

COMPARACIÓN DE PROPIEDADES TÉCNICAS

BELZONA 1381 vs Chesterton ARC S2

Esta comparación técnica entre Belzona 1381 y Chesterton ARC S2 se realiza con el propósito de destacar las ventajas y beneficios de cada recubrimiento, basándose en las propiedades técnicas y parámetros de desempeño clave mostrados en las fichas técnicas de cada fabricante. A continuación, se detallan los aspectos más importantes de ambos productos, seguidos de una conclusión orientada a ingenieros de integridad mecánica, mantenimiento y control de corrosión.

Este análisis comparativo se ha realizado utilizando software avanzado de inteligencia artificial, en conjunto con un equipo técnico especializado en corrosión y recubrimientos industriales, para garantizar un estudio detallado y preciso. Los resultados ofrecen una evaluación exhaustiva de cada producto, enfocándose en sus propiedades técnicas y en su desempeño bajo condiciones específicas de entornos industriales altamente exigentes, como la industria hidrocarburífera.

1. INFORMACIÓN GENERAL

Belzona 1381:

- Sistema bicomponente diseñado para operar bajo inmersión continua hasta 95°C.
- Aplicable por rociado sin aire, con excelente retención en bordes (NACE TM0304).
- Ideal para proteger conductos, tolvas, soldaduras y tanques de proceso.

Chesterton ARC S2:

- Recubrimiento epóxico reforzado con cerámica, de 100% sólidos.
- Diseñado para la protección contra corrosión, erosión y abrasión.
- Adecuado para aplicarse mediante brocha, rodillo o aspersión.

CONCLUSIÓN: Belzona 1381 destaca por su capacidad de inmersión en condiciones más severas (95°C) y su versatilidad para aplicaciones industriales críticas.

2. ABRASIÓN (ASTM D4060)

Belzona 1381:

- Pérdida por abrasión en seco (CS17): 9 mm³ por cada 1000 ciclos.
- Pérdida por abrasión en mojado (H10): 46 mm³ por cada 1000 ciclos.

Chesterton ARC S2:

- Pérdida por abrasión (H-18): 0.28 g por 1000 ciclos a 1 kg de carga.

CONCLUSIÓN: Belzona 1381 proporciona resultados más específicos en diferentes condiciones de prueba, mientras que ARC S2 ofrece un valor único. Belzona 1381 demuestra un desempeño destacado en entornos mojados y secos.

⚠ IMPORTANTE: La resistencia a la abrasión es un factor crucial en la selección de recubrimientos, especialmente en aplicaciones donde las superficies están expuestas a condiciones de desgaste continuo. Esta propiedad determina la capacidad de un material para resistir la pérdida de masa o volumen cuando es sometido al contacto con superficies duras o materiales abrasivos. Un compuesto que exhiba alta resistencia a la abrasión asegura una mayor durabilidad y longevidad, reduciendo así el desgaste prematuro de equipos o estructuras, lo que disminuye los costos de mantenimiento y reemplazo.

En el caso de la prueba de abrasión Taber (ASTM D4060), esta se ha establecido como un estándar industrial para evaluar la resistencia de compuestos poliméricos, como aquellos utilizados en sistemas de reparación y protección anticorrosiva industriales. Este método somete las muestras a un patrón de desgaste cruzado mediante el uso de muelas abrasivas que giran contra la superficie de los materiales.

IMPORTANCIA CLAVE DE LA RESISTENCIA A LA ABRASIÓN:

Protección de superficies en servicio agresivo: En muchas aplicaciones industriales, como el transporte de materiales sólidos o lodos, la abrasión constante puede desgastar las superficies. Un producto con alta resistencia a la abrasión, como los polímeros o compuestos industriales, prolonga la vida útil del equipo.

Reducción de costos de mantenimiento: Si un compuesto tiene una baja resistencia a la abrasión, se desgastan más rápidamente, lo que resultará en reparaciones más frecuentes. Materiales con buena resistencia a la abrasión disminuyen la necesidad de intervención y costos operativos.

