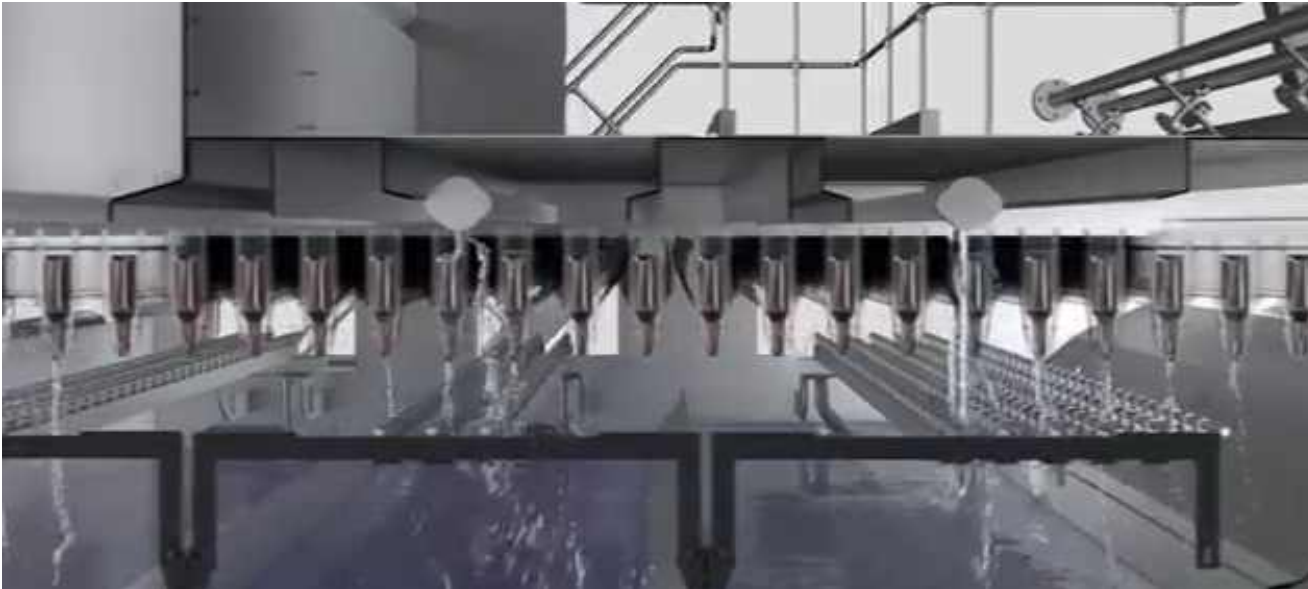


Lavado de botellas de PET y vidrio Retornables con etiquetas de papel y adhesivos en base acuosa



*Dra. Lorena Romero Zaliz Design and development*  
*Bioq. Josefina Labombarda Design and development*  
*Lic. Carlos Wildner Fox Technical and Development Manager*

*Influencia del adhesivo y de las etiquetas de papel en el proceso de lavado*

# Contenido

## *1. Análisis de la influencia de las etiquetas*

### 1.1 El papel soporte.

- Resistencia en Húmedo
- Resistencia del papel al NaOH

### 1.2 Tratamiento del anverso

- Estucado de una cara
- Características ópticas
- Sistemas de Impresión
- Metalizado y gofrado

### 1.3 Tratamiento del Reverso

- Valor de Cobb

### 1.4 Problemas asociados al reverso

- Reverso hidrófobo

### 1.5 Problemas asociados al anverso

- Penetración de soda cáustica
- Técnica de ensayo
- Críticas a la implementación de la Norma DIN 16524

## *2. Análisis de la influencia de los adhesivos*

### 2.1 Adhesión y cohesión

- Adherencia inicial y curado de los adhesivos de etiquetado
- Resistencia a la cizalla (shear)
- Técnica de análisis de cizalla
- Adhesivos de shear bajo y alto

### 2.2 Comparación de adhesivo para etiquetado

- Fallo adhesivo, cohesivo y rotura de sustrato
- Agentes de Crosslinkeado

### 2.3 Tiempo de desprendimiento y Steeping off

- Fundamentación
- Técnica de análisis

## Objetivo

El objetivo principal del presente documento es disponer de métodos de ensayo que puedan utilizarse para especificar y controlar las características de liberación de los insumos de packaging utilizados durante la limpieza de botellas.

La norma DIN 16524-6 ha sido hasta ahora el método de ensayo más utilizado para la observación del tiempo de liberación de las etiquetas, sin embargo, en su forma actual no es el más adecuado para esta tarea.

El comportamiento de liberación esperada de las etiquetas en las lavadoras de botellas puede ser analizado con el "método orientado al proceso". Este método es adecuado para identificar el potencial de optimización en el lavado de botellas, así como para estimar las propiedades de liberación al cambiar los componentes individuales del etiquetado en húmedo, tales como el tipo de papel o el adhesivo.

Los resultados de los análisis de las etiquetas, los adhesivos y los parámetros de limpieza son de gran importancia en el denominado "método orientado al proceso de lavado".

## Metodología

- 1. Análisis de la influencia de las etiquetas*
- 2. Análisis de la influencia de los adhesivos*

## 1. Análisis de la influencia de las etiquetas

### Fundamentos

El comportamiento de desprendimiento de las etiquetas de las botellas de bebidas hechas de papel está influenciado tanto por la propia etiqueta como por numerosos otros factores.

### Fabricación de papel y parámetros característicos de la calidad

La producción de papel para etiquetas de bebidas es en su mayor parte en las máquinas Fourdrinier.

La pasta, mezclada con agua corriente (contenido de agua 99%, 1% de fibra y sólidos) se introduce en la máquina a través de la caja de entrada, donde se pulveriza la masa líquida finamente en el cable giratorio. Aquí es donde se lleva a cabo la formación del papel. Luego de que la mayor parte del agua se drena, la humedad residual se reduce al 5% u 8% en las secciones de prensado y secado.

El papel es luego alisado, pintado y, eventualmente se realiza una refinación posterior.

Los papeles para etiquetas constan principalmente de tres componentes:

- 1.1 El papel soporte.**
- 1.2 El estuco del anverso. Sistemas de Impresión (Offset, Huecograbado)**
- 1.3 El tratamiento del reverso.**

# El papel soporte. Resistencia en seco y en húmedo. Resistencia del papel al NaOH

## 1.1 El papel soporte

En la fabricación del papel soporte se agregan agentes para el encolado, resinas como colofonia, que contribuyen a la resistencia en seco o en húmedo, almidones, cargas minerales, ayudas para la retención, colorantes, u otros materiales similares que se introducen a la pasta para así crear en ella propiedades especiales.

El empleo de ciertas resinas termoestables, en particular las aminoplastas, la urea-formaldehído (UF) y la melamina-formaldehído (MF), mejoran en forma notable la resistencia del papel cuando se humedece, al unir las fibras de celulosa. Los papeles soporte generalmente sin pasta de madera deben poseer una alta resistencia para soportar la tracción durante el proceso de etiquetado.

Las fibras celulósicas son hidrofílicas y por ello se humedecen e hinchan fácilmente con el agua.

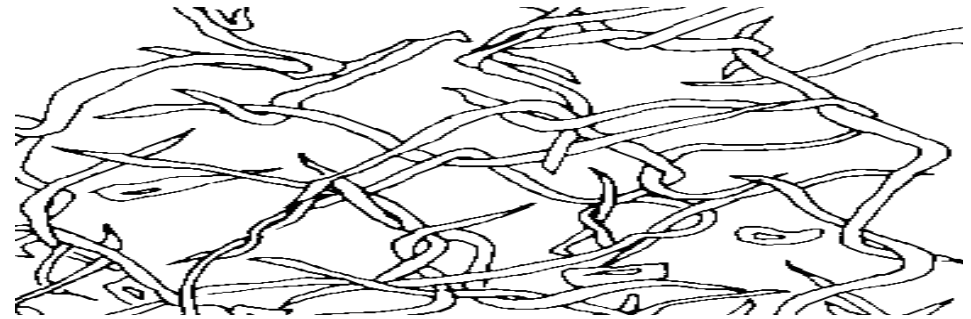
Un **papel con resistencia en húmedo** muestra una resistencia extraordinaria a la ruptura o la desintegración cuando se le satura con agua.

