

Técnicas recomendadas para el lavado de vidrio

Prólogo

La publicación original de PPG Industries, Inc. de *TD-144 Técnicas recomendadas para el lavado de vidrio* se introdujo en la década de 1980 y sigue siendo uno de los recursos más solicitados y útiles para los clientes de Vitro en la actualidad. Los principios y recomendaciones para el lavado de vidrio a máquina con lavadoras verticales y horizontales siguen vigentes. La versión actual de este documento elimina información obsoleta de productos de limpieza e incluye recomendaciones específicas para el lavado a máquina de recubrimientos de baja emisividad MSVD que mejoran el rendimiento, como los vidrios de baja emisividad Sungate[®] y Solarban[®] de Vitro.

Introducción

La durabilidad y belleza del vidrio, junto con su transparencia, lo convierten en uno de los materiales de construcción más utilizados del mundo. El vidrio permite que la luz entre en el edificio a la vez que protege contra los elementos y permite a los ocupantes la conexión con el entorno exterior, lo cual se ha demostrado que mejora la moral y la productividad.

El vidrio está disponible en una amplia variedad de tonos que dan variedad estética, así como mayor eficiencia energética y comodidad para los ocupantes. Además, la estética, la comodidad y la eficiencia energética pueden mejorarse aún más utilizando los numerosos tipos de recubrimientos que se han desarrollado para su aplicación al vidrio.

Sea cual sea el trabajo y el producto de vidrio elegido, el uso atractivo y eficiente del vidrio requiere una superficie de vidrio limpia. Basándose en sus más de 130 años de experiencia en la fabricación y procesamiento del vidrio, Vitro ofrece las recomendaciones

de este documento para ayudar a los procesadores de vidrio a lavar satisfactoriamente la variedad de productos de vidrio que ofrece Vitro. Las recomendaciones se basan en una detallada investigación, en años de experiencia de producción de primera mano y en la resolución de problemas reales de limpieza del vidrio durante el procesamiento del producto.

Este documento incluye una revisión detallada de:

- Tipos de suciedad que afectan al vidrio
- Protección de la superficie del vidrio
- Requisitos de agua y detergente
- Lavadoras mecánicas
- Prelavado
- Requisitos de los vidrios de baja emisividad
- Mantenimiento del sistema de lavado
- Resolución de problemas

Resumen ejecutivo

El objetivo general del lavado del vidrio es llevar un vidrio “limpio” y “seco” al procesamiento posterior. Para conseguirlo, es necesario contar con equipo adecuado que se mantenga correctamente, personal capacitado para configurar adecuadamente la lavadora, y la diligencia diaria para hacerla funcionar correctamente. Los factores clave que hay que tener en cuenta para lograr la calidad del vidrio lavado son:

- Cantidad de flujo y dirección de aspersión de agua
- Calidad del agua
- Configuración adecuada de la sección de prelavado
- Tipo de cepillo y configuración
- Configuración de la cuchilla de aire y del rodillo de tracción

Técnicas recomendadas para el lavado de vidrio

- Uso de aire limpio y filtrado en el secado por soplado
- Tiempo de residencia en la lavadora
- Iluminación de inspección adecuada para verificar que el vidrio está limpio y seco
- Limpieza y mantenimiento de lavadora

Cuando usted hace un recorrido Gemba por la zona de producción, ¿está limpia la lavadora de vidrios? Es más realista esperar un vidrio limpio de una lavadora limpia y bien mantenida; por el contrario, es más difícil conseguir un vidrio limpio de una lavadora sucia y mal mantenida. No se puede exagerar la importancia de una lavadora de vidrios que funcione bien y sea eficiente.

Superficies de vidrio: Limpieza y protección

Dado que la suciedad puede tener efectos negativos en el vidrio sometido a cualquier tipo de tratamiento, las superficies de vidrio deben limpiarse. Esto requiere que las superficies de vidrio se laven eficazmente.

Cuando el vidrio está “sucio”, tanto su estética como su rendimiento pueden verse reducidos. Si la suciedad no se elimina bien, inhibirá la adhesión de otros materiales al vidrio. Por ejemplo, cuando el vidrio se utiliza para espejos y recubrimientos arquitectónicos, la superficie debe estar limpia para permitir que los metales u óxidos metálicos utilizados en los recubrimientos de los espejos se adhieran al vidrio. El procesamiento del vidrio aislante requiere un vidrio limpio para que los selladores se adhieran correctamente al vidrio, ya que esta unión proporciona el rendimiento a largo plazo requerido de la unidad herméticamente sellada. Los procesos del vidrio, como el semi-templado, el templado y el curvado,

requieren un vidrio limpio para minimizar la distorsión localizada, las manchas de quemado y otros efectos relacionados con la “suciedad”.

¿Qué ensucia al vidrio?

La mejor manera de definir la “suciedad” en el vidrio es como “cualquier material indeseable en la superficie del vidrio”. Consideremos el polvo de intercalación del vidrio, por ejemplo. Los materiales de intercalación son esenciales para la protección de las superficies y los recubrimientos del vidrio durante el transporte y el almacenamiento. Sin embargo, cuando se prepara el vidrio para cualquier procesamiento, el intercalado se convierte en un material indeseable, o “suciedad”, que debe retirarse de la superficie del vidrio.

El grado de limpieza del vidrio que se considera aceptable depende del uso final del vidrio. Por ejemplo, la limpieza del vidrio que es suficiente para marcos de cuadros (en los que las superficies de vidrio permanecen accesibles para una limpieza posterior repetida) no sería aceptable para el procesador de vidrio aislante en el que dos o más superficies de vidrio están permanentemente unidas dentro de la unidad de vidrio aislante. Los procesadores que recubren de spandrel, templan o graban el vidrio requieren un nivel aún más crítico de limpieza del vidrio.

La suciedad en las superficies de vidrio puede agruparse en cuatro categorías generales:

- partículas
- residuos superficiales
- contaminantes de reacción
- corrosión superficial

Técnicas recomendadas para el lavado de vidrio

Las **partículas** son materiales sólidos, depositados libremente en la superficie del vidrio, que pueden retirarse mejor con métodos mecánicos no abrasivos, como aspersión agua a alta presión. Las partículas típicas de la superficie incluyen fibras de intercalación de papel, perlas de acrílico, intercalación de harina de madera, materiales de intercalación (separación) en polvo, virutas de manipulación de vidrio, astillas de madera, fibras de cartón y virutas de materiales de embalaje. Vea en la fig. 1 un ejemplo de partículas típicas que residen en la superficie del vidrio.

Los **residuos superficiales** son contaminantes que se adhieren a la superficie del vidrio y que pueden requerir el uso de soluciones de lavado con detergentes para eliminarlos. Ejemplos de estos residuos son las huellas dactilares, la escoria de papel y los líquidos de corte. En la figura 2 se muestra un ejemplo de escoria de papel.

Los **contaminantes de reacción** son más tenaces que los residuos superficiales y pueden adherirse o interactuar física o químicamente con la superficie del vidrio. Por esta razón, su eliminación puede requerir un “debilitamiento” químico con una solución de limpieza adaptada para la disolución o la ruptura de enlaces específicos.

Las sales del agua dura son un ejemplo de un contaminante de reacción común. En algunas partes del país, los suministros de agua contienen grandes cantidades de compuestos inorgánicos. Si el vidrio se lava con esta agua “dura”, hay que tener cuidado de enjuagar bien las superficies de vidrio con agua desmineralizada (DI) antes de secarlas o procesarlas (recubrimiento, templado, etc.). Si el agua dura se seca en las superficies de

vidrio, la naturaleza química de estas sales puede requerir el uso de una limpieza fuera de línea con soluciones ácidas para su eliminación efectiva. Este tipo de limpieza agresiva puede no ser respetuosa con el medio ambiente, o económicamente viable en un entorno de producción. Además, en el caso de los vidrios recubiertos, lo más probable es que estos procedimientos de limpieza provoquen daños en el recubrimiento.

La **corrosión superficial** no es realmente un tipo de “suciedad”, aunque una superficie de vidrio corroída mostrará un aspecto semiopaco que puede ser y suele confundirse con suciedad depositada. La corrosión superficial es una degradación física irreparable del vidrio, que suele ser el resultado de unas condiciones de almacenamiento inadecuadas que implican alta temperatura y humedad. Para evitar la corrosión de la superficie, se recomienda que los clientes almacenen el vidrio adecuadamente, mantengan un inventario detallado y practiquen la rotación de existencias FIFO. Con el aumento del uso de productos de baja emisividad MSVD, como los vidrios *SUNGATE* y *SOLARBAN*, el correcto almacenamiento del inventario de vidrios es aún más importante, ya que estos tipos de vidrio son más sensibles a la humedad.

En su fase inicial, la corrosión de la superficie del vidrio sólo se ve bajo luz crítica (u ocasionalmente después de la aplicación del recubrimiento) y no puede observarse a simple vista. En esta fase, con el vidrio no recubierto, es posible eliminar la(s) capa(s) de vidrio corroída(s) con un pulido abrasivo como el óxido de cerio. Nota: Hay que tener cuidado de no pulir el vidrio en exceso localmente, lo que puede provocar una distorsión óptica.

Técnicas recomendadas para el lavado de vidrio

Las figuras 1 - 4 son ejemplos de los diferentes tipos de "suciedad" en la superficie del vidrio.

