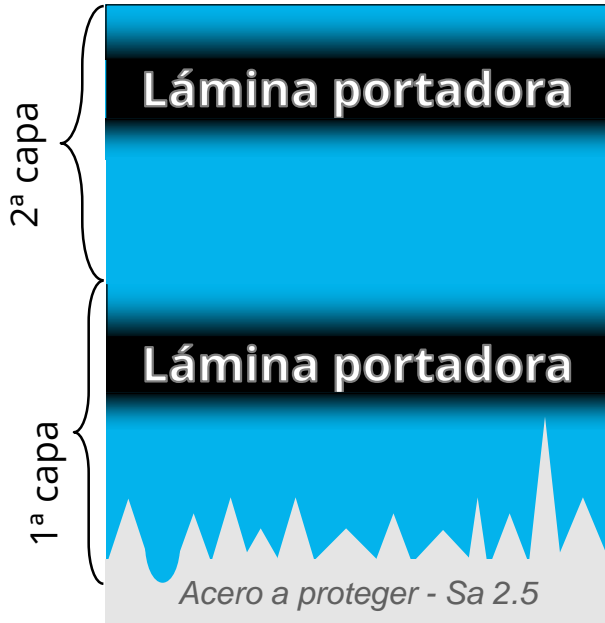
Solo genera enlace mecánico entre el caucho butílico y el PE



Sin penetración de macromoléculas entre capas: las **propiedades a largo plazo**, después de envejecimiento resultan **significativamente reducidas.**

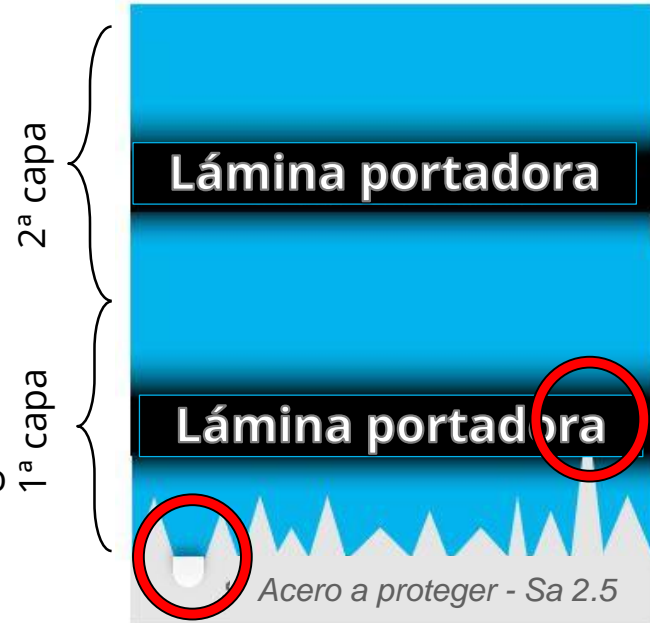
Cintas 3-capas - Asimétricas vs. Simétricas

Asimétrica:



2 x espesor de caucho butílico en contacto directo con el acero a proteger.

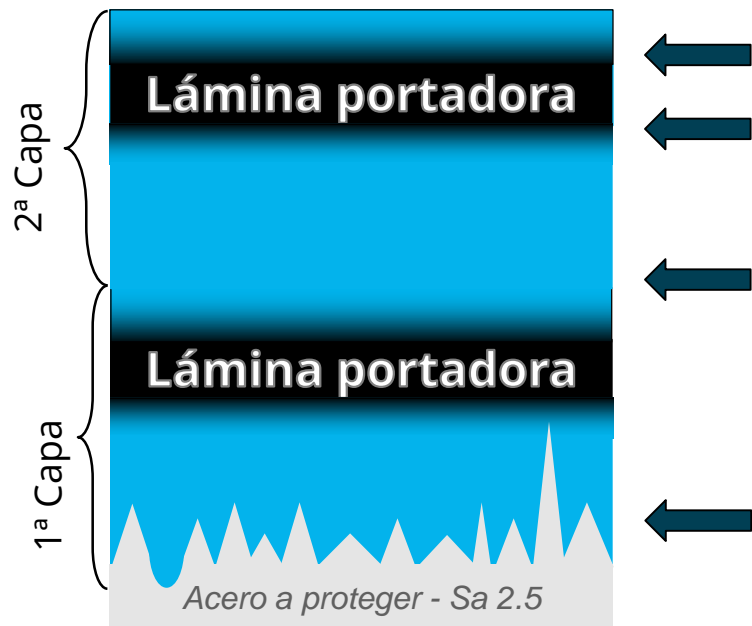
Simétrica:



Riesgo de picos sin proteger

Riesgo de hoyos desprotegidos

Cintas 3-Capas - Coextruidas & Asimétricas



Fuertes enlaces químicos:

- Lámina portadora & Caucho Butílico
- Caucho Butílico & Caucho Butílico

Mejor cobertura del acero

Combinación Favorita



5. Comparación de Propiedades de los Materiales

denso-group.com

denso-group.com

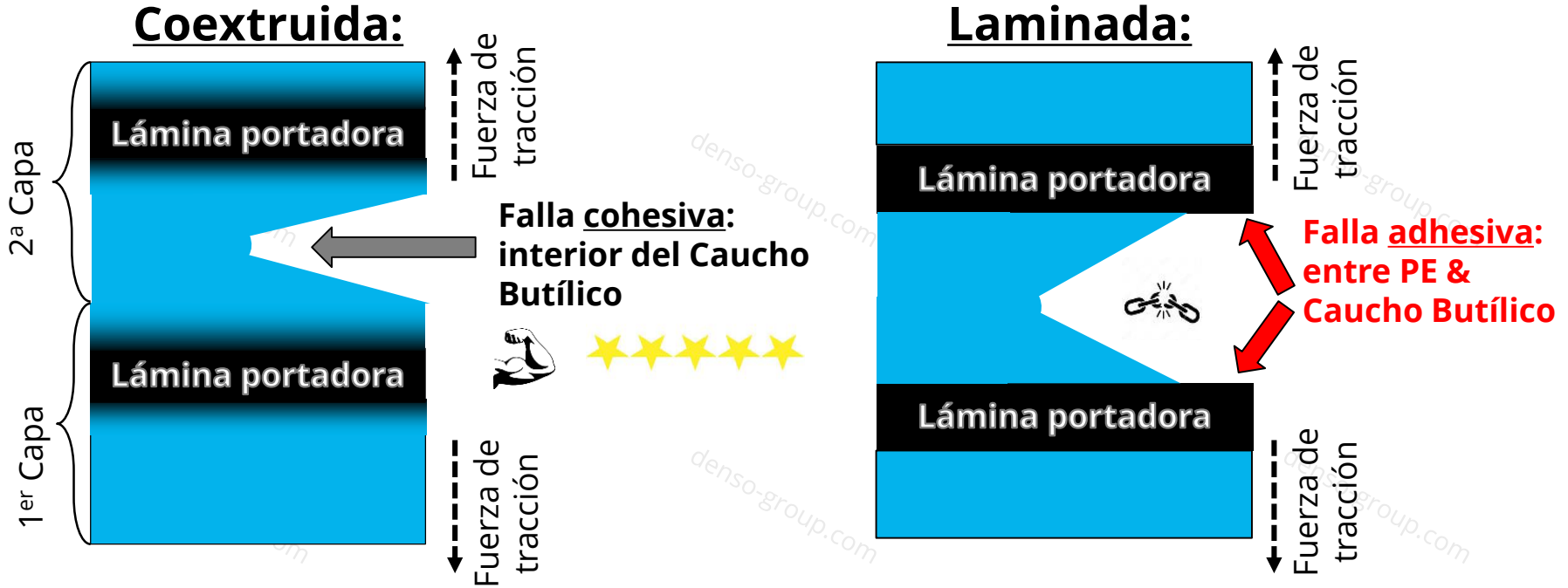
denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