La principal característica en la limpieza de las botellas dentro de un sistema de botellas retornables es la **resistencia del papel a la lejía**. La etiqueta no deberá desintegrarse durante el baño de soda cáustica sino que deberá desprenderse de la botella pero permanecer entera y prolongar así la vida útil de la solución cáustica.

Durante la fabricación de papel, las características del papel de etiquetas son ajustadas. Para un buen comportamiento en máquina de papeles para etiquetas son críticos los valores de resistencia a la tracción en húmedo y en seco.

Si se utilizan las etiquetas en botellas de vidrio retornables, se requiere

adicionalmente que el papel base tenga resistencia contra el deshilachado en la lavadora de botellas.



Es esencial para la reutilización de etiquetas, que las mismas sean resistentes al álcali, que sean permeables al álcali y que las tintas de impresión no pierdan adherencia en el baño de soda.



## Especificación técnica de etiquetas con parámetros de calidad definidos

Característica de Calidad		Unidades	Valores			Tol.	Método
Gramaje		g/m <sup>2</sup>	70	75	80	± 4	DIN EN ISO 536
Espesor		µm	58	63	68	± 5 %	DIN EN ISO 534
Brillo		%	57	57	57	± 5	ISO 8254-1 (75º)
Blancura		%	92	92	92	± 2	ISO 2470-2
Rugosidad	Anverso	µm	< 1.1	< 1.1	< 1.1		ISO 8791-4
	Reverso	µm	> 2	> 2	> 2		ISO 8791-4
Cobb reverso		g/m <sup>2</sup>	13	13	13	± 2	ISO 535 (60 seg)
Opacidad		%	86.5	87.0	89.0	± 2	ISO 2471
Opacidad en húmedo		%	72	75	77		ISO 2471 (reverso) con 5 min de inmersión en agua
Tracción en seco (MD)		N/15mm	≤55	≤60	≤65		DIN EN ISO 1924-2
Tracción en húmedo (MD)		N/15mm	15	15	15	± 2	DIN ISO 3781
Tiempo de desprendimiento en NaOH		seg.	< 160	<160	<160		DIN 16524-6
Tiempo de penetración de NaOH		seg	< 60	< 60	< 60		DIN 16524-6
Fijación de la tinta en NaOH		min	> 20	> 20	> 20		DIN 16524-7
Resistencia frente a NaOH			1	1	1		DIN 16524-7 (Examinación visual)

# El estuco del anverso. Estucado de una cara

## 1.2 El tratamiento del anverso

El estuco del anverso básicamente está compuesto por pigmentos tales como caolín y creta así como aglutinantes para mejorar su capacidad de impresión.

Otros aditivos sirven para definir ciertas características tales como la blancura. En general, se aceptan los beneficios derivados de las cargas, y la adición de algunos de éstos, tales como caolín, carbonato de calcio y el dióxido de titanio.

Las cargas son muy deseables en papeles para impresión, en los cuales mejoran propiedades de impresión.

Para eliminar en lo posible una contaminación de la sosa cáustica de agentes extraños y lograr así un uso prolongado de la lejía es necesario una buena fijación de la tinta de impresión. Para ello son decisivos la composición del estuco y la solidez de la tinta.

Se cuenta con un gran número de cargas a disposición del químico papelerero, los que van desde los caolines baratos y de bajo grado hasta los pigmentos costosos de dióxido de titanio.

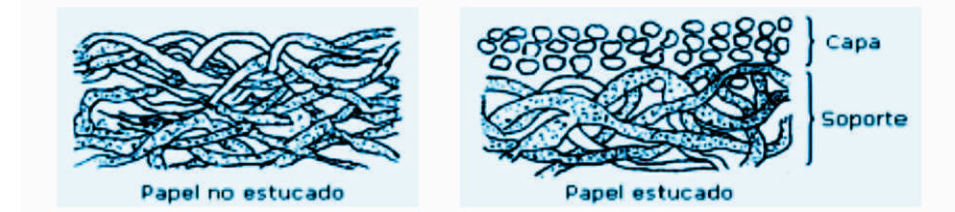
Con la operación de estucado se consiguen, principalmente, una serie de ventajas con respecto a un papel no estucado, como las siguientes:

- Mayor nitidez en las imágenes impresas
- Papel más opaco
- Consumo más reducido de tintas

### **Estucado de una cara:**

Constituye una especialidad dentro de los estucados de doble capa. Suele tener siempre acabado brillante, aunque también existe el acabado gofrado.

Este tipo de papel siempre lleva un tratamiento dorsal para evitar el abarquillado, que es un problema muy complicado que aparece en el momento de la impresión.



Las principales cargas o rellenos en uso son: caolín, carbonato de calcio, dióxido de titanio, sulfuro de cinc, sulfato de calcio, sílice diatomácea.

Es necesario tener en cuenta que el papel presente una suficiente opacidad en estado húmedo.

Las características ópticas tales como:

- **Blancura**
- **Lisura**
- **Brillo**

Son determinantes para la calidad de impresión: La blancura y el brillo son importantes para la brillantez de la reproducción de los colores. La lisura determina la exactitud de la reproducción.

Existen un gran número de tests que evalúan las propiedades ópticas así como la adherencia de colores.

## Especificación técnica de etiquetas con parámetros de calidad definidos

Característica de Calidad		Unidades	Valores			Tol.	Método
Gramaje		g/m <sup>2</sup>	70	75	80	± 4	DIN EN ISO 536
Espesor		µm	58	63	68	± 5 %	DIN EN ISO 534
Brillo		%	57	57	57	± 5	ISO 8254-1 (75º)
Blancura		%	92	92	92	± 2	ISO 2470-2
Rugosidad	Anverso	µm	< 1.1	< 1.1	< 1.1		ISO 8791-4
	Reverso	µm	> 2	> 2	> 2		ISO 8791-4
Cobb reverso		g/m <sup>2</sup>	13	13	13	± 2	ISO 535 (60 seg)
Opacidad		%	86.5	87.0	89.0	± 2	ISO 2471
Opacidad en húmedo		%	72	75	77		ISO 2471 (reverso) con 5 min de inmersión en agua
Tracción en seco (MD)		N/15mm	≤55	≤60	≤65		DIN EN ISO 1924-2
Tracción en húmedo (MD)		N/15mm	15	15	15	± 2	DIN ISO 3781
Tiempo de desprendimiento en NaOH		seg.	< 160	< 160	< 160		DIN 16524-6
Tiempo de penetración de NaOH		seg	< 60	< 60	< 60		DIN 16524-6
Fijación de la tinta en NaOH		min	> 20	> 20	> 20		DIN 16524-7
Resistencia frente a NaOH			1	1	1		DIN 16524-7 (Examinación visual)

# Sistemas de Impresión

Los papeles de etiquetas se suministran ya sea como rollos o en hojas para procesamiento adicional en las plantas de impresión.

Los tres métodos de impresión más comunes son

- **Huecograbado,**
- **Impresión offset**
- **Impresión flexográfica.**

## Huecograbado

En la impresión por huecograbado, las partes de impresión están empotradas en el cilindro de impresión.

El cilindro giratorio, cromado, se sumerge en la tinta y no está recubierto en los puntos libres de impresión, de modo que sólo la tinta se transfiere directamente desde las copas al papel.

El volumen de las copas individuales es decisivo para la aplicación de tinta en el papel. Después de la impresión, la banda de papel se hace pasar a través de una unidad de calentamiento en la que los disolventes a base de alcohol contenidos en la tinta de impresión se evaporan.

El huecograbado está destinado (por la presión del rodillo, la alta vida útil de los cilindros de impresión, en combinación con los altos costos de producción de los cilindros) especialmente para tiradas de etiquetas medianas y grandes.

## Offset

Las piezas de impresión y de no impresión están en un nivel. La placa de impresión es una placa de metal o plástico que ha sido pretratada mediante métodos fotoquímicos de tal manera que las partes no imprimibles son hidrófilas y repelen

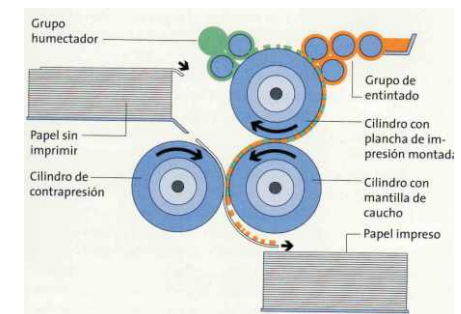
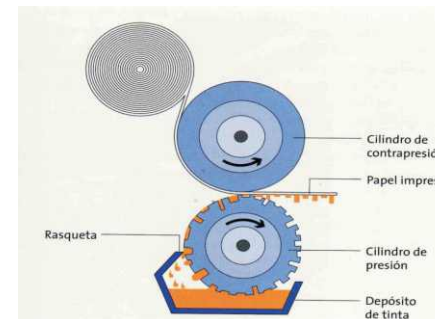
la tinta, mientras que las partes de impresión son hidrófobas y atraen la tinta de impresión que contiene grasa. La tinta espesamente viscosa se transfiere a la placa de impresión previamente humedecida a través de los rodillos de aplicación de tinta.