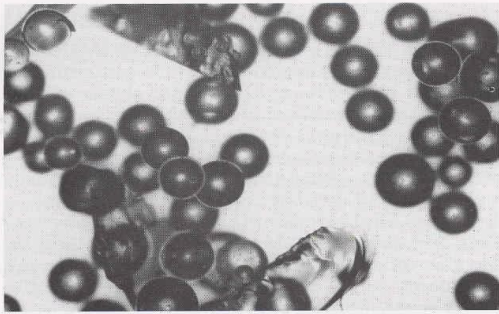


Figura 1 - Partículas

Una vista ampliada (40x) de las partículas que deberían eliminarse del vidrio plano entrante mediante un sistema de prelavado. Aquí se observan perlas de intercalación y astillas de vidrio.

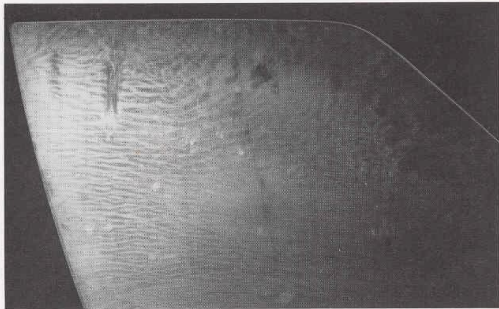


Figura 2 - Residuos superficiales

Típica escoria de papel en el vidrio (note la duplicación de las crestas y arrugas del papel en el patrón de la escoria). Este residuo puede eliminarse utilizando una mezcla de alcohol isopropanol 50/50 y agua DI, o una solución de detergente suave y enjuague con agua DI.



Figura 3 - Contaminante de reacción

Lluvia ácida / mampostería / material de acristalamiento sobre la superficie del vidrio. Su eliminación requiere una solución ácida que puede no ser práctica y sólo debe realizarla un limpiador de cristales profesional.



Figura 4 - Corrosión superficial

La corrosión del vidrio suele ser causada por la exposición prolongada a una humedad y temperatura elevadas, y por lo general no se puede eliminar en sus fases avanzadas.

Técnicas recomendadas para el lavado de vidrio

Una vez que la corrosión del vidrio se agrava, se puede ver a simple vista una marcada mancha azul o blanca en la superficie del vidrio. El vidrio con este grado de mancha ha sufrido una degradación, y la transparencia del vidrio no puede restaurarse. El único remedio práctico en esta fase de daño en la superficie es reemplazar el vidrio.

Protección del vidrio

Para proteger las superficies de vidrio de la corrosión y los rasguños, debe mantenerse una barrera química y física entre las láminas de vidrio adyacentes cuando se apilan para su transporte y almacenamiento. Esta doble función la realiza un material de intercalación (Separación). Aunque a veces se siguen utilizando otros tipos de intercalación (como el papel), la principal forma de intercalación que se utiliza actualmente en la industria del vidrio plano para el vidrio no recubierto consiste en perlas de plástico para la separación física, combinadas con inhibidores de corrosión ácidos mezclados en un polvo y aplicados a la superficie del vidrio.

Con el vidrio de baja emisividad Vitro MSVD, no se aplican inhibidores de corrosión al vidrio. La intercalación consiste únicamente en las perlas de plástico separadoras. Sin embargo, el aspecto de los polvos de intercalación es muy similar.

La intercalación de polvo de Vitro (con o sin inhibidores de corrosión) es compatible con el empacado mecánico, lo que reduce los problemas de la superficie del vidrio relacionados con el empacado, como los rasguños, las astillas de manipulación y los roces que se producen en los procedimientos de empacado manual. El polvo de intercalación también es compatible con los

equipos de “recogida” automatizada que utilizan muchas líneas de optimización de vidrio. Hay que tener cuidado de limpiar las ventosas de vez en cuando con un trapo limpio y 50/50 de IPA y agua DI para evitar una acumulación excesiva de intercalación en las ventosas y en las líneas de vacío. Además, las ventosas sucias pueden dejar marcas e incluso dañar el recubrimiento de baja emisividad. Por lo tanto, se recomienda aplicar las ventosas en el lado vidrio o lado no recubierto.

En algún punto del procesamiento del vidrio, cualquier intercalación se convierte en un contaminante superficial indeseable que debe eliminarse por completo. La intercalación de polvo puede eliminarse con los procedimientos de limpieza recomendados anteriormente para los contaminantes de partículas: acción mecánica no abrasiva (por ejemplo, aspersion de agua a alta presión). Los inhibidores de corrosión solubles en agua se disolverán y serán arrastrados, junto con las perlas separadoras. Por esta razón, un sistema de prelavado es especialmente adecuado para la eliminación del polvo intercalado. Vea la sección posterior sobre el **Sistema de prelavado** para obtener más información.

Lavado mecánico del vidrio

Los elementos clave en el lavado mecánico del vidrio son:

- Calidad y flujo del agua
- Detergente (opcional)
- Los componentes del sistema de lavado
 - Prelavado
 - Sección de lavado con cepillos y calentador de agua
 - Sección de enjuague con aspersion
 - Tanques de agua y sistema de recirculación

Técnicas recomendadas para el lavado de vidrio

- Cuchillas de aire de secado y rodillos de tracción
- Cinta de entrada, lavado y salida
- Sistema de filtración y suministro de aire de secado

Todos estos elementos críticos deben seleccionarse y mantenerse con cuidado para que trabajen juntos en la eficaz limpieza y secado del vidrio.

Calidad del agua y TDS

El agua es la base del sistema de lavado. A altas presiones con un flujo adecuado, elimina físicamente partículas y residuos. El agua también actúa como “lubricante” entre los cepillos de lavado y la superficie del recubrimiento de baja emisividad, y en última instancia arrastra la suciedad y los restos.

Dado que el agua desempeña muchas funciones importantes en el sistema de limpieza, la **calidad del agua** es crucial. El agua utilizada en la limpieza del vidrio debe tener una turbidez (contenido de material sólido) mínima y una dureza o suavidad adecuadas por dos razones:

- Permitir la disolución del detergente (si se utiliza) y facilitar el enjuague
- Evitar la acumulación excesiva de depósitos calcáreos

Se puede utilizar agua municipal de buena calidad (<500 ppm) en las secciones de prelavado y lavado. Sin embargo, para la sección de enjuague final de la lavadora se requiere agua de alta calidad suministrada por un sistema de tratamiento de agua RO o DI.

Los filtros adecuados instalados en las líneas principales de suministro de agua y dentro de las líneas de flujo del sistema de lavado eliminarán la turbidez inherente del agua y los residuos generados internamente en la

lavadora (cerdas de cepillo rotas, sarro, astillas de vidrio, trozos de rodillos transportadores, etc.). Según la experiencia de producción de Vitro, se recomienda un filtro de cartucho reemplazable de (25) micras. Estos filtros reducen los rasguños en la superficie del vidrio, reduciendo en gran medida la recontaminación de las partículas que vuelven a la lavadora, y disminuyen la incidencia de obstrucción de las boquillas a causa de las partículas transportadas por el agua.

El pH (acidez/basicidad) del agua utilizada en la sección de lavado de las lavadoras de vidrio se verá alterado por cualquier detergente que se utilice. Por lo tanto, el rango de pH del agua de lavado entrante no se puede especificar prácticamente. Sin embargo, si se utilizan detergentes, Vitro recomienda mantener un pH de la solución de lavado ligeramente ácido para lograr la mejor limpieza del vidrio. Aunque esta recomendación sigue siendo válida, hay detergentes que producen soluciones ligeramente básicas que también se utilizan con éxito. Los detergentes que producen un pH de (11) o superior deben utilizarse con cuidado, ya que pueden provocar sarro y depósitos en la lavadora y en el vidrio.

El agua tibia disuelve más fácilmente los residuos y mejora la eficacia de la limpieza. La temperatura del agua de lavado para varios equipos de lavadora suele estar en el rango de 110 a 140°F (43- 60°C); con agua más caliente funciona mejor. Sin embargo, el agua no debe calentarse mucho más de 140°F para ayudar a eliminar el riesgo de fundir las perlas de intercalación, [Punto de fusión aprox. de 150F (65°C)] que puedan haber entrado en la lavadora.

La calidad del agua de la sección de enjuague es de suma importancia porque es el último líquido que entra en contacto con el vidrio antes del proceso de secado. Se recomienda el uso de sistemas de tratamiento de agua como la ósmosis

Técnicas recomendadas para el lavado de vidrio

inversa (RO) o el desionizador (DI) de lecho mixto para proporcionar agua de alta calidad y bajo contenido mineral a la sección de enjuague de la lavadora. Vitro requiere que el agua de enjuague final tenga un TDS de máximo (20) ppm. Este tipo de agua minimiza o elimina las posibles rayas/manchas que se producen con el agua no tratada por los depósitos de residuos minerales.

Por lo general, el agua de enjuague calentada proporciona un enjuague más eficaz y facilita el secado, pero el agua de enjuague a temperatura ambiente también puede funcionar eficazmente siempre que haya una sección de cuchillas de aire y un rodillo de tracción bien configurados y funcionando.