Confiabilidad en condiciones específicas: La prueba Taber permite simular condiciones tanto húmedas como secas, que replican diferentes tipos de servicio. Esto es particularmente relevante en sectores como la minería, transporte de hidrocarburos, el transporte de materiales o el procesamiento de líquidos y sólidos abrasivos. Las muelas CS-17 y H-10, utilizadas en condiciones secas y húmedas respectivamente, permiten ajustar las pruebas a las necesidades específicas del producto en uso.

Consistencia en los resultados: La repetición de los ciclos de abrasión, limpieza y pesaje asegura que los resultados obtenidos sean precisos y reproducibles. Además, el uso de diferentes durezas de muelas abrasivas permite personalizar las pruebas según las condiciones reales de operación.

EN RESUMEN: La resistencia a la abrasión es un criterio esencial para garantizar que los recubrimientos mantengan su integridad estructural y funcional durante su vida útil, incluso en entornos industriales severos donde la abrasión es una de las principales causas de deterioro. La prueba de Abrasión Taber (ASTM D4060) proporciona una medida confiable y estandarizada para evaluar esta propiedad y así facilitar la selección del material más adecuado según las necesidades específicas de la aplicación.

3. ADHERENCIA (ASTM D1002, ASTM D4541)

Belzona 1381:

- Esfuerzo de cizalladura en acero dulce:
 - 22.8 MPa (68°F/20°C).
 - 31.4 MPa (tratamiento a 100°C).
- Adhesión (Positest en acero al carbono):
 - 27.6 MPa (68°F).

Chesterton ARC S2:

- Adhesión por tracción (ASTM D4541): 45.5 MPa.
- Adhesión por esfuerzo cortante (ASTM D1002): 14.7 MPa.

CONCLUSIÓN: ARC S2 tiene una mayor adherencia inicial por tracción, pero Belzona 1381 sobresale en pruebas de cizalladura y muestra mejor rendimiento tras tratamientos térmicos.

⚠ IMPORTANTE: La resistencia a la adherencia es un factor crucial en la selección de recubrimientos, ya que determina la capacidad de un material para permanecer firmemente unido a un sustrato bajo diferentes condiciones de servicio, como tensión, compresión y flexión. En aplicaciones industriales donde los recubrimientos deben soportar cargas mecánicas o condiciones ambientales adversas, la resistencia a la adherencia garantiza que el recubrimiento no falle prematuramente, evitando desprendimientos que pueden comprometer la integridad estructural de los recubrimientos y generar costosos tiempos de inactividad.

IMPORTANCIA DE LA RESISTENCIA A LA ADHERENCIA:

Fuerza de unión confiable: La adherencia por tracción (ASTM D4541/ISO 4624) mide la fuerza requerida para desprender un recubrimiento de un sustrato cuando se tira perpendicularmente a su superficie. Esta prueba es fundamental para evaluar la durabilidad y resistencia de un recubrimiento en aplicaciones donde el recubrimiento está expuesto a fuerzas de separación. Una mayor resistencia indica una mejor capacidad del recubrimiento para mantenerse unido en condiciones críticas.

Aplicaciones estructurales críticas: La resistencia al corte traslapado (ASTM D1002) evalúa la capacidad de un recubrimiento para soportar fuerzas de corte entre dos superficies metálicas. Los recubrimientos que exhiben una alta resistencia al corte son ideales para situaciones donde las juntas y uniones están expuestas a fuerzas de tracción o tensión.

Seguridad y fiabilidad a largo plazo: En muchas industrias, la falla adhesiva puede tener graves consecuencias. Por ejemplo, en la industria automotriz, aeronáutica o de infraestructura, un recubrimiento que no mantiene su adherencia podría provocar fallos. Las pruebas como la adherencia por escisión (ASTM D1062) proporcionan datos críticos para evaluar cómo se comportan los recubrimientos en situaciones de separación o escisión, garantizando que los recubrimientos mantengan su integridad a lo largo del tiempo.