La impresión offset es un proceso de impresión indirecta porque la forma de impresión transfiere primero la imagen impresa a un cilindro de goma antes de imprimir el papel.

Las tintas offset se secan oxidativamente con la ayuda de un polvo antiinmaculante, que mantiene las hojas de papel a una distancia y permite el contacto con el oxígeno.

En comparación con la impresión por huecograbado, la impresión offset es un proceso de impresión más económico debido a la menor vida útil de la plancha de impresión combinada con menores costes de producción para tiradas de impresión pequeñas y medianas.

*Imágenes de Impresión en Huecograbado y en Offset respectivamente*

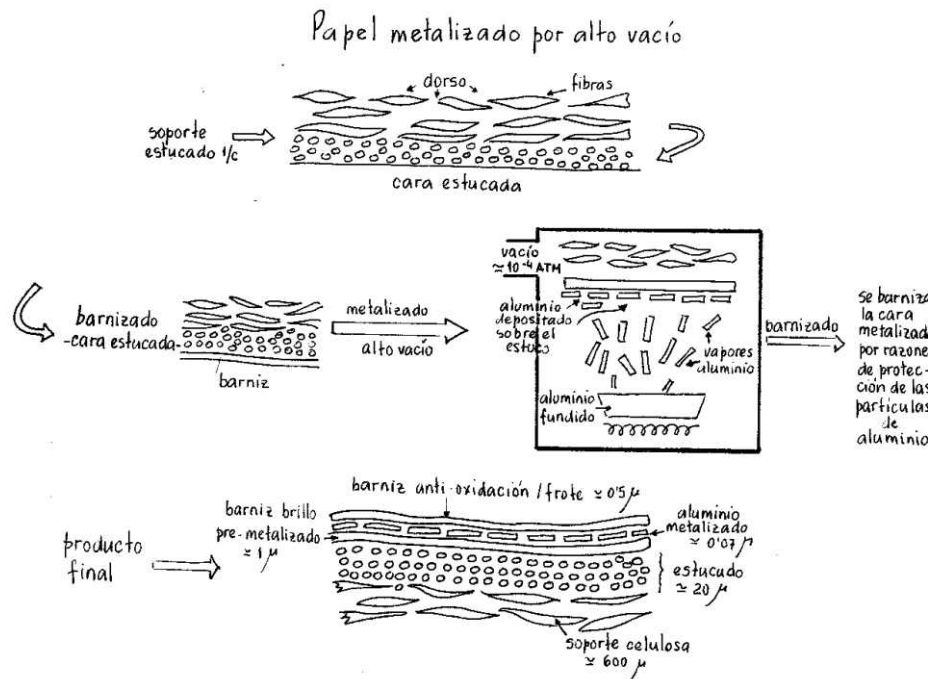




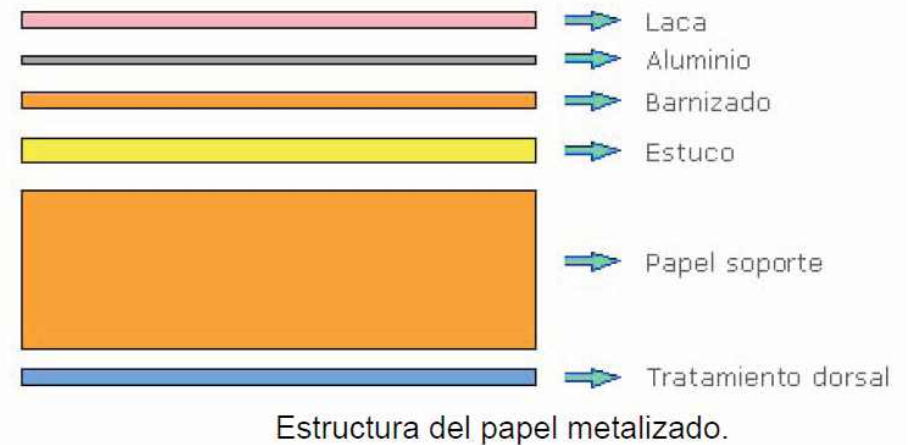
# Metalización y Gofrado

Los papeles para etiquetas metalizadas se parecen a hojas de metal y ofrecen a los diseñadores posibilidades de diseño adicionales.

Etiquetas metalizadas son producidas principalmente por metalización al vacío, en el cual se aplica una capa de metal de espesor de 0,3 micras a 0,4 micras. Esto conduce a un aumento de peso de aproximadamente  $0,4 \text{ g/m}^2$ .



Los papeles base metalizados constituyen una categoría especial muy importante. Papeles para etiquetas metalizados son empleados hoy en día sobre todo en la decoración de cervezas premium.



La elaboración de estos papeles se realiza sobre todo con el proceso de metalizado al vacío, mediante el cual una capa de metal, ultradelgada es aplicada sobre un substrato para lograr el efecto de una superficie metálica.

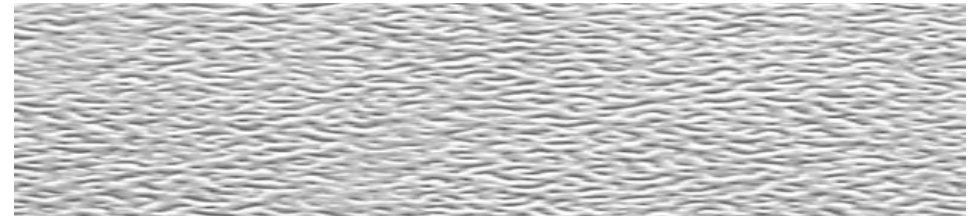
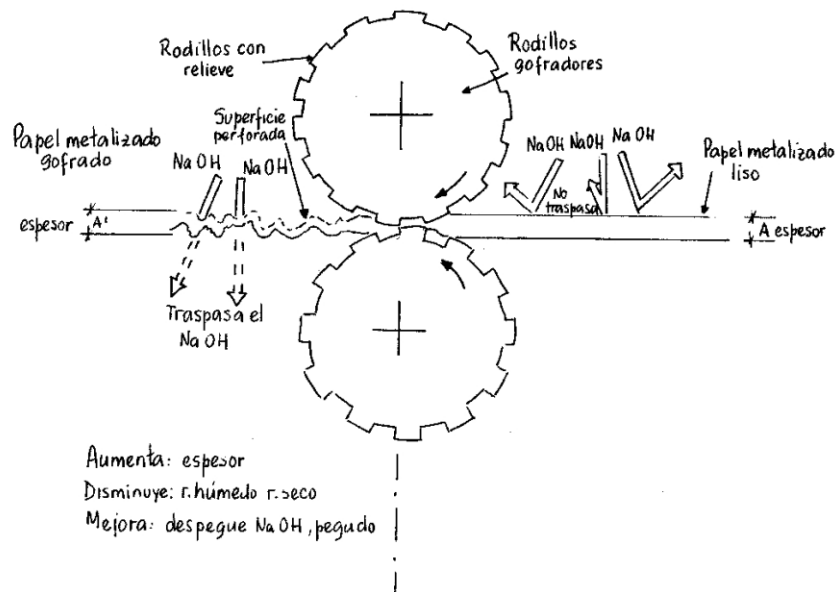
(Handbook. Kronen 2002:105).

# Metalización y Gofrado

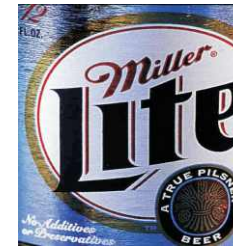
Para aumentar la flexibilidad de las etiquetas, sobre todo cuando tienen alto contenido de barniz, etiquetas metalizadas y aquellas que presentan alta rigidez, son sometidas a un proceso de gofrado. Esto consiste en hacer un relieve continuo, de fondo, sin registro, en un papel para darle una textura no lisa.

El proceso de gofrado puede realizarse sobre cualquier tipo de papel, cartulina, antes o después de la impresión y sobre cualquier tipo de acabado superficial (laca, barniz).