Flujo de agua

Tan importante como la calidad del agua es el flujo. La eliminación de partículas y residuos del vidrio depende principalmente de la presión del agua. Pero para eliminar eficazmente las partículas y los residuos sueltos, también se necesita un buen flujo de agua. Vitro recomienda un flujo de $\frac{3}{4}$ de galón por minuto (2.8L/min) por pie de tubería para cada cabezal de aspersión dentro de la lavadora. Por ejemplo, en una sección de cepillado de la lavadora, para un cabezal de aspersión superior e inferior de (8) pies de largo, el flujo de agua debe ser de $\frac{3}{4} \times 8 \text{ pies} \times 2 = 12 \text{ gal/min}$. Los medidores de flujo de agua en línea (ejemplo mostrado abajo) proporcionan una indicación del flujo y pueden verificarse fácilmente ya que están ubicados fuera del recinto de la lavadora.

Un medidor de flujo de agua también puede ayudar a detectar si hay boquillas obstruidas dentro del cabezal de aspersión, ya que el flujo disminuye siempre que la presión se mantenga relativamente constante.



Medidor de flujo de agua en línea con indicadores de min/máx

Detergentes y otros aditivos para el agua

Aunque seguimos sugiriendo el uso de detergentes con el vidrio no recubierto, el aumento del uso de productos de vidrio de baja emisividad MSVD (productos *SUNGATE* y *SOLARBAN*) ha hecho que muchos procesadores puedan limpiar con éxito todo tipo de vidrio sin necesidad de detergentes. Como ya se ha mencionado, los productos de vidrio de baja emisividad MSVD se envían únicamente con las perlas separadoras como intercalación. Este vidrio suele estar muy limpio cuando se envía, especialmente con la reciente aplicación adicional de una película protectora temporal (TPF). Por estas razones, un lavado sin detergente puede ser exitoso, siempre y cuando la lavadora esté bien mantenida, bien configurada y se utilice una calidad y flujo de agua adecuados. El uso de agua de alta calidad y bajo contenido mineral (TDS $\leq 20\text{ppm}$ o $\leq 40\mu\text{S}$) en la sección de enjuague final se recomienda para todo el vidrio, pero es crucial cuando se procesan productos de vidrio de baja emisividad MSVD. El agua de enjuague con un TDS más alto puede dar lugar a manchas y/o rayas que son fácilmente visibles en el recubrimiento de la unidad aislante terminada, especialmente cuando la luz del sol incide sobre el vidrio en el ángulo adecuado.

Técnicas recomendadas para el lavado de vidrio

Para un tipo de agua y una temperatura de operación determinados, la selección de un detergente adecuado requiere responder a las siguientes preguntas:

- **Solubilidad:** ¿La cantidad recomendada de detergente se disuelve en su agua dando lugar a una solución transparente y uniforme?
- **Características de espuma:** ¿El detergente hace demasiada espuma en su lavadora? Un método rápido y sencillo para revisar las características espumantes de los detergentes consiste en verter 50 cc de una solución de detergente en agua al uno por ciento (en peso para el detergente sólido, en volumen para el líquido) en una probeta graduada de 250 cc, agitar enérgicamente y observar el volumen de espuma resultante. Para un detergente de poca espuma, el volumen total de espuma no debe superar los 80 cc. No se recomienda el uso de agentes antiespumantes como aditivo al agua en ninguna sección de la lavadora (incluyendo el prelavado). Se ha comprobado que la composición química de tales soluciones es incompatible con el vidrio recubierto.
- **Características del enjuague:** Si una muestra de vidrio pequeña (12" x 12" es adecuada) se lava a mano con una solución de detergente al uno por ciento, ¿es necesario un enjuague excesivo para eliminar todos los restos de detergente? Utilice una luz de alta intensidad (~300 lúmenes) para esta inspección.
- **Consideraciones ambientales/de seguridad:** ¿Cumple la composición química del detergente los requisitos

ambientales específicos para su zona de tratamiento de aguas (por ejemplo, fosfatos, acidez)? ¿Cumple la descarga resultante con los requisitos locales, estatales y federales de la EPA? ¿Será necesario que el personal utilice equipo de protección (guantes, máscara, etc.)? Consulte la ficha de seguridad del proveedor del detergente.

- **Disponibilidad local:** ¿Está el detergente disponible localmente o fácilmente, o se requiere un gran inventario?
- **Fiabilidad del proveedor:** ¿Cerrará el proveedor o cambiará la formulación del detergente sin avisar a los clientes?

Nota: Estas consideraciones sobre el detergente son para los productos de vidrio no recubiertos. Algunos productos de vidrio recubierto, como los de baja emisividad SUNGATE y SOLARBAN, son sensibles a los ácidos y a las bases y requieren consideración especial, como el procesamiento sin detergente si éste tiene efectos negativos en el recubrimiento. Consulte la sección posterior *Precauciones para el lavado de productos de vidrio recubierto* para obtener más información.

En general, los detergentes ácidos se enjuagan más fácilmente de las superficies de vidrio que los básicos (o alcalinos). Pero los detergentes ácidos pueden causar el grabado de algunos componentes metálicos de la lavadora, y tal vez se requiera una construcción totalmente de acero inoxidable. Vitro recomienda consultar al fabricante de la lavadora para determinar si esta condición ácida tendrá un efecto adverso en el equipo de la lavadora.

Algunos productos de vidrio recubierto pueden ser sensibles a los ácidos (o a las bases) y requerir una consideración especial en cuanto a los detergentes. Ver Precauciones para el vidrio recubierto en la p. 17.

Técnicas recomendadas para el lavado de vidrio

Luego de seleccionar el detergente, se recomienda realizar pruebas en la lavadora. No se debe intentar la producción a gran escala hasta que el usuario esté satisfecho con estas pruebas de que el detergente funcionará satisfactoriamente, se enjuagará por completo y no provocará ningún daño en el recubrimiento de baja emisividad.

Consulte el documento TD-149, *Líquidos de corte y detergentes aceptables para su uso con productos de vidrio recubierto Sungate[®] y Solarban[®] MSVD de Vitro*, disponible en el sitio web de Vitro en <https://www.vitroglazings.com/technical-information/technical-documents/> para obtener la última copia de la lista de materiales aprobados. Aunque los detergentes de esta lista han sido probados en laboratorio y se ha comprobado que son compatibles con los productos de vidrio recubierto MSVD, es responsabilidad del procesador realizar su propia prueba con el detergente en su proceso de producción y en su entorno para tomar la determinación final de que el detergente funcionará satisfactoriamente sin efectos negativos sobre el recubrimiento o la calidad de la unidad de acristalamiento procesada.

Tiempo de permanencia

Todos los aspectos del proceso de lavado están relacionados con esta variable. El ajuste de la velocidad de la línea controla el tiempo de permanencia del vidrio a medida que avanza por cada sección de la lavadora. Consulte el manual operativo del fabricante de la lavadora para conocer los ajustes de velocidad de la línea recomendados para lograr el tiempo de permanencia óptimo. Sin embargo, esta configuración puede necesitar pequeños ajustes dependiendo del rendimiento de la

lavadora individual y de los resultados para lograr un vidrio limpio y seco a la salida. Las consideraciones para hacer funcionar la lavadora más rápido de lo recomendado o con una separación de vidrios más cercana deben hacerse con extrema precaución y con escrutinio de la calidad del vidrio lavado.

Nota: En ningún momento se debe permitir que una parte del vidrio (recubierto o no) se detenga dentro de cualquier parte del recinto de la lavadora. Incluso si el agua, la rotación del cepillo y el soplador de aire están programados para detenerse, hay riesgo de que queden residuos en el vidrio y/o que el vidrio no quede completamente seco. Además, incluso un cepillo de baja emisividad puede rayar el recubrimiento si no hay suficiente flujo de agua, lo que suele ocurrir cuando la lavadora se vuelve a poner en marcha hasta que la línea de agua alcanza su máxima presión.

Componentes del sistema de lavado

El diagrama de la figura 5 muestra una sección transversal simplificada de una típica lavadora de vidrio horizontal que consta de los siguientes componentes básicos:

- Transportador de entrada de vidrio
- Sección de prelavado con cabezales de aspersión superior e inferior
- Rodillos de tracción que conducen el vidrio a través de la lavadora y retiran el exceso de agua; nota: el último rodillo antes de la primera cuchilla de aire es el más crítico y debe ser el más nuevo y estar en buenas condiciones
- Sección de cepillos de lavado con cerdas normales o de baja emisividad; pueden ser cepillos de tipo cilindro giratorio y/o copa oscilante

Técnicas recomendadas para el lavado de vidrio

- Cabezales de aspersión de agua adicionales dirigidos al cepillo
- Sección de enjuague con más cabezales de aspersión de agua superiores e inferiores (no se muestra)
- Sección de secado con cuchilla de aire con filtros de entrada de aire y sistema de soplado de alta velocidad y mangueras de suministro (no se muestra)
- Transportador de salida de vidrio y zona de inspección iluminada