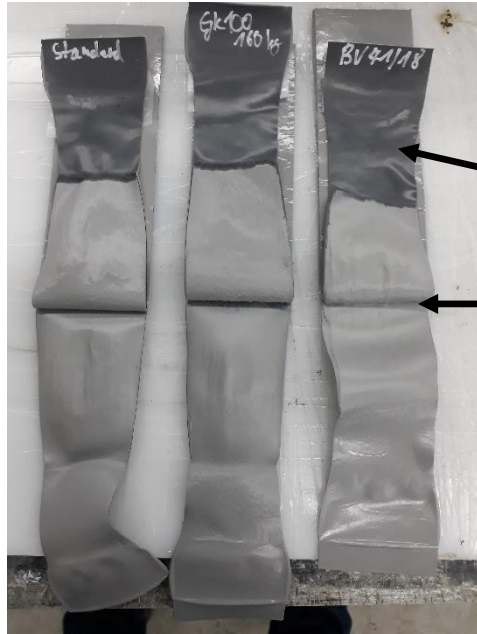
Cintas 3-capas - Adherencia capa a capa



➔ Cierta riesgo de delaminación solo en las Cintas Laminadas.

Cintas 3-capas - Adherencia capa a capa

3-Capas coextruidas Caucho Butílico/PE:



↑ Fuerza de tracción

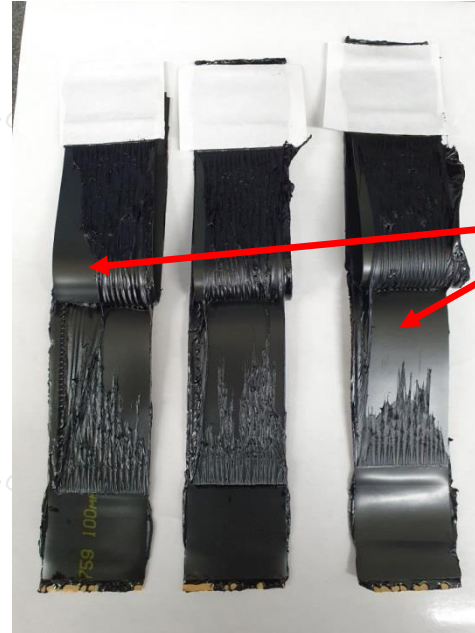
Elongacion del PE

Falla Cohesiva:
interior del Caucho Butílico



↓ Fuerza de tracción

2-Capas laminadas Bitumen/PVC:



↑ Fuerza de tracción

Falla Adhesiva:
entre PVC & Bitumen

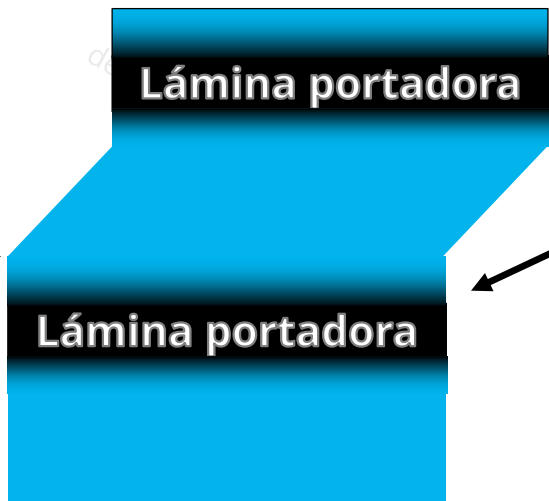
↓ Fuerza de tracción

Cintas 3-capas - Resistencia al Cizallamiento



Coextruida:

-----> Fuerza de tracción



-----> Fuerza de tracción

**No delaminación:
Gran resistencia al cizallamiento**

Laminada:

-----> Fuerza de tracción

**Delaminación =
reducida
resistencia al
cizallamiento**

1ª capa desprotegida



-----> Fuerza de tracción

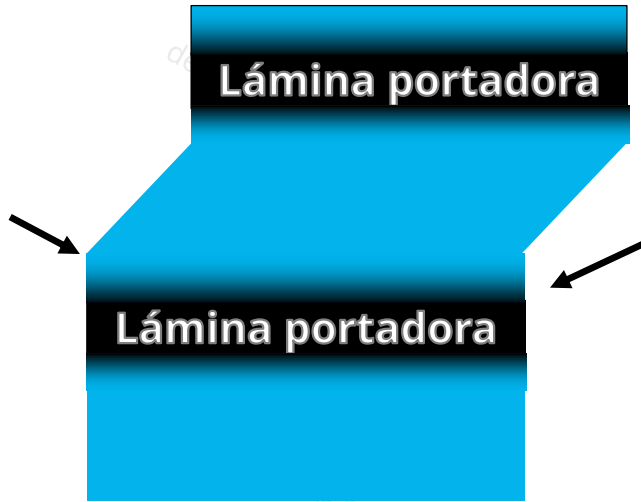
**Riesgo de delaminación después
del envejecimiento sólo con las
cintas laminadas**

Cintas 3-capas vs. 2-capas – Resistencia al Cizallamiento



Coextruida – 3-Capas:

-----> Fuerza de tracción



-----< Fuerza de tracción

**No delaminación:
Gran resistencia al cizallamiento!**

Laminada – 2-Capas:

**Delaminación =
Baja resistencia al
cizallamiento!**



**Los adhesivos suaves,
como el Bitumen son
menos resistentes a las
fuerzas de cizallamiento!**

**Alto riesgo de delaminación con
las cintas laminadas 2-capas!**

Pobre desempeño de las cintas laminadas 2-capas



**Baja resistencia al cizallamiento =
Baja resistencia al stress del terreno**

Descripción General de las Propiedades de las Cintas



Propiedades de las Cintas	Cintas 3-capas realmente coextruidas	Laminadas	
		Cintas 3-capas	Cintas 2-capas
Desempeño a largo plazo (envejecimiento)	Alto	Bajo	Bajo
Adherencia capa-a-capas	Mayor que EN-ISO	EN-ISO	Pobre
Modo de falla capa-a-capas	100% Cohesiva	Adhesiva-Cohesiva	Adhesiva
Resistencia al cizallamiento	Mayor que EN-ISO	EN-ISO	Pobre
Riesgo de corrosión en espiral	Muy Bajo	Bajo	Muy Alto
Espesor	Perfectamente uniforme	Menos uniforme	Menos uniforme
Cobertura del acero	Excelente	Limitado	Limitado
Flexibilidad a baja temperatura	Excelente	Pobre	Pobre

6. Cómo comprobar de manera fácil: Coextrusión - Laminado



denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

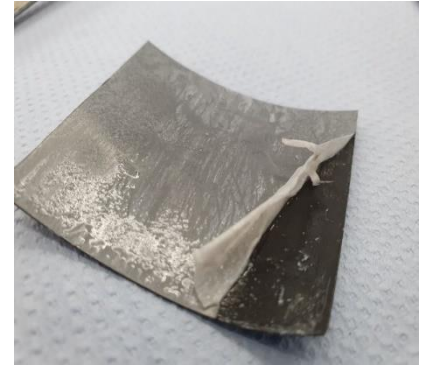
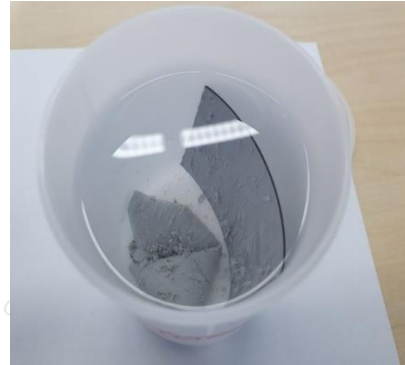
Prueba de inmersión en gasolina

Coextrusión - Laminado



Inmersión en gasolina: cintas 3-capa o 2-capa durante un mínimo de 2 horas

- El adhesivo residual se quita fácilmente, la lámina portadora es lisa o brillante:
Laminación
- El adhesivo residual sólo puede ser removido con dispositivos mecánicos sólidos:
Coextrusión