## Gofrado del papel metalizado



El gofrado se lleva a cabo haciendo pasar el material entre dos rodillos gofradores engravados mecánicamente que presionan la lámina de material para conseguir en relieve el dibujo deseado.



Los papeles que se utilizan para este propósito son tratados para aumentar la flexibilidad y reducir el tiempo de desprendimiento en la máquina de limpieza de botellas.

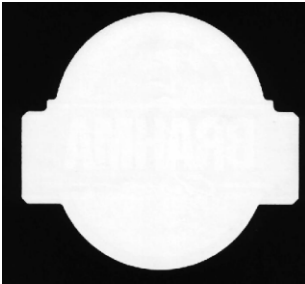
Debido al gofrado, las fibras de papel se rompen y el papel es así susceptible a la penetración de la humedad y el álcali a través del lado de la impresión.

Además, los papeles de base tienen un valor inferior de Cobb a diferencia del papel blanco estándar para prevenir arrugas.

# El tratamiento del reverso

## 1.3 El tratamiento del reverso

Una vez estucado e impreso el papel para etiqueta, presenta nuevos parámetros que son necesarios considerar.



No solo son importantes ahora las **propiedades ópticas** y de **resistencia del papel soporte**, sino que también, luego de la impresión, factores como fijación de la tinta, absorción de agua (el valor de Cobb), la suavidad y la rugosidad del dorso de la etiqueta son decisivos para la separación, la transferencia de la etiqueta, la humectación del adhesivo y una aplicación lisa en botellas mojadas. Estos factores constituyen aspectos de relevancia en el proceso de etiquetado.

En los papeles para etiquetas se tiene, debido al estucado de una sola cara, generalmente una distorsión de la hoja que tiende a curvarse en la cara estucada.

El tratamiento del reverso tiene sobre todo la finalidad de garantizar una buena planeidad bajo las más diversas condiciones climáticas.

El valor de Cobb es una medida de la capacidad de absorción de agua de la etiqueta.

La cantidad de agua del adhesivo de etiquetado y de la superficie de la botella se absorbe a través de la porción de fibra y se libera de nuevo con el secado del adhesivo con un retraso de tiempo.

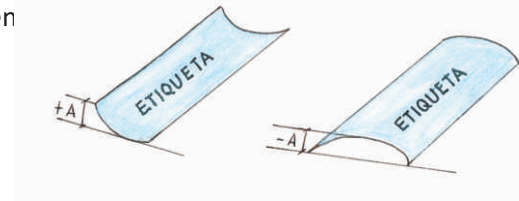
El gramaje del papel base y el valor Cobb del dorso retrasan la elongación de las fibras.

El papel estucado en una cara siempre lleva un tratamiento dorsal para evitar el efecto de flotación (tendencia al enrollamiento) y falta de planeidad, que es un problema muy complicado que aparece en el momento de la impresión.

Un papel de etiquetas adecuado no debe presentar, después de ser humedecido, un curvado que podría afectar a su procesamiento.

Los collarines son un claro ejemplo en donde se observa con mayor frecuencia este obstáculo de procesamiento. Esto se ve claramente cuando las etiquetas encoladas tienden a ondularse antes de ser pegadas sobre el envase (técnica asociada: flotación).

El tratamiento del reverso tiene como principal objetivo garantizar que las etiquetas estucadas en una cara no presenten los inconvenientes de flotación y de planeidad men



## Especificación técnica de etiquetas con parámetros de calidad definidos

Característica de Calidad		Unidades	Valores			Tol.	Método
Gramaje		g/m <sup>2</sup>	70	75	80	± 4	DIN EN ISO 536
Espesor		μm	58	63	68	± 5 %	DIN EN ISO 534
Brillo		%	57	57	57	± 5	ISO 8254-1 (75º)
Blancura		%	92	92	92	± 2	ISO 2470-2
Rugosidad	Anverso	μm	< 1.1	< 1.1	< 1.1		ISO 8791-4
	Reverso	μm	> 2	> 2	> 2		ISO 8791-4
Cobb reverso		g/m <sup>2</sup>	13	13	13	± 2	ISO 535 (60 seg)
Opacidad		%	86.5	87.0	89.0	± 2	ISO 2471
Opacidad en húmedo		%	72	75	77		ISO 2471 (reverso) con 5 min de inmersión en agua
Tracción en seco (MD)		N/15mm	≤55	≤60	≤65		DIN EN ISO 1924-2
Tracción en húmedo (MD)		N/15mm	15	15	15	± 2	DIN ISO 3781
Tiempo de desprendimiento en NaOH		seg.	< 160	>160	<160		DIN 16524-6
Tiempo de penetración de NaOH		seg	< 60	< 60	< 60		DIN 16524-6
Fijación de la tinta en NaOH		min	> 20	> 20	> 20		DIN 16524-7
Resistencia frente a NaOH			1	1	1		DIN 16524-7 (Examinación visual)

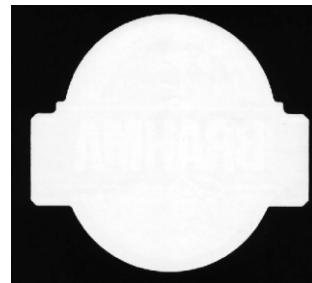
# Problemas asociados al reverso. Reverso hidrófobo

## 1.4 Problemas asociados al reverso

Krones destaca, en la Guía técnica y práctica sobre la decoración exitosa de productos “El Mundo de la Etiquetas”, las perturbaciones durante el etiquetado con adhesivo frío.

En el mismo indica: La etiqueta no acepta adhesivo y da como causa posible el reverso hidrófugo, transferencia o traspaso de la tinta y/o de la laca,

KRONES



Como consecuencia de este reverso hidrófugo disminuye la energía superficial del papel y se hace necesario el uso de adhesivos con muy baja tensión superficial para poder humectar el papel.



El adhesivo sintético utilizado en el proceso de etiquetado debe contemplar, en su diseño, esta particularidad.

En otras palabras, el adhesivo tiene que presentar baja tensión superficial para que pueda mojar, humectar y penetrar fácilmente en los poros de la etiqueta, para evitar posibles perturbaciones.

En términos de Krones: si la etiqueta no acepta el adhesivo por reverso hidrófugo, la consecuencia inmediata es el aumento significativo de la dosificación de pegamento, lo cuál implica un tack de etiquetado (fijación a la botella en el proceso de etiquetado) muy superior a los 10 segundos (movimiento de la etiqueta en el rozamiento de las botellas).

Con el uso de un adhesivo adecuado se logra la fijación deseada incluso con etiquetas con baja energía superficial, esto es, 38 dyn/cm.

# Problemas asociados al anverso. Impermeabilidad al NaOH. Penetración de NaOH

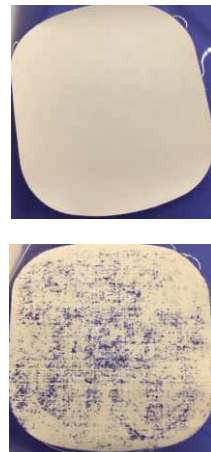
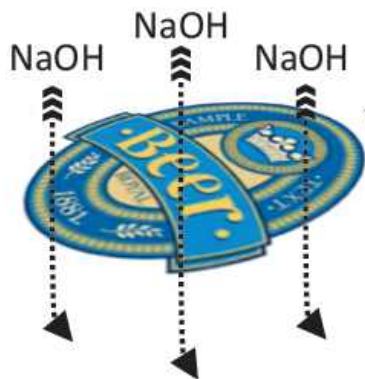
## 1.5 Problemas asociados al anverso. Penetración de soda cáustica.

Para asegurar el correcto lavado de la etiqueta en la lavadora, es necesario que la solución de soda cáustica utilizada traspase la etiqueta para entrar en contacto con el adhesivo y, al disolverlo, libere la etiqueta de la botella. Este traspaso debe ser lo suficientemente rápido para que la etiqueta se desprenda en las condiciones y tiempo de lavado de las botellas.

Por los distintos procesos de impresión, por el metalizado, así como por el uso de diferentes tintas y barnices, es muy común observar problemas de penetración del NaOH por el anverso de la etiqueta y como consecuencia de esto la solución cáustica no toma contacto con el adhesivo.