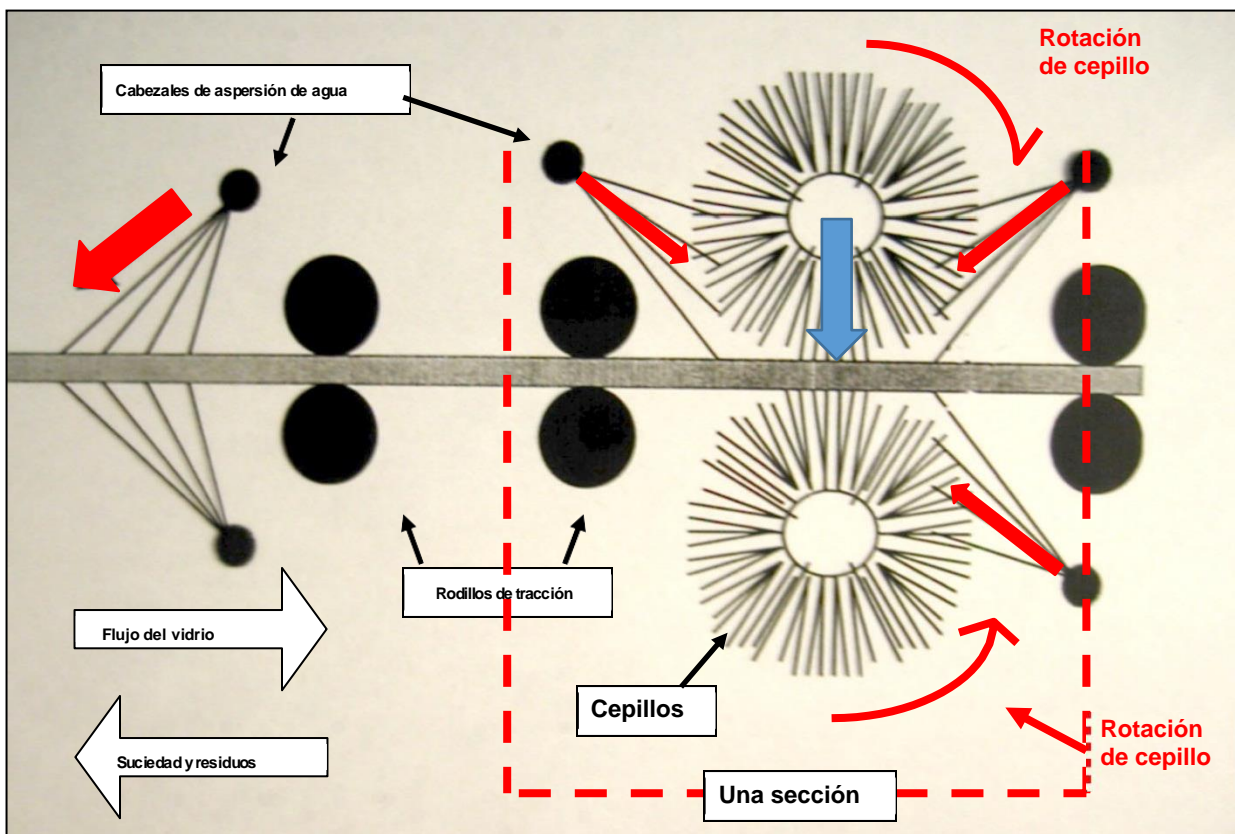


Figura 5 - Sección transversal simplificada de una típica lavadora de vidrio plano

El diseño real de la lavadora puede tener múltiples secciones de lavado y enjuague dependiendo del tamaño del vidrio, la velocidad de la línea (tiempo de permanencia) y los requisitos de rendimiento de la lavadora (es decir, lo sucio

que esté el vidrio que se va a lavar). Además, existen diferentes diseños de sistemas de recogida y recirculación de agua.

Técnicas recomendadas para el lavado de vidrio

Sistema típico de lavado mecánico de vidrio

Las lavadoras mecánicas de vidrio típicas están diseñadas para eliminar residuos superficiales solubles en agua. Estas lavadoras constan de una sección de aplicación de detergente (opcional) y de lavado, una o más secciones de enjuague y una de secado (p. ej., cuchillas de aire). En la sección de lavado, los cepillos cilíndricos y/u oscilantes proporcionan una acción mecánica que opera con la presión del agua para limpiar el vidrio.

Un rendimiento óptimo de la lavadora requiere una carga adecuada del vidrio (es decir, colocar las superficies recubiertas lejos de los rodillos transportadores). El espacio entre los vidrios debe ser mayor que la circunferencia del rodillo. La velocidad del transportador debe proporcionar un tiempo de permanencia adecuado en la lavadora. Los transportadores no deben detenerse mientras el vidrio esté bajo los cepillos, las cuchillas de aire o en cualquier otra sección de la lavadora.

Las lavadoras de vidrio no siempre logran eliminar los residuos superficiales insolubles en agua. La identificación de la naturaleza química de un residuo puede ahorrar el tiempo de producción que se pierde al lavar repetidamente el vidrio intentando eliminar dichos residuos. Por ejemplo, la deposición de un adhesivo de cinta o de una etiqueta en la superficie del vidrio puede requerir una limpieza previa especial fuera de línea con solventes orgánicos para eliminar este residuo pegajoso insoluble en agua antes de la entrada en la lavadora en línea. **No se recomienda añadir dichos solventes a la lavadora, ya que pueden dañar los componentes internos. Además, tenga cuidado con el vidrio recubierto que puede no ser compatible con ciertos solventes.** Consulte la sección posterior

Precauciones para el lavado de productos de vidrio recubierto para más información.

Aunque una lavadora de vidrio típica sirve para limpiar los residuos superficiales del vidrio, la “suciedad” en partículas puede causar problemas importantes en el sistema, sobre todo en lavadoras de recirculación que no están equipadas con filtros de agua en línea apropiados. Las astillas producto de la manipulación del vidrio u otras partículas arenosas que entran en la sección de lavado pueden ser movilizadas en la superficie del vidrio por los cepillos de la lavadora causando rasguños. Incluso las partículas no abrasivas plantean un problema, al obstruir las boquillas de aspersión y acumularse en los cepillos de las lavadoras y en los tanques de recirculación, reduciendo la eficacia de la limpieza y aumentando la necesidad de mantenimiento de la lavadora.

SISTEMA DE PRELAVADO

Reconociendo la necesidad de optimizar el rendimiento de la lavadora impidiendo la entrada de partículas, se llevó a cabo una investigación sobre la limpieza del vidrio que condujo al desarrollo de un complemento sencillo, compacto y económico para la lavadora que se llama sección de “prelavado”.

Así como se obtiene un rendimiento óptimo de los lavavajillas enjuagando los alimentos sólidos de la vajilla antes de la carga, el sistema de prelavado da un rendimiento óptimo de la lavadora de vidrio eliminando eficazmente las partículas de la superficie antes de entrar en una lavadora de vidrio típica.

Si se recircula agua en la lavadora de producción que sigue al prelavado, puede ser necesario colocar un tubo de alta presión debajo del transportador para eliminar las pocas partículas que se transfieren a la

Técnicas recomendadas para el lavado de vidrio

superficie inferior del vidrio durante el apilamiento. Esto evita la posible acumulación de estas partículas en un sistema recirculado. De lo contrario, uno o dos tubos de alta presión que rocíen sólo la superficie superior del vidrio será suficiente para el prelavado en una línea con una lavadora sin recirculación.

El prelavado de alta presión suele contener un recinto de chapa metálica provisto de tubos de aspersion que suministran agua filtrada a una presión de entre 100 y 150 psi. **Nota: Puede ser necesario reducir la presión del agua si el exceso de aspersion por el contacto con el vidrio está causando inclinación o fractura del vidrio o desbordamiento excesivo, causando un peligro de resbalamiento.** El agua utilizada en la aspersion de alta presión puede proceder de cualquier fuente conveniente (pozo, grifo, desbordamiento de la lavadora), siempre que se filtre a través de un filtro de cartucho reemplazable de 25 micras como mínimo antes de ser bombeada a través de la tubería de suministro. Esta agua a temperatura ambiente debe estar libre de partículas para evitar posibles rasguños en la superficie del vidrio y la obstrucción de la boquilla. Si la fuente de agua es ácida (p.ej. algunas aguas desmineralizadas), se recomiendan tuberías, boquillas y bombas de acero inoxidable para evitar la corrosión de estos componentes del sistema.

Los tubos de aspersion superior e inferior de la figura 6 en el recinto de alta presión están montados a 3 o 4 pulgadas* de la superficie del vidrio en una orientación que rocíe con un ángulo de incidencia de 45 grados con la superficie del vidrio entrante. **Observe que las boquillas están inclinadas hacia la entrada del prelavado para expulsar la suciedad y los residuos de la lavadora. Además, la presión y el volumen de agua deben ser mayores en la aspersion superior que en la inferior.** Las

boquillas de acero inoxidable (tipo abanico de 65 a 110 grados, diámetro de orificio de 0.026 pulg.) son aptas para su uso en estas tuberías de aspersion de alta presión.

*Los parámetros de lavado relacionados con la posición/alineación de la tubería, el patrón de aspersion de las boquillas, el tamaño y la separación de los orificios, etc., se dan como lineamientos basados en nuestra experiencia. Dado que todas las configuraciones de las líneas varían para una instalación de producción determinada, se debe experimentar con estos parámetros para idear el sistema más eficaz para una instalación específica.

Cuando el agua de prelavado se desecha, puede incluirse con los demás vertidos de la planta para la eliminación normal de las aguas residuales. Las partículas suspendidas en el agua requerirán un tratamiento normal de los residuos sólidos. Si hay preocupación por las partículas en la descarga, se puede colocar un filtro (o una serie de filtros en tándem) debajo del recinto de alta presión para retener la materia sólida que se enjuaga de las superficies de vidrio. Con base en la distribución del tamaño de las partículas del típico polvo intercalado, un filtro de 120 mallas retendrá aproximadamente el 99% de este material para su eliminación alternativa. Estos filtros deben instalarse de manera que puedan retirarse fácilmente para su limpieza, según sea necesario. Estos métodos de recogida de vertidos no son necesariamente completos ni exhaustivos. Deben considerarse los requisitos de la EPA, estatales y locales antes de verter cualquier sistema de residuos.