Manejo de condiciones extremas: Las pruebas de adherencia no solo se realizan a temperatura ambiente; también pueden evaluarse a temperaturas elevadas, como en el caso de la prueba de escisión con tensiómetros y hornos especializados. Esto permite simular condiciones de servicio extremo, garantizando que los recubrimientos mantendrán su adherencia incluso en entornos de alta temperatura, como en plantas de energía o aplicaciones petroquímicas.

Mecanismo de fallo: Las pruebas de adherencia no solo miden la fuerza de rotura, sino que también identifican el modo de fallo, ya sea adhesivo (fallo en la interfaz entre el compuesto y el sustrato) o cohesivo (fallo dentro del compuesto). Esto es vital para comprender cómo mejorar las formulaciones de los recubrimientos y asegurar un rendimiento óptimo en condiciones exigentes.

EN RESUMEN: La resistencia a la adherencia asegura que los recubrimientos puedan resistir fuerzas mecánicas y mantener una fuerte unión con los sustratos a lo largo de su vida útil. Las pruebas estandarizadas como las descritas (ASTM D4541, ASTM D1002, ASTM D1062) son esenciales para garantizar que los recubrimientos cumplan con los requisitos de adhesión necesarios en una amplia gama de aplicaciones industriales, proporcionando seguridad, durabilidad y fiabilidad.

4. ANÁLISIS QUÍMICO

Belzona 1381:

- Contenido de halógenos y metales pesados:
- Fluoruro: 50114 ppm.
- Cloruro: 594 ppm.
- Bromuro, nitrato, nitrito: No detectados.

Chesterton ARC S2:

- Información sin sustento técnico: No se especifican resultados de análisis químico.

CONCLUSIÓN: Belzona 1381 ofrece análisis detallado de contaminantes, crucial para aplicaciones que requieran alta pureza y baja corrosión.

⚠ IMPORTANTE: La composición química es crucial en la selección de recubrimientos porque ciertos elementos o impurezas, como los halógenos y metales de bajo punto de fusión, pueden inducir corrosión y otros efectos no deseados si se encuentran en niveles elevados. En sectores altamente regulados, como la industria hidrocarbúrfica y nuclear, es fundamental que los recubrimientos cumplan con estrictas especificaciones químicas para evitar riesgos de corrosión y fallos en las aplicaciones.

A los recubrimientos industriales de alto desempeño se realizan pruebas exhaustivas de la composición química para garantizar que las impurezas, como los halógenos, azufre, nitratos y metales, se mantengan dentro de límites seguros, como los especificados en la norma GENE D50YP12, que establece niveles extremadamente bajos de estas sustancias. Estas pruebas incluyen técnicas avanzadas como la cromatografía iónica (CI) para cuantificar halógenos y azufre, y la espectroscopia de emisión óptica de plasma acoplado inductivamente (ICP-OES) para medir el contenido metálico.

Al controlar la composición química, se asegura la longevidad y el desempeño del recubrimiento, minimizando la corrosión y otros fallos potenciales en entornos exigentes, especialmente en aplicaciones críticas como la energía nuclear e hidrocarburos.

Este control no solo garantiza la durabilidad y la seguridad del recubrimiento, sino también el cumplimiento de normas estrictas requeridas en aplicaciones industriales críticas.

5. RESISTENCIA QUÍMICA (ISO 2812, ISO 4628)

Belzona 1381:

- Resistente a ácidos diluidos, álcalis y varios hidrocarburos.
- (ISO 2812, ISO 4628)

Chesterton ARC S2:

- Información general sobre resistencia a la corrosión y erosión, **pero sin detallar pruebas de resistencia química.**

CONCLUSIÓN: Belzona 1381 proporciona una mayor especificidad en su resistencia química, validada por normas internacionales, mientras que ARC S2 no presenta datos específicos.