El método de análisis utilizado, para observar el tiempo de penetración de soda cáustica, se realiza con un indicador ácido-base aplicado en el reverso de la etiqueta. Se realiza el análisis en un baño de soda cáustica bajo los parámetros de ensayo, esto es:

Temperatura del ensayo: ambiente  
Concentración de NaOH: 1,5 %



### Técnica: **Penetración de NaOH**

Llenar 2/3 del recipiente con soda cáustica al 1,5 % y hacer el ensayo a temperatura ambiente.

Espolvorear el reverso de la etiqueta con Timolftaleína y retirar el exceso.

Colocar la etiqueta con la cara impresa hacia la solución de NaOH y poner en marcha el cronómetro.

Parar el mismo cuando haya traspasado aproximadamente el 90% de la etiqueta.

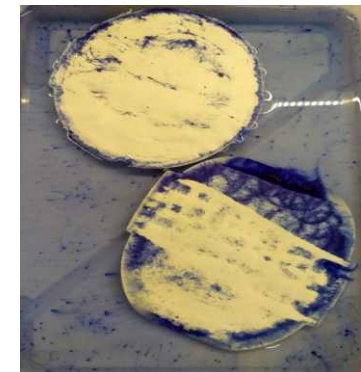
Realizar el ensayo en, por lo menos, cinco etiquetas (ya que el gofrado suele ser irregular y se pueden ver diferencias entre etiquetas).



Tiempo de Referencia: **< 60 segundos.**

En la figura se observan claramente la penetración no uniforme del NaOH en la superficie de la etiqueta.

La zona sin colorear (como consecuencia del uso de diferentes tipos de tintas, unas más permeables que las otras a la NaOH), se las denomina puntos "clavos", ya que pueden dificultar la remoción de la etiqueta en la lavadora.



# Penetración de soda cáustica de la etiqueta. Técnica de ensayo

## 1. Objetivo

Medir el tiempo que tarda la soda cáustica en penetrar a través de una etiqueta.

## 2. Fundamento

Para asegurar el correcto lavado de la etiqueta en la lavadora es necesario que la solución de soda cáustica utilizada traspase la etiqueta para entrar en contacto con el adhesivo y, al disolverlo, libere la etiqueta de la botella. Este traspaso debe ser lo suficientemente rápido para que la etiqueta se desprenda en las condiciones y tiempo de lavado de las botellas.

La penetración de soda cáustica se observa mediante un indicador ácido-base aplicado en el reverso de la etiqueta al colocarla en un baño de soda cáustica a temperatura ambiente.

## 3. Equipos y materiales

- Recipiente para solución de soda cáustica (NaOH) al 1,5 %.
- Etiquetas
- Cronómetro.
- Termómetro

## 4. Reactivos

Solución de soda cáustica al 1,5 %  
Timolftaleína (sólida)



## 5. Desarrollo

- Llenar 2/3 del recipiente con soda cáustica al 1,5 % y llevar a temperatura de 20-25°C.
- Espolvorear el dorso de la etiqueta a analizar con timolftaleína.
- Colocar la etiqueta con la cara impresa hacia la solución de NaOH y poner en marcha el cronómetro.
- Parar el mismo cuando haya traspasado aproximadamente el 90% de la etiqueta.
- Realizar el ensayo en, por lo menos, cinco etiquetas (ya que el gofrado suele ser irregular y se pueden ver diferencias entre etiquetas de una misma partida).

## 6. Expresión de resultados

- Expresar los minutos que tarda la etiqueta en ser traspasada.
- Anotar posibles puntos conflictivos, en los que el traspaso sea más dificultoso, a pesar de su pequeña superficie, pues se pueden comportar como “clavos” que sujetan la etiqueta en la lavadora.

## 7. Referencias

Un traspaso < 60 segundos no provoca problemas en la lavadora.



# Problemas asociados al anverso: Penetración de NaOH

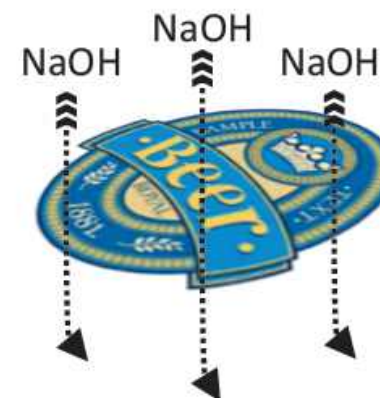
Críticas a la implementación de la norma DIN 16 524-6. Parte "A"

La norma DIN 16524-6 ha sido hasta ahora el método de ensayo más utilizado para la observación de la penetración de soda cáustica y tiempo de liberación de las etiquetas, sin embargo, en su forma actual no es la más adecuada para esta tarea.

A continuación se describen los inconvenientes sobresalientes en la aplicación de la Norma DIN 16524-6 :

- No determina la influencia del encolado cuando hay superposición, es decir, cuando se solapan las etiquetas de cuello.
- La norma DIN 16524-6 prescribe un adhesivo neutro de caseína, mezclado con fenoltaleína, esto dificulta a las empresas a efectuar el ensayo, por falta de elementos y conocimiento para su elaboración.
- El diámetro descrito en la norma, para realizar las probetas de las etiquetas a analizar, no contempla los puntos clavos que pueden existir en toda el área de la misma. Tampoco contempla por su forma los collarines o la contraetiqueta.
- Mediante procesos de humectación y absorción de humedad del adhesivo en la estructura de fibras del papel, la cantidad de adhesivo absorbida depende del tiempo de contacto entre la etiqueta y el adhesivo. Este tiempo de contacto no está definido según DIN 16524-6.
- **Según DIN 16524-6, el encolado indirecto se realiza con una cuchilla de 50  $\mu\text{m}$ .** Dependiendo de las influencias mencionadas anteriormente, se transfieren cantidades de adhesivo de aproximadamente 45 g/m<sup>2</sup>. En el caso del etiquetado industrial, por el contrario, lo usual son dosificaciones de entre 16 g/m<sup>2</sup> y 20 g/m<sup>2</sup>.

La Norma DIN 16524-6 debe modificarse de tal manera que el análisis de las etiquetas, en las condiciones más desfavorables, pueda predecirse con fiabilidad por medio del resultado de medición.





## Especificación técnica de etiquetas con parámetros de calidad definidos

Característica de Calidad		Unidades	Valores			Tol.	Método
Gramaje		g/m <sup>2</sup>	70	75	80	± 4	DIN EN ISO 536
Espesor		µm	58	63	68	± 5 %	DIN EN ISO 534
Brillo		%	57	57	57	± 5	ISO 8254-1 (75º)
Blancura		%	92	92	92	± 2	ISO 2470-2
Rugosidad	Anverso	µm	< 1.1	< 1.1	< 1.1		ISO 8791-4
	Reverso	µm	> 2	> 2	> 2		ISO 8791-4
Cobb reverso		g/m <sup>2</sup>	13	13	13	± 2	ISO 535 (60 seg)
Opacidad		%	86.5	87.0	89.0	± 2	ISO 2471
Opacidad en húmedo		%	72	75	77		ISO 2471 (reverso) con 5 min de inmersión en agua
Tracción en seco (MD)		N/15mm	≤55	≤60	≤65		DIN EN ISO 1924-2
Tracción en húmedo (MD)		N/15mm	15	15	15	± 2	DIN ISO 3781
Tiempo de desprendimiento en NaOH		seg.	< 160	< 160	< 160		DIN 16524-6
Tiempo de penetración de NaOH		seg	< 60	< 60	< 60		DIN 16524-6
Fijación de la tinta en NaOH		min	> 20	> 20	> 20		DIN 16524-7
Resistencia frente a NaOH			1	1	1		DIN 16524-7 (Examinación visual)

## 2. Análisis de la influencia de los adhesivos.

### 2.1 Adhesión y cohesión

Según la norma DIN 8593-8, el término adhesivo se define como un material no metálico, que puede unirse por adhesión superficial (adhesión) y resistencia interna (cohesión), sin que la estructura de los cuerpos cambie significativamente. Los adhesivos para el etiquetado de botellas en la industria de bebidas son sistemas de materiales complejos, los cuales deben desempeñarse en un entorno altamente tecnológico. Para un buen funcionamiento de estos adhesivos, además de una alta calidad del producto, es importante que cumplan con los diferentes requisitos de la operación de embotellado.

#### Adhesión

Si las moléculas adhesivas interactúan con la superficie del vidrio húmedo, se llaman adherencia, adhesión o fuerza de unión. En él se describe la cohesión mecánica que se desarrolla entre dos fases condensadas en contacto. La adhesión se compone de la adhesión mecánica y la adhesión específica.