Eliminación de TPO –

El uso de un sistema de prelavado brinda una superficie de vidrio libre de residuos para su posterior limpieza. El prelavado también es crucial para la eliminación completa de una capa protectora temporal (TPO) que puede aplicarse al vidrio de baja emisividad MSVD que será tratado térmicamente. **Hay que tener cuidado para asegurarse de que la solución de**

Técnicas recomendadas para el lavado de vidrio

prelavado, que incluye TPO disuelta, no se seque en ninguna parte del vidrio, ya que el residuo seco puede ser más difícil de eliminar para la lavadora. Lo mismo ocurre cuando se utiliza un matado de filos en húmedo antes de la lavadora.

A medida que la TPO se disuelve y se elimina en el prelavado, es habitual observar la formación de espuma en el tanque de recogida. Si el agua de este tanque se recircula, después de unos 30 minutos de funcionamiento, el agua puede supersaturarse de TPO y ya no se disolverá. Como resultado, la TPO se rociará de nuevo sobre el vidrio y será llevada a la lavadora y potencialmente incluso al enjuague final. Si se observa formación de espuma en el tanque de recogida de agua de lavado y no se utiliza detergente o en el tanque de enjuague final, se debe hacer funcionar el tanque de prelavado para que se vacíe y que entre agua fresca en el tanque de prelavado para eliminar el exceso de espuma. Si el nivel de espuma no cede, puede ser necesario apagar la lavadora y limpiarla por completo y vaciar y rellenar los tanques. Una buena práctica es mantener la espuma de la TPO al mínimo introduciendo continuamente un porcentaje de agua fresca en el prelavado y drenando la espuma, para que no se acumule. La descripción del sistema de prelavado que se da aquí es para una lavadora horizontal. El mismo requisito de una sección de prelavado en las lavadoras verticales es válido cuando la lavadora vertical se utiliza para limpiar el vidrio antes del tratamiento térmico o el vidrio procesado en la lavadora vertical está muy sucio y no sale limpio de la lavadora vertical.

Recomendaciones para el mantenimiento del sistema de prelavado y lavado

El mantenimiento de rutina de todos los componentes del sistema de lavado es

esencial para una limpieza óptima del vidrio. Mientras que algunas funciones de mantenimiento se realizarán sobre pedido, otras deben programarse periódicamente o en función del volumen de producción.

Prelavado

El sistema de prelavado recomendado requiere sólo tres procedimientos básicos de mantenimiento:

1. Los cartuchos de los filtros de las líneas de agua de alta presión deben cambiarse siempre que se agoten. La frecuencia de reemplazo de los filtros se basa en varios parámetros, incluyendo el diferencial de presión recomendado por el proveedor a través de los sumideros de los filtros, la inspección visual de los filtros, o según lo dicte la experiencia de producción.
2. Puede ser necesario limpiar o sustituir ocasionalmente las boquillas obstruidas o corroídas. Una inspección visual del sistema generalmente revelará la necesidad. **Siempre debe haber una acumulación de agua en la superficie del vidrio al entrar en el prelavado. Preste también atención a la presión de aspersión y a la cantidad de flujo de agua, que son indicadores de boquillas y/o filtros obstruidos, o de corrosión/agrandamiento de la abertura de la boquilla.**
3. Para un sistema de prelavado que utilice agua de enjuague recirculante a alta presión, los tanques de retención deben drenarse y enjuagarse al menos cada 24 horas, dependiendo del tiempo de funcionamiento general.

Técnicas recomendadas para el lavado de vidrio

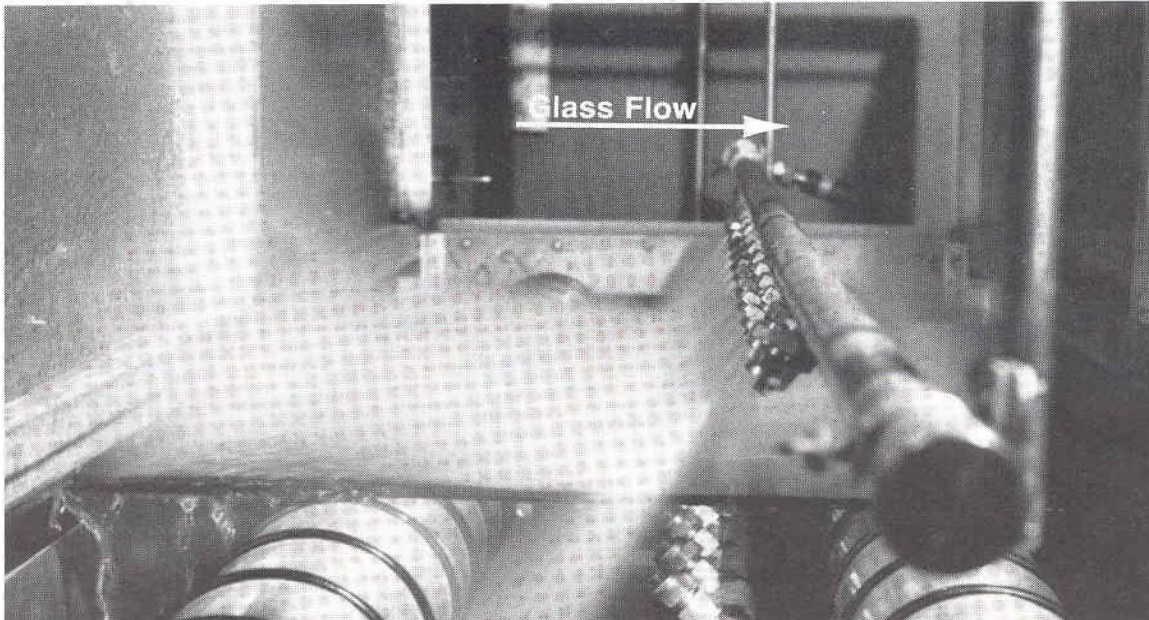


Figura 6 - Aspersión de alta presión del sistema de prelavado; descubierto para mostrar los componentes internos.

Lavadora de línea principal

Nota:

La mejor fuente para los requisitos y procedimientos de mantenimiento es el fabricante de su equipo. Vitro ofrece las siguientes recomendaciones de buena fe y para proporcionar información útil, NO como reemplazo de las recomendaciones del fabricante del equipo.

Diariamente

- Vacíe y reemplace los tanques de prelavado, lavado y enjuague con solución limpiadora fresca (si se usa detergente) y agua desmineralizada. Verifique los TDS al comienzo del turno y a lo largo del día. Registre los valores de TDS en la hoja de control de la lavadora.
- Enjuague los filtros en línea (reemplace de ser necesario). Revise las caídas de presión en los filtros a lo largo del día.
- Verifique que los rodillos de tracción y los rodillos transportadores estén libres de suciedad, grasa y moho y que no estén dañados (sobre todo el último rodillo de tracción antes de la sección de las cuchillas de aire).
- Verifique que las tuberías y boquillas de aspersión no estén obstruidas. Compruebe el adecuado flujo de agua en cada sección de la lavadora, visualmente y con medidores de flujo en línea (si están instalados).
- Realice la "Prueba de Marcador de Calidad de la Lavadora" para garantizar la configuración y el rendimiento adecuados de la lavadora. Ver Apéndice 1.

Técnicas recomendadas para el lavado de vidrio

Semanalmente

- Reemplace los filtros de aire de la unidad de soplado de las cuchillas de aire (puede requerir un cambio más frecuente si los filtros se ven sucios).
- Limpie las boquillas del tubo de aspersión y las ranuras de las cuchillas de aire.
- Limpie los rodillos transportadores de salida.
- Lubrique los componentes según los lineamientos del fabricante. Evite el contacto del lubricante con todos los componentes internos.

Mensualmente

- Limpie todas las tuberías de agua con un cepillo de alambre y dentro del sistema de secado por aire (plenum, mangueras de suministro, etc.).
- Inspeccione bien todas las piezas móviles. Busque desgaste desigual y rodillos de tracción y cepillos dañados. Mida la longitud de las cerdas y reemplace el cepillo según las recomendaciones del fabricante.
- Limpie por completo la lavadora, por dentro y por fuera, con un aspersor de alta presión. Elimine cualquier moho u otros contaminantes de todas las partes de la lavadora.

Si se producen problemas de producción que parezcan estar relacionados con la limpieza del vidrio, una revisión de algunos o todos estos parámetros del sistema de la lavadora puede indicar que se necesita un mantenimiento no programado y/o cambios de configuración. Además, una referencia rápida a la siguiente guía de resolución de problemas puede resultar útil.

GUÍA PARA LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Hay una variedad de defectos asociados a la lavadora en el vidrio que pueden resolverse fácilmente tomando las medidas correctivas adecuadas.

La siguiente guía, basada en nuestra experiencia, se proporciona como una referencia conveniente para localizar las posibles causas de los problemas observados con el sistema de lavado. No podemos aceptar ninguna responsabilidad por su eficacia en la resolución de problemas específicos de la lavadora de vidrio. Recomendamos utilizar esta guía como complemento de las instrucciones del fabricante para la operación, el mantenimiento y la resolución de problemas de la lavadora.