⚠ IMPORTANTE: La resistencia química de los recubrimientos se evalúa mediante pruebas de inmersión según la norma ISO 2812-1 Pinturas y barnices – Determinación de la resistencia a los líquidos – Parte 1: Inmersión en líquidos distintos del agua, que mide la durabilidad de los

recubrimientos en líquidos distintos del agua. En las pruebas, se utilizan varillas de acero recubiertas y curadas que se sumergen en productos químicos a diferentes temperaturas. Dependiendo del comportamiento del recubrimiento frente a los productos químicos, la temperatura y la duración de la exposición, se asigna una clasificación de resistencia química:

Deficiente: Falla en menos de una semana.

Moderada: Protección entre 1 y 12 semanas.

Buena: Resistencia entre 12 y 52 semanas.

Excelente: Resistencia superior a 52 semanas.

La resistencia química es fundamental en la selección de recubrimientos porque determina la capacidad del material para soportar la exposición a sustancias químicas agresivas sin degradarse o perder sus propiedades protectoras. En muchas industrias, los recubrimientos están expuestos a productos químicos como ácidos, álcalis, solventes o combustibles, que pueden provocar corrosión, hinchamiento o deterioro del recubrimiento, afectando su capacidad de proteger el sustrato.

EN RESUMEN: Seleccionar un recubrimiento con alta resistencia química asegura la protección adecuada del sustrato, reduce el riesgo de fallos prematuros y mejora la seguridad y la rentabilidad del proceso industrial.

6. PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN (ASTM G42, ASTM B117)

Belzona 1381:

- Desprendimiento catódico (ASTM G42): Radio promedio de 4.10 mm a 80°C.
- Cámara salina (ASTM B117): Sin fallos después de 1000 horas.

Chesterton ARC S2:

- Desprendimiento catódico (ASTM G8): Pasa la prueba.
- Sin detalles sobre pruebas de cámara salina. Información sin sustento técnico

CONCLUSIÓN: Ambos productos ofrecen protección contra el desprendimiento catódico, pero Belzona 1381 proporciona resultados más exhaustivos y bajo normas.

⚠ IMPORTANTE: La resistencia a la corrosión es un factor esencial en la selección de recubrimientos, especialmente en aplicaciones donde los componentes están expuestos a ambientes agresivos, como atmósferas salinas, productos químicos o condiciones de alta humedad. La corrosión es un fenómeno destructivo que deteriora los materiales, particularmente los metales, afectando su integridad estructural y funcionalidad. Un recubrimiento que ofrezca alta resistencia a la

corrosión puede prolongar la vida útil de los equipos, reducir costos de mantenimiento y prevenir fallos catastróficos.

IMPORTANCIA DE LA RESISTENCIA A LA CORROSIÓN EN RECUBRIMIENTOS:

Protección en ambientes agresivos: Muchos entornos industriales, como plantas petroquímicas, instalaciones marítimas y estaciones de tratamiento de aguas, están constantemente expuestos a sales, químicos o condiciones de alta humedad. La resistencia a la corrosión de un recubrimiento garantiza que los recubrimientos aplicados a los sustratos metálicos puedan protegerlos de la degradación en estos entornos agresivos.

Prueba de niebla salina (ASTM B117): Esta es una de las pruebas más utilizadas para evaluar la capacidad de un recubrimiento para resistir la corrosión en una cámara que simula condiciones salinas extremas. Al someter los paneles de acero recubiertos a una solución de NaCl al 5 % a una temperatura constante de 35 °C, la prueba determina cuánto tiempo puede soportar un recubrimiento la exposición continua sin fallar. La duración de esta prueba es clave, ya que una mayor resistencia significa una mejor protección del sustrato en condiciones reales.

Evaluación del deslizamiento por corrosión: En algunos casos, los paneles de prueba se rayan deliberadamente para exponer el sustrato subyacente y evaluar cómo el recubrimiento impide que la corrosión se extienda desde el área expuesta. Esto es crucial en aplicaciones donde pueden producirse daños superficiales, ya que la capacidad de un recubrimiento para resistir la propagación del óxido protege el equipo de fallos estructurales.