La adhesión mecánica en el caso de adhesivos de etiquetado se basa en la formación de un micro-dentado formado por la unión del adhesivo curado en las microscópicamente pequeñas depresiones de la superficie de vidrio.

Se complementa con la adhesión específica causada por la unión intermolecular y química. El carácter dipolar de las moléculas, de acuerdo con la teoría de la polarización de DeBruyne (1935), y la formación de una capa doble eléctrica, según la teoría electrostática de Derjagin (1950), son por lo tanto decisivas para la fuerza de la unión.

#### Cohesión

En el caso de adhesivos, la cohesión, también denominada fuerza cohesiva, denota las fuerzas que dan lugar a la cohesión interna del adhesivo.

Resultados de cohesión de la encapsulación mecánica de las moléculas de cadena

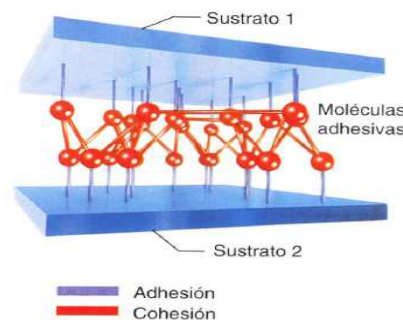
larga y los enlaces químicos dentro de las moléculas. Sin embargo contribuyen la atracción de las moléculas vecinas, y las fuerzas intermoleculares. Estos incluyen enlaces iónicos, de van der Waals y enlaces de hidrógeno.

#### Adherencia inicial y curado de los adhesivos de etiquetado

Una pronunciada adherencia inicial sobre superficies húmedas y frías es de crucial importancia para el etiquetado de las botellas

Después de la fijación inicial de la etiqueta por la adhesión inicial, el adhesivo tiene que endurecer para establecer un vínculo duradero. Tan pronto el adhesivo se seca, las fuerzas de cohesión aumentan como resultado del aumento en la proximidad de las macromoléculas y el incremento en los enlaces químicos. Las distancias reducidas entre moléculas adyacentes conducen a fuerzas intermoleculares mejoradas. Estos procesos en conjunto dan lugar a la fijación permanente de la etiqueta en la superficie de vidrio de la botella.

Para la evaporación, el agua debe ser capaz de difundir a través del material de la etiqueta. Esto significa que además de los tipos de adhesivo utilizados, las propiedades de absorción de agua y de permeabilidad al agua de la etiqueta tienen una influencia decisiva en la velocidad de secado del adhesivo. La dinámica de la captación de agua se puede determinar por medición ultrasónica.



# Influencia de los adhesivos en el lavado. Resistencia a la cizalla (shear)

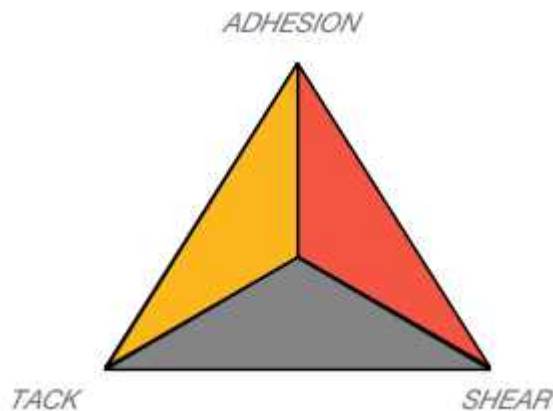
## Resistencia a la cizalla (shear):

Es una medida de la fuerza de cohesión interna del adhesivo. El **shear** del adhesivo es una indicación de la suavidad o dureza de un adhesivo.

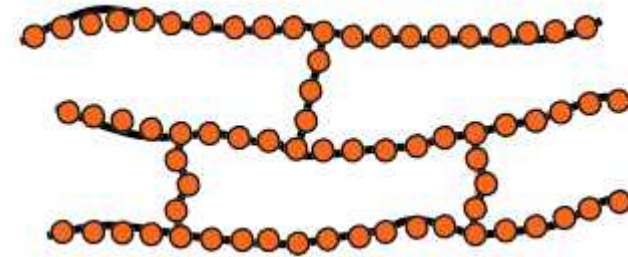
Un adhesivo de shear bajo (suave) tiene una mayor tendencia al flujo (lo que resulta en una mayor adhesión inicial) y posee una mayor probabilidad de que el adhesivo se separe bajo tensión (en la lavadora, tensión de lavado)

Un adhesivo de shear alto (firme) tiene una menor probabilidad de separarse bajo tensión debido a su elevada fuerza de cohesión interna, y tendrá una menor probabilidad de fluir (posiblemente menor adhesión inicial y humectación).

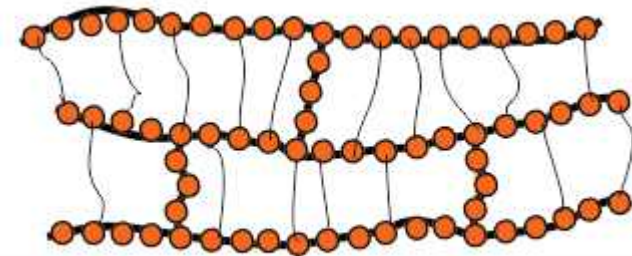
Los adhesivos sintéticos entrecruzados **en forma equilibrada**, para aumentar la IWR (resistencia al agua hielo) y la CWR (resistencia a la condensación), son más propensos a mantener un nivel más constante de removilidad en etiquetas para envases retornables.



Entrecruzamiento **en forma equilibrada**, para lograr IWR y CWR.  
**Entrecruzamientos de cadenas moderados.**



Entrecruzamiento **en forma "NO" equilibrada**, ejemplo con derivados de silanos  
*Un adhesivo de shear alto (firme) tiene una **menor probabilidad de separarse** bajo tensión debido a su elevada fuerza de cohesión interna, y tendrá una menor probabilidad de fluir (posiblemente menor adhesión inicial y humectación).*



# Influencia de los adhesivos en el lavado. Técnica de análisis: Resistencia a la cizalla (shear)

## Técnica de análisis de cizalla

### 1. Objetivo

Determinar el grado de **cizalla (shear)** de adhesivos para etiquetado de botellas de vidrio.

### 2. Fundamento

El grado de levantamiento de película sobre una placa de vidrio está directamente relacionado con la cohesión del adhesivo.

### 3. Equipos y materiales

- Extendedor (0.03mm)
- Placa de vidrio
- Etiquetas (Cobb 11-15 g/m<sup>2</sup>)
- Adhesivos

### 4. Desarrollo

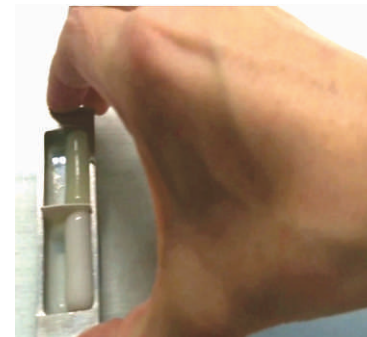
- Colocar el adhesivo en un extendedor sobre una placa de vidrio.
- Realizar un extendido de adhesivo de un espesor de 0,03 mm. (correspondiente a una aplicación de 16-20 g/m<sup>2</sup>)
- Colocar la etiqueta sobre la placa de vidrio para que absorba el adhesivo.
- Retirar la etiqueta de la placa con velocidad.
- Observar si hay levantamiento de película sobre la placa de vidrio (zonas sin adhesivo).

### 5. Expresión de Resultados:

- Levanta
- No levanta

### 6. Observaciones:

El levantamiento de película es indicativo de exceso de cohesión. Esto afecta la adherencia sobre la botella y conduce a un incremento en la dosificación del adhesivo con las complicaciones que esto ocasiona. Adhesivos muy cohesivos pueden llegar a ocasionar inconvenientes en la remoción de etiquetas durante el lavado de botellas.



## Adhesivos de shear bajo y alto.

### Comparación de diferentes adhesivos de etiquetado según el informe de AR Metallizing.



## Technical Report

	Türmerleim ST50 KF		Coltec SA 95		Türmerleim IWR	
	Penetration (sec)	wash off (sec)	Penetration (sec)	wash off (sec)	Penetration (sec)	wash off (sec)
Front 960ml	48	106	45	146	55	195
	55	115	55	148	65	243
	55	117	55	140	62	246
	55	120	50	105	70	300
	60	121	60	128	75	285
	60	109	55	150	60	274
Average	55	115	54	137	65	257

1. Türmerleim (sin IWR). Adhesivo de caseína patrón utilizado en la Norma 16.524-6.
2. Coltec SA 95. Adhesivo sintético de Tecnicom con resistencia al agua hielo > a 72 hs.
3. Türmerleim (con IWR). Adhesivo sintético de Türmerleim con resistencia al agua hielo.