Adhesivo se quita fácilmente:
Laminado

Adhesivo se remueve difícilmente:
Coextrusión



7. Experiencias a largo plazo DENSOLEN®-Cintas 3-capas

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

Referencia: Energienetz Bayern (Alemania)



Energienetz Bayern GmbH (Munich/Alemania)

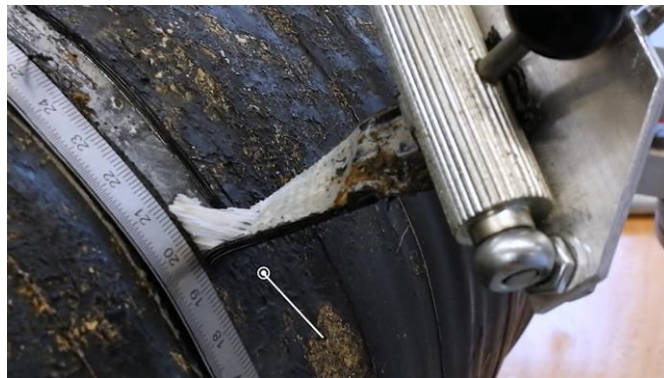
Red de ductos de 9.500 km

Ducto Moosburg – Straubing

- Año de construcción: 1976
- Protección anticorrosiva usada: DENSOLEN® 3-capas coextruidas, cinta PE/butílico
- Año de excavación: 2015
(**39 años** en operación)

Evaluación de revestimiento de juntas de campo después de 39 años:

- No fallas – No corrosión
- Adherencia: $\geq 1,83\text{N/mm}^*$ – ruptura cohesiva



*Requerimiento del estándar EN 12068:

$\geq 1,00\text{N/mm}$ mínimo

Referencia: Gascade STEGAL (Alemania)

Gascade Gastransport GmbH - Alemania

Red de ductos de 2.900 km

Ducto STEGAL 36"

- Año de construcción : 1992
- Protección anticorrosiva usada :
DENSOLEN® 3-capas coextruida, cinta PE/butílico.
- Año de excavación : 2012
(después de **20 años** en operación)

Evaluación de revestimiento de juntas de campo :

- No fallas – No corrosión
- Adherencia: 6,40N/mm*
- Ruptura cohesiva: espesor residual: 344 micrones

*Requerimiento del estándar EN 12068:

≥1,00N/mm mínimo





8. Conclusiones

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

Cintas 3-capas Realmente Coextruidas



- Autovulcanización = "Recubrimiento tipo **manguera impermeable**".
- **No corrosión en espiral.**
- Mejor cobertura del acero.
- Adherencia superior **capa-a capa.**
- **Resistencia al cizallamiento** superior = "Resistencia superior al stress del terreno".
- Excelente **expectativa a largo-plazo** comprobada en inspecciones del recubrimiento.
- **Ningún otro revestimiento** con Cintas tiene un historial más largo y probado en el campo



- **La estructura de las cintas importan:**
 - Cintas 3-capas crean un recubrimiento tipo-manguera.
 - Cintas 2-capas corren riesgo a fallar como encintado anticorrosivo.
- **Los materiales de las cintas sí importan:**
 - PE/Caucho Butílico es superior al PVC/Bitumen, por ejemplo.
 - PE/Caucho Butílico exitosamente probadas en campo por décadas!
- **La tecnología de fabricación de las cintas sí import:**
 - La coextrusión real es una tecnología de producción de cintas superior.
 - Las cintas de capas laminadas corren el riesgo de fallar a largo plazo.



Gracias por su atención!

Rogamos consultarnos ante
cualquier pregunta!

Contacto:

Marco Hamawi

Area Sales Manager

Teléfono: +49 214 2602 254

Móvil: +49 1702272618

Correo electrónico:

marco.hamawi@denso-group.com

[denso-group.com](https://www.denso-group.com)