Cuando haya rechazos en la producción, se debe hacer un esfuerzo para examinar el vidrio que ha pasado por la lavadora pero que aún no se ha procesado. Si esta revisión revela alguna de las condiciones del vidrio enumeradas en la guía de resolución de problemas, se deben investigar las posibles causas correspondientes. Este procedimiento debe identificar los problemas de producción que se originan en la sección de lavado de la línea de procesamiento. Dado que las condiciones anormales de la superficie del vidrio entrante (como manchas o corrosión) también se discernirán en esta revisión, éstas se han incluido en la lista de posibles causas.

Técnicas recomendadas para el lavado de vidrio

Guía general de resolución de problemas

Condición del vidrio observado	Posibles causas principales	Clave
El lavado no ha eliminado las manchas/rayas/restos de suciedad visibles en el vidrio tal y como se recibió	d, g, j, k, o, p, r, w	a - Cuchilla de aire: mala alineación, velocidad de aire insuficiente b - Cuchilla de aire: filtros y/o conductos sucios c - Cuchilla de aire: transportadores detenidos mientras el vidrio está bajo los sopladores d - Cepillos: sucios, mal contacto, desgaste no uniforme, pérdida de cerdas e - Rodillos del transportador: sucios f - Carga del transportador: vidrios demasiado juntos g - Velocidad del transportador: demasiado rápida h - Detergente: se utiliza demasiado i - Detergente: solubilidad/enjuague inadecuado para las condiciones del agua j - Detergente: capacidad de limpieza insuficiente k - Detergente: no se utiliza l - Detergente: contiene agente antiespumante m - Detergente: cambio reciente a un nuevo detergente que provoca la liberación de suciedad acumulada (sarro)
Rasguños en la superficie (relacionados con la lavadora)	e, k, n, o, q	n - Filtros (Prelavado, Lavadora, Cuchilla de Aire): gastados, tamaño incorrecto o no están colocados o - Boquillas (Prelavado, Lavadora, Enjuague): obstruidas o corroídas provocando un volumen o velocidad de agua insuficiente p - Se necesita limpieza previa con solvente orgánico para eliminar los contaminantes insolubles en agua q - Partículas contaminantes en el sistema de lavado
El lavado ha depositado partículas contaminantes en las superficies del vidrio	b, d, e, h, l, m, n, o, q, s, t, u	r - La suciedad de contaminantes de reacción en el vidrio requiere procedimientos de limpieza alternativos s - Calidad del agua de enjuague: alta turbidez o contenido de sales de agua dura t - Temperatura del agua de enjuague: demasiado fría u - Volumen de agua de enjuague: insuficiente v - Tanques de retención de soluciones (prelavado o lavadora): sucios, es necesario tallar y/o limpiar con vapor w - Vidrio manchado (corroído) x - Agua de prelavado: sucia por circulación prolongada; TPO no eliminada o depositada de nuevo y - Rodillo de tracción desalineado o en mal estado z - Sustrato mal limpiado debajo del recubrimiento
Gotas de agua en la(s) superficie(s)	a, f, g, t	
Defectos puntuales en la(s) superficie(s)	a, b, e, f, g, h, l, k, l, m, n, o, p, r, s, t, u, v, w, x, z	
Rayas superficiales de aparición y orientación aleatoria	a, b, c, h, i, k, l, m, n, o, p, r, s, t, u, v, w, x	
Rayas superficiales relativamente uniformes orientadas en paralelo a la dirección de desplazamiento del vidrio	b, d, e, o, s, u	
Rayas superficiales orientadas perpendicularmente a la dirección de desplazamiento del vidrio	c, e, f	
Película o neblina (<i>haze</i>) visible sobre la(s) superficie(s) del vidrio o la(s) subsuperficie(s) puede(n) mostrar una mala humectación/adhesión, lo que indica una película superficial delgada y difícil de ver	b, d, h, l, j, k, l, m, n, o, s, t, u, v, w, x, z	

Técnicas recomendadas para el lavado de vidrio

Precauciones para el lavado de productos de vidrio recubierto

El vidrio recubierto puede actuar de forma diferente al vidrio no recubierto en un sistema de lavado. Será necesario tomar precauciones al lavar los productos de vidrio recubierto.

Los **vidrios recubiertos pirolíticos**, como el Solarcool[®] o Vistacool[®], incorporan recubrimientos que se “disparan” en la superficie del vidrio mediante un método pirolítico a temperaturas elevadas. Estos productos, cuando se limpian en un sistema de lavado como el descrito en este documento, pueden tratarse igual que el vidrio sin recubrimiento, ya que es relativamente duradero. Las posibles excepciones son la selección del detergente (si se utiliza) y el uso de cualquier solvente antes del lavado. Estos deben probarse antes de usarse en la producción.

Los **recubrimientos de deposición al vacío por magnetrón (MSVD)** como el vidrio recubierto **SUNGATE** y **SOLARBAN** no son tan duraderos como los recubrimientos pirolíticos. Además, estos recubrimientos contienen materiales que son más reactivos químicamente que los de los recubrimientos pirolíticos.

Las siguientes recomendaciones se ofrecen para ayudar al lavado exitoso del vidrio de baja emisividad MSVD y, aunque todas son importantes, las que están en **negrita** se consideran críticas. La aplicación de estas mejores prácticas y recomendaciones también mejorará la eficacia y la calidad de todos los tipos de vidrio lavado.

Recomendaciones para el lavado del vidrio recubierto MSVD de Vitro –

- **Un prelavado funcional y bien configurado** para disolver y eliminar partículas, residuos, TPO y otra suciedad y desechos o, por lo menos, aflojarlos.
- **Instale cepillos que tengan un diámetro de cerdas entre 0.006 y 0.009” (0.15 – 0.23mm)**. Especifique el tamaño real del diámetro de las cerdas en lugar de pedir simplemente “cepillos de baja emisividad”. Mida el diámetro real de las cerdas de todos los cepillos que reciba y comunique cualquier discrepancia al fabricante del cepillo y no lo utilice en contacto con el recubrimiento de baja emisividad.
- **Mantenga los cepillos de lavado limpios y libres de gravilla y abrasivos** (como partículas y astillas de vidrio).
- **Utilice la mínima presión de cepillado necesaria para una limpieza eficaz. Haga una prueba de marcador para confirmar que la configuración y el rendimiento sean los adecuados.**
- **Nunca deje que el vidrio se detenga en una posición fija bajo los cepillos de la lavadora o en otra parte de la misma.**
- Todos los cepillos deben tener suficiente flujo de agua para evitar que el cepillo, aunque sea de baja emisividad, raye el recubrimiento. Una “regla general” es tener ¾ GPM por pie de tubería para cada tubería dentro de la lavadora. Deben instalarse medidores de flujo en cada cabezal para monitorear el flujo de agua.

Técnicas recomendadas para el lavado de vidrio

- **Las boquillas en la sección del cepillo deben apuntar al cepillo y no al vidrio.**
- **El total de sólidos disueltos (TDS) en el agua de lavado final no debe ser superior a 20 ppm.** El agua que supere este nivel debe reponerse o reemplazarse. El uso de un sensor de tiempo completo en el tanque es la mejor manera de monitorear el TDS ya que estos dispositivos pueden tener una alarma automática para alertar al operador cuando la calidad del agua ya no es aceptable.
- El pH del agua de lavado debe monitorearse para asegurarse que no sea excesivamente bajo o alto. Esto es más importante cuando se utiliza un detergente. Lo ideal es mantener un pH de 6-7 para el vidrio recubierto.
- Si es necesario hacer una limpieza manual, utilice una solución de 50-50 de agua desmineralizada y alcohol isopropílico y un trapo de algodón de microfibra limpio (o similar). Se recomienda dar palmaditas, en lugar de frotar, para evitar que se dañe el recubrimiento. Evite el uso de limpiacristales domésticos como Windex, jabón para platos u otros productos similares.
- **Implemente un programa regular de mantenimiento preventivo integral para la lavadora e incluya una lista de control operativa diaria.**
- **Evite el uso de detergente, si es posible, en el vidrio recubierto con MSVD. Esto evita posibles rayas y manchas por un detergente mal enjuagado.**
- **Configure correctamente el rodillo de tracción final y la sección de cuchillas de aire para lograr una buena acción de laminación del agua y un secado sin residuos, sin manchas ni rayas.** Los residuos que quedan en el vidrio recubierto son mucho más visibles que en el vidrio no recubierto, especialmente después del tratamiento térmico, y a largo plazo podrían provocar la corrosión del recubrimiento.

Técnicas recomendadas para el lavado de vidrio

GLOSARIO

Estas definiciones se refieren a las palabras utilizadas en este documento.

Astillas de adhesión – astillas de vidrio adheridas a la superficie del vidrio

Alcalino – que tiene las propiedades de un álcali: capaz de neutralizar un ácido. Si tiene un pH superior a 7; también se denomina básico.

Desionizar – proceso mediante el cual se utilizan resinas de intercambio iónico para eliminar las sales del agua dura.

Desmineralizar – la eliminación de los componentes minerales del agua.

Dureza – la cantidad de carbonato cálcico disuelto en el agua.

Sello hermético – un sello hermético que resiste la penetración (o escape) de gases y vapor de humedad.