Los tiempos de eliminación de los tres adhesivos analizados se muestran en el cuadro adjunto.

Los dos primeros difieren significativamente en sus tiempos de liberación respecto al tercero (Türmerleim con IWR).

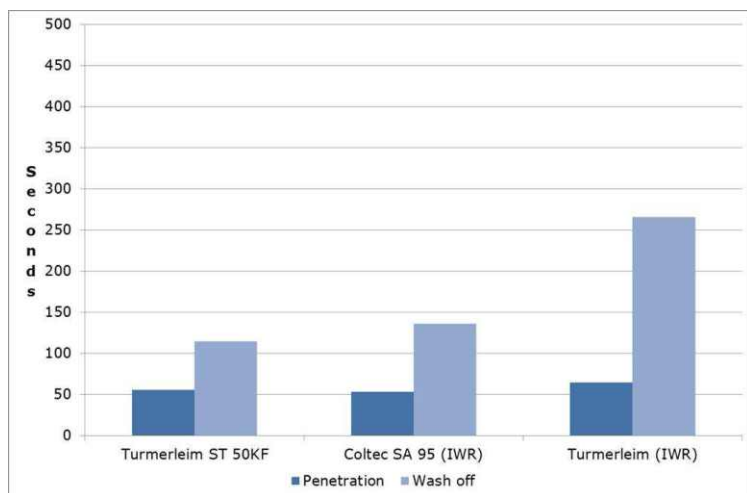
El adhesivo de caseína ST 50 AF y el adhesivo sintético SA 95 de Tecnicom, se encuentran con sus tiempos de desprendimiento de acuerdo a los valores de especificación, esto es, **por debajo de 160 segundos**.

Los adhesivos con propiedades individuales excepcionales (con resistencia al agua hielo (IWR) y resistencia a la condensación (CWR)) como el adhesivo sintético Coltec SA 95 de Tecnicom, se utilizan cuando se requiere seguridad en el tiempo de desprendimiento.

Adhesivos con **alta resistencia al agua hielo** tienen una **resistencia aumentada frente a la disolución en agua fría** y también ofrecen **mayor resistencia a la disolución en soda cáustica**. Por lo tanto es **indispensable** para obtener buenos resultados de lavado **trabajar con adhesivos con shear bajo** que tienen una mayor probabilidad de separarse bajo tensión, como es el caso del **adhesivo SA 95**.

Para fines prácticos se puede concluir, a partir de los resultados obtenidos, que el tipo de adhesivo puede alterar significativamente el comportamiento de las botellas etiquetadas durante la limpieza de botellas y, por tanto, se hace indispensable el uso de adhesivos blandos con cohesión equilibrada.

## 2.2 Comparación de adhesivos para etiquetado



	Türmerleim ST50 KF		Coltec SA 95		Türmerleim IWR	
	Penetration (sec)	wash off (sec)	Penetration (sec)	wash off (sec)	Penetration (sec)	wash off (sec)
Front 960ml	48	106	45	146	55	195
	55	115	55	148	65	243
	55	117	55	140	62	246
	55	120	50	105	70	300
	60	121	60	128	75	285
	60	109	55	150	60	274
<b>Average</b>	<b>55</b>	<b>115</b>	<b>54</b>	<b>137</b>	<b>65</b>	<b>257</b>

Con el fin de evaluar si el adhesivo tiene un shear bajo (suave), es decir, una mayor tendencia al flujo (lo que resulta en una mayor adhesión inicial) y una mayor probabilidad a separarse bajo tensión, se observa y analiza la resistencia de la unión adhesiva realizando ensayos de rotura de la unión adhesiva en el proceso de etiquetado.

El fallo puede ocurrir según tres posibles modos:

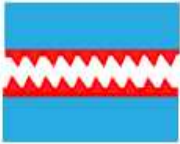



- **Fallo por cohesión:** cuando se produce la ruptura del adhesivo.
- **Fallo por adhesión:** cuando la separación se produce en la interfase sustrato-adhesivo.
- **Rotura del sustrato:** cuando el propio sustrato rompe antes que la unión adhesiva o que la interfase sustrato-adhesivo.

La inspección en la superficie de la fractura, **durante el proceso de etiquetado**, indica cuál es el modo de falla predominante.

**La falta de adhesivo sobre regiones grandes de la superficie** demuestra que el fallo es adhesivo.

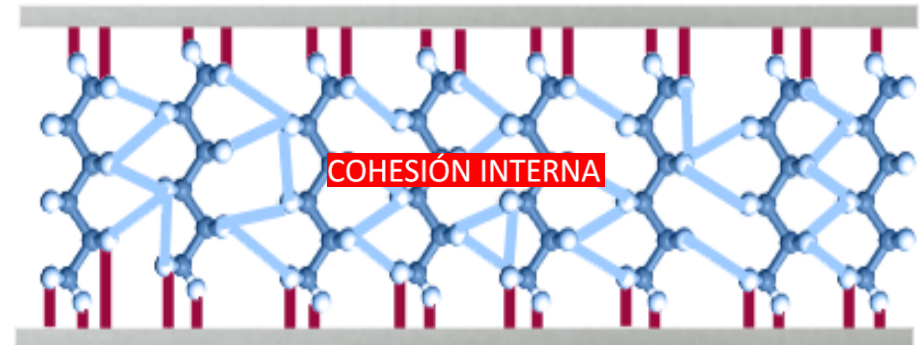
La presencia de adhesivo sobre ambas superficies demuestra que la falla es cohesiva, es decir, presencia de adhesivo tanto en la etiqueta como en la botella.

# Influencia de los adhesivos en el lavado. Cross-linked

<p><b>Fallo cohesivo</b></p> 	<p><b>Fallo adhesivo</b></p> 	<p><b>Fallo sustrato</b></p> 
<p>Cuando la fractura esta en el adhesivo, rompiendo las fuerzas de cohesión del mismo.</p> <p><b>DESEABLE</b></p>	<p>Fallo de unión de las interfaces entre el sustrato y adhesivo.</p> <p><b>NO DESEABLE</b></p>	<p>Fallo sobredimensionado</p> <p><b>NO DESEABLE</b></p>
	<p>En el proceso de etiquetado el adhesivo solo penetra en la etiqueta. Esto es debido a la alta fuerza cohesiva del adhesivo, lo cuál dificulta la humectación. Un <b>adhesivo de shear alto</b> (firme) tiene una menor probabilidad de separarse bajo tensión.</p>	

Ejemplos de diseños de adhesivos con dificultades de remoción en el proceso de lavado:

- **Adhesivos de alta cohesión con shear alto (firme), resistencia a la cizalla y a la tracción:** tiene una menor probabilidad de separarse bajo tensión de lavado debido a su elevada fuerza de cohesión interna.
- Adhesivos con materiales promotores de adhesión, como por ejemplo **derivados de silano**, que generan alta cohesión interna.
- En el proceso de etiquetado **el fallo adhesivo** es el fallo de unión de las interfaces entre el sustrato y el adhesivo. **NO DESEABLE.**

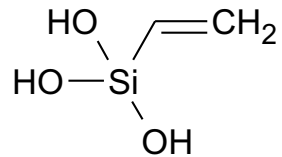


# Influencia de los adhesivos en el lavado. Cross-linked

Ejemplos de diseños de adhesivos con dificultades de remoción en el proceso de lavado:

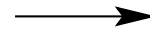
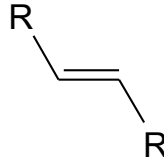
- **Adhesivos de alta cohesión con shear alto (firme), resistencia a la cizalla:** tiene una menor probabilidad de separarse bajo tensión de lavado debido a su elevada fuerza de cohesión interna.