Clasificación del rendimiento del recubrimiento: Al finalizar la exposición en la cámara de niebla salina, el recubrimiento es evaluado según la norma ASTM D1654, que clasifica la formación de ampollas en la superficie y la corrosión debajo de los rayados. Este tipo de análisis permite a los ingenieros seleccionar productos con una protección a largo plazo contra la corrosión, incluso si se producen pequeños defectos o daños.

Reducción de costos y tiempos de inactividad: La corrosión es una de las principales causas de fallos en equipos industriales. Si los recubrimientos o materiales no resisten adecuadamente, se generan gastos elevados en reparaciones, reemplazo de piezas y pérdida de productividad debido al tiempo de inactividad. Un recubrimiento con alta resistencia a la corrosión minimiza estos riesgos, asegurando una operación continua y confiable de los sistemas industriales.

Aplicaciones críticas: En industrias como la marina, la aeroespacial, la petroquímica y la de infraestructura, la resistencia a la corrosión es fundamental para asegurar que las estructuras y los equipos mantengan su integridad bajo condiciones difíciles. La selección de un recubrimiento con alta resistencia a la corrosión asegura que estos equipos puedan operar de manera segura durante periodos prolongados sin necesidad de intervención.

EN RESUMEN: La resistencia a la corrosión es un parámetro crítico que influye directamente en la durabilidad y confiabilidad de los recubrimientos en aplicaciones industriales. Las pruebas como la niebla salina (ASTM B117) permiten evaluar el rendimiento de los recubrimientos en condiciones controladas que simulan ambientes corrosivos severos. Seleccionar productos que demuestren una alta resistencia a la corrosión asegura menores costos de mantenimiento, mayor vida útil de los equipos y operaciones más seguras y eficientes en condiciones desafiantes.

7. PROPIEDADES ELÉCTRICAS (ASTM D149)

Belzona 1381:

- Fuerza dieléctrica: 37.0 kV/mm.

Chesterton ARC S2:

- Información no especificada. Información sin sustento técnico.

CONCLUSIÓN: Belzona 1381 destaca por sus propiedades eléctricas claramente especificadas, mientras que ARC S2 no proporciona datos en esta área.

⚠ IMPORTANTE: Las propiedades eléctricas de los recubrimientos son extremadamente importantes para la protección externa de tuberías enterradas que cuentan con un sistema de protección catódica de corriente impresa. En este tipo de aplicaciones, el recubrimiento actúa como la primera línea de defensa contra la corrosión y la fuga de corriente, y su efectividad depende en gran medida de sus características eléctricas. A continuación, cómo aplican las diferentes propiedades eléctricas en este contexto:

Resistividad (volumen y superficie): El recubrimiento debe tener una alta resistividad para evitar que la corriente fluya a través del material y se filtre al sustrato metálico de la tubería. Esto es crucial, ya que una baja resistividad permitiría que la corriente se escape, lo que disminuiría la eficacia del sistema de protección catódica y podría aumentar el riesgo de corrosión en la tubería.

Rigidez dieléctrica: La rigidez dieléctrica del recubrimiento es fundamental, ya que debe ser capaz de soportar el campo eléctrico generado por la protección catódica sin sufrir rupturas. Un recubrimiento con una alta rigidez dieléctrica puede resistir voltajes elevados sin romperse, protegiendo la tubería de la corrosión y los efectos del desprendimiento catódico.

Factor de disipación: Un bajo factor de disipación es beneficioso porque minimiza la pérdida de energía en forma de calor. En el caso de tuberías enterradas con protección catódica, un recubrimiento con un bajo factor de disipación asegura que el material no se degrade o debilite debido al calor generado por las corrientes eléctricas que pasan por el sistema.