Intercalación - un material de embalaje que se coloca entre las láminas de vidrio adyacentes para evitar que se peguen, también conocido como material separado.

pH – escala de 1 a 14 que designa la acidez o alcalinidad relativa de los líquidos. 7 es neutro, 1 es el extremo ácido y 14 es el extremo alcalino.

Partículas – material sólido depositado vagamente en una superficie. Pueden retirarse con métodos mecánicos no abrasivos, como el agua a alta presión.

Polvo intercalado (o polvo separador) – partículas granulares colocadas a propósito sobre el vidrio para actuar como separador mecánico y evitar la corrosión entre las

láminas de vidrio. Las perlas acrílicas y la harina de madera son ejemplos.

Contaminantes de reacción – residuos que tienen algún grado de unión o interacción física o química con la superficie del vidrio. No se pueden eliminar con los procedimientos prácticos de lavado estándar.

Sarro - un depósito de compuestos minerales en el agua.

Suavidad (agua) – grado al cual se han eliminado los iones de magnesio y calcio del agua.

Solubilidad – la capacidad de una sustancia, como el detergente, para disolverse en el agua.

Corrosión superficial – erosión química irreparable, iniciada por la humedad, de la superficie de un vidrio.

Turbidez – Opacidad o enturbiamiento de un líquido causado por partículas suspendidas.

Técnicas recomendadas para el lavado de vidrio

Apéndice 1: Prueba de marcador de la calidad de la lavadora

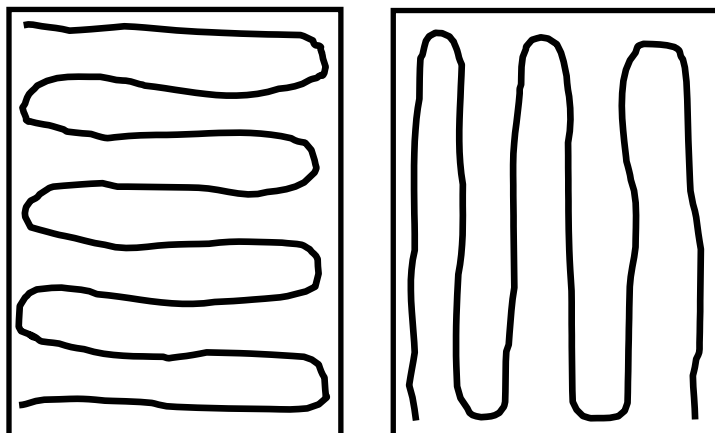
Procedimiento recomendado para la “prueba de marcador” en las lavadoras de vidrio

El siguiente procedimiento se aplica a todos los procesadores de vidrio que lavan los productos de Vitro Vidrio Arquitectónico, recubiertos y no recubiertos, para su uso en aplicaciones de acristalamiento arquitectónico y vidrio de especialidad. El fin de esta prueba es verificar la correcta configuración y funcionamiento de una lavadora de vidrio, tanto en diseños horizontales como verticales, para limpiar eficazmente el vidrio minimizando la posibilidad de dañar los recubrimientos de baja emisividad. Esta prueba de marcador se realizará como mínimo después del mantenimiento de la lavadora y debe considerarse con frecuencia para garantizar la calidad continua del vidrio lavado (es decir, al comienzo de cada turno, al cambiar el espesor del vidrio y después de realizar un ajuste a la lavadora).

Seguir estos sencillos pasos indicará el rendimiento de la lavadora y si es necesario realizar algún cambio de configuración o mantenimiento adicional:

1. Comience con una pieza de vidrio claro. El tamaño puede variar, pero se sugiere utilizar un tamaño más grande para cubrir la mayor parte de la anchura/altura de la lavadora. El espesor del vidrio debe ser igual al de la lavadora. Mantener algunas muestras de vidrio del tamaño y espesor deseados cerca de la lavadora permite un fácil acceso para realizar esta prueba.
2. Antes de cargar el vidrio en el transportador de entrada de la lavadora, utilice un marcador permanente (Sharpie[®] o equivalente con punta ancha de cincel; de preferencia negro) para poner una “S” en ambos lados del vidrio (ver diagrama-1) utilizando una velocidad constante para una aplicación uniforme de la tinta. Es importante utilizar el mismo marcador para ambos lados. Tenga en cuenta también que los marcadores de otros colores pueden tener un rendimiento diferente debido al troquel utilizado. Alterne la orientación del patrón para que sea fácil determinar en qué lado del vidrio está la marca. Deje secar la marca (~1min).

Diagrama-1: patrón de marcador en “S” en las superficies delantera y trasera del vidrio



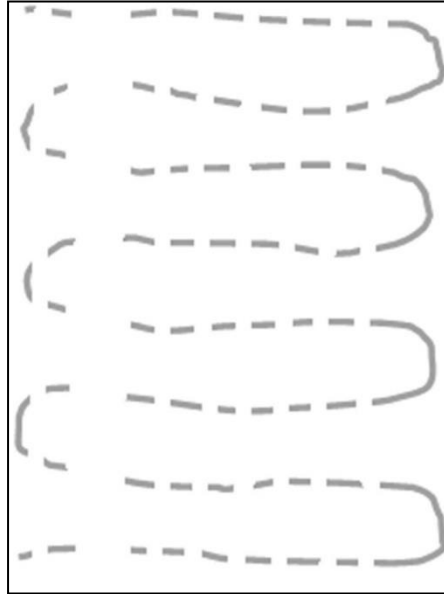
Nota: No utilice un lápiz de cera para marcar el vidrio, ya que este tipo de material puede derretirse con el agua de lavado caliente y contaminar la lavadora.

Técnicas recomendadas para el lavado de vidrio

- La lavadora debe estar configurada y funcionando normalmente (es decir, velocidad normal del transportador, prelavado activado, buen flujo de agua, cepillos activados - según el tipo de cepillo y el vidrio que se está lavando, agua de lavado calentada, rodillos de tracción en posición según el espesor del vidrio, sección de secado activada). Si se utiliza normalmente detergente en la lavadora, se sugiere realizar esta prueba de marcador sin el detergente, ya que el interés principal es comprobar el flujo de agua y la configuración de los cepillos. Si se está probando la configuración de la lavadora de vidrio recubierto y hay un sensor para detectar el vidrio recubierto y ajustar la posición del cepillo automáticamente, el operador tendrá que evadir o engañar de alguna manera a este sensor cuando se pase el vidrio transparente con el patrón “S” marcado en él a través de la lavadora.
3. Coloque el vidrio marcado en el transportador de entrada en la posición y orientación típicas en que el vidrio pasa por la lavadora. Nota: Es deseable probar todo el ancho/altura utilizable de la lavadora.
 4. Deje que el vidrio pase por toda la lavadora sin detenerse (nota: el vidrio nunca debe detenerse a mitad de camino en la lavadora, incluso si la misma está diseñada para apagarse automáticamente). A medida que el vidrio sale de la lavadora, verifique visualmente la sequedad del vidrio. No debe haber gotas de agua en los bordes, incluyendo el borde de salida. Tampoco debe haber rayas, manchas u otras marcas de agua seca en la superficie del vidrio (se sugiere inspeccionar el vidrio con una linterna brillante de ~300 lúmenes). Si se observan rayas, manchas o marcas de agua seca, compruebe que la calidad del agua de enjuague final sea buena ($TDS \leq 20ppm$ o $\leq 40\mu s$), que el rodillo de tracción justo antes de la sección de las cuchillas de aire está configurado correctamente y en buenas condiciones, que los filtros de entrada de aire del soplador están limpios y pegados con cinta adhesiva en las uniones, que las cuchillas de aire (incluyendo las mangueras de suministro) estén limpias y bien colocadas, que los rodillos transportadores están limpios y que se minimicen las fuentes de polvo/residuos para evitar que se deposite polvo en el vidrio limpio. Recuerde que la definición de calidad del vidrio lavado es “limpio” y “seco”.
 5. Saque la pieza de vidrio de prueba de la línea (asegúrese de usar guantes limpios) e inspeccione con una luz brillante adecuada. Nota: Se recomienda el uso de una linterna brillante o una mesa/caja de luz. Para que una lavadora funcione con vidrio recubierto, la marca del patrón “S” **no debe** eliminarse por completo en la superficie superior/frontal, pero **sí debe** eliminarse por completo en la superficie inferior/trasera. Si la marca de la superficie superior/frontal se ha eliminado en su mayor parte o por completo, esto indica que los cepillos pueden estar demasiado engranados y existe un mayor potencial de rasguños en el recubrimiento. Lo ideal es que la marca de la parte superior/frontal se elimine entre un 50% y un 75%, como se muestra en el diagrama 2. Es típico y de esperarse que la marca se desvanezca un poco.

Técnicas recomendadas para el lavado de vidrio

Diagrama-2 (parte superior/frontal/de baja emisividad): la marca "S" después del lavado debe estar parcialmente eliminada y desvanecida



Nota: Los espacios reales de la marca "S" parcialmente eliminada suelen ser mucho más pequeños que los mostrados (es decir, el ancho de las cerdas del cepillo).