Derivado de silano  
Agente de adición para IWR

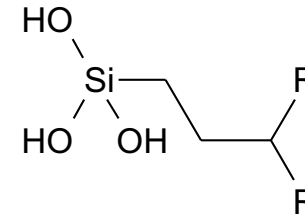


+

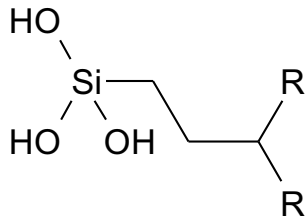
Doble enlace - Insaturación del  
polímero del adhesivo



Adhesivo - Derivado de silano

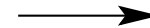
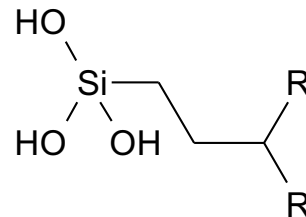


Adhesivo - Derivado de silano

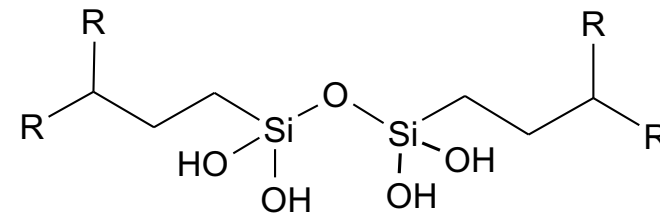


+

Adhesivo - Derivado de silano



Adhesivo - Derivado de silano - Adhesivo



Alta cohesión - Resistencia a la cizalla



# Influencia de los adhesivos en el lavado. Técnica de análisis Tiempo de desprendimiento y Steeping off

## 2.3 Tiempo de desprendimiento y Steeping off

### Ensayo:

Termómetro, Cronómetro, Recipiente con solución de soda cáustica al 1% a 75 °C.

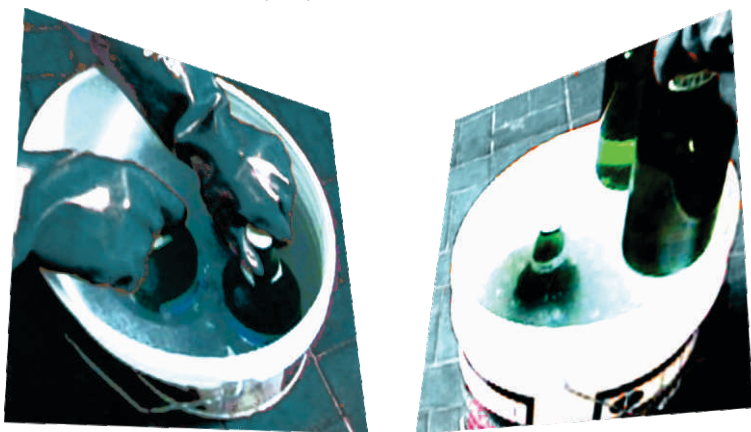
**Reactivos:** Solución de soda cáustica al 1 %

**Desarrollo:** Preparación de muestra de laboratorio.

Colocar el adhesivo en un extendedor sobre una placa de vidrio.

Realizar un extendido de adhesivo de un espesor de 0,03 mm (correspondiente a 16-20 g/m<sup>2</sup> de adhesivo en la etiqueta).

Colocar la etiqueta sobre la placa de vidrio para que absorba el adhesivo. Retirar la etiqueta de la placa con velocidad observando el grado de humectación. Pegar la etiqueta sobre una botella limpia y seca.



Para el análisis deberán ensayarse como mínimo **10 etiquetas**

Se deja secar el adhesivo por lo menos **tres semanas, para permitir el curado total del adhesivo.**

### Ensayo:

Se colocan las botellas en el recipiente e inmediatamente dar inicio al cronómetro.

Cada minuto, se giraran las botellas aprox. 180°, una vez en cada sentido.

Se registra el tiempo en el que se despegan las etiquetas.

### Valor de Steeping off

El valor esta dado por el tiempo que demoran la etiquetas en despegarse de las botellas bajo las condiciones mencionadas.

**Referencia: < 160 segundos**

## Influencia de los adhesivos en el lavado. Tiempo de desprendimiento y Steeping off

La norma DIN 16524-6 se utiliza no solo para la determinación del tiempo de penetración de soda cáustica en la etiqueta, sino también, el tiempo de desprendimiento de la misma.

Krones en lo referente a las especificaciones de las etiquetas con parámetros de calidad definidos, en el manual de Etiqueta primera edición de 2002 página 113, informa lo siguiente:

### Especificaciones de las etiquetas con parámetros de calidad definidos

Cliente: XYZ  
Etiquetas: etiquetas de cuerpo „Festbier“  
Impresión: huecograbado, a 6 colores + estampado  
Calidad del papel: 70 g/m<sup>2</sup>  
sin pasta de madera, resistente en húmedo y a lejía, estucado en línea por una cara

Característica de calidad	Unidad	Método de medición	
Dimensiones de la etiqueta	mm	Lupa de medida	Altura: 88 Ancho: 59,5
No. de guillotina de troquelado			P 4140
Gramaje	g/m <sup>2</sup>	DIN 53104	72 ± 5 %
Espesor	μ	DIN 53105	66 ± 5 %
Cobb reverso	g/m <sup>2</sup>	DIN 53132	< 12
Valor del ph reverso		DIN 53124	7 ± 1
Carga de rotura longitudinal en estado seco	N/15 mm	DIN 53112	> 50
Carga de rotura longitudinal en estado húmedo	N/15 mm	DIN 53112	> 18
Abarquillado			< 3
Tiempo de desprendimiento	seg.	DIN 16524-6	< 160
Resistencia a la lejía	min.	DIN 16524-7	> 30
Fijación de la tinta en la lejía	min.	DIN 16524-7	> 20

Como se observa Krones indica un tiempo de desprendimiento de acuerdo a la norma DIN 16524-6 **< 160 segundos**.

Como se informó en apartados anteriores, la Norma DIN 16524-6 presenta varias limitaciones, por lo cuál se implementa para el control del tiempo de desprendimiento la Técnica denominada **Steeping off**.

Esta se define como el tiempo necesario para liberar la etiqueta adherida sobre la botella al sumergirla en un recipiente con solución de soda cáustica al 1 % a 75 °C.

**Los parámetros utilizados, en cuánto a temperatura de lavado y dosificación de soda son los mismos que utiliza la Norma DIN, y se toma como valor de referencia al tiempo indicado por Krones en el manual de las Etiquetas.**

Una modificación importante respecto a la norma DIN 16524 es la dosificación de adhesivo. En la técnica Steeping off se adoptó una dosificación de 16 g/m<sup>2</sup>, similar a la recomendada en producción, y no 45g/m<sup>2</sup> como propone la norma 16.524-6.

**Utilizando etiquetas patrón, con tiempos de penetración de NaOH inferior a los 60 segundos, se puede evaluar los tiempos de desprendimiento de los adhesivos.**

A continuación se describe la técnica Steeping off

### Preparación de la muestra:

Extendedor.  
Placa de vidrio.  
Etiquetas  
Botellas y adhesivos.

Nota: las etiquetas a utilizar deben cumplir con el tiempo de penetración < 60 seg. , tener valor de Cobb entre 11 y 15 g/m<sup>2</sup> y energía superficial mayor a 60 dinas/cm.

## Especificación técnica de etiquetas con parámetros de calidad definidos

Característica de Calidad		Unidades	Valores			Tol.	Método
Gramaje		g/m <sup>2</sup>	70	75	80	± 4	DIN EN ISO 536
Espesor		µm	58	63	68	± 5 %	DIN EN ISO 534
Brillo		%	57	57	57	± 5	ISO 8254-1 (75º)
Blancura		%	92	92	92	± 2	ISO 2470-2
Rugosidad	Anverso	µm	< 1.1	< 1.1	< 1.1		ISO 8791-4
	Reverso	µm	> 2	> 2	> 2		ISO 8791-4
Cobb reverso		g/m <sup>2</sup>	13	13	13	± 2	ISO 535 (60 seg)
Opacidad		%	86.5	87.0	89.0	± 2	ISO 2471
Opacidad en húmedo		%	72	75	77		ISO 2471 (reverso) con 5 min de inmersión en agua
Tracción en seco (MD)		N/15mm	≤55	≤60	≤65		DIN EN ISO 1924-2
Tracción en húmedo (MD)		N/15mm	15	15	15	± 2	DIN ISO 3781
Tiempo de desprendimiento en NaOH		seg.	< 160	< 160	< 160		DIN 16524-6
Tiempo de penetración de NaOH		seg	< 60	< 60	< 60		DIN 16524-6
Fijación de la tinta en NaOH		min	> 20	> 20	> 20		DIN 16524-7
Resistencia frente a NaOH			1	1	1		DIN 16524-7 (Examinación visual)