6. (continuación) - Si la marca "S" superior/frontal apenas se ha eliminado o parece que no se ha tocado en absoluto, esto indica que los cepillos no se han engranado bien y que el vidrio en general no se está limpiando correctamente. Nota: Esto es especialmente importante para lograr la eliminación completa de la capa protectora temporal (TPO) utilizada en algunos productos de vidrio recubierto suministrados por Vitro. Si la lavadora está configurada para funcionar con vidrio no recubierto, entonces la marca "S" debe eliminarse por completo de ambos lados del vidrio.
7. Busque consistencia en la eliminación de la marca de lado a lado y de principio a fin. Como se muestra en el diagrama 2, hay un área en el lado izquierdo donde la eliminación no es consistente. Esto indica un problema con un cepillo desgastado de manera desigual o también podría ser causado por una boquilla obstruida, ya que un cepillo seco funciona de manera diferente a un cepillo húmedo. *Nota: Incluso un cepillo de baja emisividad puede rayar el recubrimiento si está seco, ya que el agua actúa como lubricante.* Además, la marca en el lado derecho no se elimina de forma consistente, lo que indica un cepillo mal alineado o un cepillo muy desgastado (sobre todo si el vidrio se carga repetidamente hacia este lado de la lavadora con el borde del vidrio desgastando el cepillo).

Técnicas recomendadas para el lavado de vidrio

Guía de resolución de problemas para la configuración y operación de la lavadora –

Síntoma	Posible acción
La marca “S” se ha eliminado por completo de ambos lados	<ul style="list-style-type: none"> • Para el vidrio no recubierto, este es el resultado adecuado de la prueba. • Para el vidrio recubierto, ajuste la posición de los cepillos: retroceda los cepillos del lado recubierto hasta que la marca se elimine sólo parcialmente, entre un 50% y un 75%. Inspeccione también si hay rasguños en el vidrio lavado desde la última prueba de marcador. <p><i>Nota: En una lavadora vertical, la posición de los cepillos entre la parte delantera y la trasera puede requerir un equilibrio fino para que el vidrio siga pasando por la lavadora correctamente. Consulte las instrucciones del fabricante de la lavadora.</i></p>
La marca “S” no se elimina/desvanece de forma consistente de un lado a otro y/o de principio a fin	<ul style="list-style-type: none"> • Compruebe que los cepillos no se desgasten de forma desigual, sobre todo si el vidrio se carga siempre hacia un lado de la lavadora. Para lograr el mejor desgaste de los cepillos, altere la posición del vidrio y/o inclínelo a través de la lavadora. • Compruebe que los cepillos estén nivelados a lo largo de la lavadora. Ajuste lo necesario para conseguir una superficie de cepillos nivelada en contacto con el vidrio.
Rasguños del cepillo en el recubrimiento (difíciles de ver sin una linterna brillante mirando en el reflejo)	<ul style="list-style-type: none"> • Primero gire una pieza de vidrio recubierto a través de la lavadora para confirmar que la orientación del rasguño sigue. • Asegúrese de que no hay boquillas obstruidas o mal orientadas (en la sección del cepillo, las boquillas deben rociar el cepillo y no el vidrio). • Asegúrese de que haya un flujo de agua adecuado - Vitro recomienda 3/4 GPM por pie de tubería para cada cabezal dentro de la lavadora. • Verifique que se utilicen cepillos de baja emisividad (diámetro de las cerdas: 0.006” –0.009”).
Rayas/manchas de agua seca (pueden no ser visibles sin una linterna brillante)	<ul style="list-style-type: none"> • Compruebe que la calidad del agua sea buena (el TDS del enjuague final debe ser ≤ 20ppm). • Que los rodillos de tracción estén bien configurados y libres de cortes y gubias y de residuos extraños. Coloque siempre el rodillo de tracción más nuevo en la última posición superior para tener la mejor acción del limpiavidrios antes de las cuchillas de aire. • Que los filtros de entrada de aire del soplador estén limpios y con cinta adhesiva en las uniones. Las mangueras de suministro de aire y la sección de las cuchillas de aire deben estar limpias (se requiere un mantenimiento periódico para mantenerlas limpias). • Que el volumen de aire que sale de las cuchillas de aire sea suficiente y se extienda de forma consistente a través de ellas (se requiere una limpieza periódica de las ranuras de las cuchillas de aire).

Técnicas recomendadas para el lavado de vidrio

Síntoma	Posible acción
Rayas/manchas de agua seca (cont.)	<ul style="list-style-type: none"> • Que las cuchillas de aire estén bien colocadas de manera que las ranuras de las cuchillas de aire superiores e inferiores sean paralelas entre sí en todos los planos y la ranura de la cuchilla de aire superior esté colocada ligeramente más cerca del extremo de salida que la ranura de la cuchilla de aire inferior en el plano vertical, de manera que la cuchilla de aire superior sea la última en soplar sobre el vidrio. • Los rodillos transportadores deben estar limpios y se deben minimizar las fuentes de polvo/residuos para evitar que se deposite polvo en el vidrio limpio.
Quedan residuos (podrían ser de TPO) en el vidrio después del lavado; suelen aparecer manchas y/o rayas de color púrpura	<ul style="list-style-type: none"> • El sistema de preenjuague tiene un flujo y presión de agua deficientes, o las boquillas están mal orientadas (apuntando hacia la entrada). • Los cepillos no están tocando la superficie del vidrio - haga una prueba de marcador para confirmar que la configuración es correcta. • Compruebe que el flujo de agua sea el adecuado, especialmente en la sección de prelavado. • Compruebe que la temperatura del agua de la sección de lavado sea la adecuada, de 110 a 140°F o de 43 a 60°C (idealmente lo más cerca a 140°F o 60°C que permita el fabricante). • Compruebe la calidad del agua y la acumulación excesiva de espuma en cualquiera de los tanques de agua de recirculación. No utilice productos químicos para reducir la espuma, sino que limpie la acumulación de TPO, grasa, moho u otros residuos extraños dentro de la lavadora (requiere un mantenimiento periódico de toda la lavadora para mantenerla limpia). • El vidrio se quedó demasiado tiempo (>2 horas) después del corte o se mojó y luego se volvió a secar.
La calidad del agua (TDS) se deteriora rápidamente en pocas horas	<ul style="list-style-type: none"> • El sistema de tratamiento de agua funciona mal o hay que cambiar los filtros. • La rotación de los cepillos no es opuesta al flujo del vidrio, por lo que la suciedad/los residuos son empujados hacia la lavadora en lugar de hacia la entrada. • Los cepillos no están en contacto con el vidrio, por lo que todos los residuos son arrastrados más abajo en la lavadora. • El sistema de preenjuague no está configurado/funcionando bien para eliminar la mayor parte de la suciedad/residuos o TPO antes de entrar en la lavadora. • El agua de cada sección no está aislada o no cae en cascada dentro de la lavadora; busque componentes interiores oxidados, con fugas o mal instalados.
Espuma excesiva en cualquiera de los tanques de agua de recirculación	<ul style="list-style-type: none"> • Si se utiliza detergente, compruebe/ajuste la cantidad añadida al agua de lavado. • Después de lavar un gran volumen de vidrio recubierto que contenga TPO, asegúrese de que la TPO no se esté acumulando dentro de los tanques de preenjuague, de lavado o de recirculación. Si hay espuma visible, haga funcionar el tanque de recirculación de preenjuague para drenar y purgar con agua fresca hasta que la espuma disminuya. Puede ser necesario rociar a alta presión la sección de preenjuague y el tanque(s) de recirculación para eliminar la acumulación de TPO.

Técnicas recomendadas para el lavado de vidrio

Espuma excesiva (cont.)	<ul style="list-style-type: none"> El sistema de pre-enjuague no está configurado/funcionando adecuadamente para eliminar la mayor parte de la TPO antes de entrar en la lavadora y tirarla por el desagüe. En el peor de los casos, el agua se sobresatura con la TPO y se vuelve a rociar en el vidrio y es arrastrada por la corriente hacia la lavadora.
-------------------------	---

Consulte el manual del fabricante de la lavadora para obtener información adicional sobre la configuración, la operación y la resolución de problemas.

TABLA DE HISTORIAL		
CONCEPTO	FECHA	DESCRIPCIÓN
TD-144	8/7/2006	Versión electrónica de “Técnicas recomendadas para el lavado del vidrio” con pequeñas modificaciones y adiciones.
Revisión #1	8/28/2015	Cambios de redacción, comentario sobre la temperatura de fusión de las perlas, enlace al TD-149, actualización de los recubrimientos enumerados.
Revisión #2	10/4/2016	Se actualizó al logotipo de Vitro y el formato
Revisión #3	1/28/2019	Se actualizó logotipo de Vitro y el formato
Revisión #4	8/22/2019	Se eliminó el párrafo duplicado y se cambió Solarban 70XL a Solarban 70.
Revisión #5	7/17/2020	Se actualizó información, formato y cambios editoriales: se eliminó lenguaje e imágenes relacionadas con la aplicación del detergente de prelavado. Se agregó una sección sobre el flujo de agua y se agregó el Apéndice 1, Procedimiento de la prueba del marcador de calidad de la lavadora

Este documento pretende informar y ayudar al lector en la aplicación, uso y mantenimiento de los productos Vitro Vidrio Arquitectónico. El rendimiento y los resultados reales pueden variar según las circunstancias. Vitro no ofrece ninguna garantía en cuanto a los resultados que se obtendrán del uso de toda o parte de la información proporcionada en este documento, y por la presente renuncia a cualquier responsabilidad por lesiones personales, daños a la propiedad, insuficiencia del producto o cualquier otro daño de cualquier tipo o naturaleza que surja del uso por parte del lector de la información contenida en este documento.