Constante dieléctrica: Una baja constante dieléctrica es ideal en estas aplicaciones, ya que el recubrimiento debe evitar almacenar energía eléctrica y en su lugar actuar como un aislante eficiente. Esto es importante para mantener el aislamiento entre la tubería y el suelo circundante, evitando interferencias en el sistema de protección catódica.

EN RESUMEN: En la protección externa de tuberías enterradas con protección catódica de corriente impresa, las propiedades eléctricas del recubrimiento determinan su eficacia para aislar la tubería del entorno corrosivo y garantizar el correcto funcionamiento del sistema de protección catódica. Un

recubrimiento adecuado debe tener alta resistividad, alta rigidez dieléctrica, bajo factor de disipación y una constante dieléctrica baja para optimizar la protección de la tubería contra la corrosión y los efectos eléctricos del sistema de protección catódica.

8. ELONGACIÓN Y PROPIEDADES DE TENSIÓN (ASTM D638)

Belzona 1381:

- Resistencia a la tracción:
 - 26.68 MPa (20°C).
 - 19.92 MPa (100°C).
- Elongación: 2.19% a 20°C.

Chesterton ARC S2:

- Resistencia a la tracción: 46.1 MPa.
- Elongación: 4%.

CONCLUSIÓN: Aunque ARC S2 ofrece mayor elongación, Belzona 1381 mantiene propiedades de tracción consistentes en diversas temperaturas.

⚠ IMPORTANTE: Las propiedades de elongación y tracción son cruciales en la selección de recubrimientos debido a su impacto directo en la durabilidad, flexibilidad y resistencia estructural de los materiales bajo condiciones de carga. Estas propiedades determinan cómo un material se comportará cuando esté sometido a tensiones y deformaciones, lo que es esencial para asegurar que pueda soportar el uso prolongado sin fallos.

IMPORTANCIA DE LAS PROPIEDADES DE ELONGACIÓN Y TRACCIÓN EN RECUBRIMIENTOS:

Resistencia a la tracción: La resistencia a la tracción es la capacidad de un material para soportar fuerzas de estiramiento sin romperse. Es fundamental en aplicaciones donde los materiales están expuestos a cargas mecánicas y necesitan mantener su integridad estructural bajo tensión.

En los productos flexibles como elastómeros, la resistencia a la tracción se mide según la norma ASTM D412, que utiliza un tensiómetro para evaluar la capacidad del material de soportar fuerzas aplicadas. Esta prueba es esencial en aplicaciones como sellos, juntas y otros productos que requieren flexibilidad y resistencia al estiramiento.

Para materiales rígidos, se utiliza la norma ASTM D638, donde la resistencia a la tracción determina el límite máximo de tensión que puede soportar antes de romperse. Esto es particularmente importante en aplicaciones estructurales donde se requieren productos con alta rigidez y resistencia.

Elongación o alargamiento: La elongación se refiere a la capacidad de un material para estirarse o deformarse bajo carga sin romperse, expresada como un porcentaje de su longitud original. Los materiales con alta elongación pueden absorber más energía antes de fallar, lo que los hace ideales para aplicaciones donde la flexibilidad es clave.

En productos flexibles, como los elastómeros, la elongación puede alcanzar varios cientos de por ciento, lo que les permite deformarse considerablemente sin romperse, una característica esencial en aplicaciones que requieren elasticidad o resistencia a la deformación.

En materiales más rígidos, el alargamiento es típicamente bajo ($<5\%$), pero es importante para evaluar la capacidad de absorción de energía antes de fracturarse. La elongación se mide con un extensómetro, que monitorea el cambio de longitud bajo carga, asegurando que los productos mantengan su integridad estructural en condiciones de tensión.

Aplicaciones estructurales y flexibilidad: En muchas aplicaciones industriales, los recubrimientos deben combinar resistencia y flexibilidad. Los materiales con una alta resistencia a la tracción pero baja elongación son más adecuados para cargas estáticas, mientras que los materiales con mayor elongación pueden adaptarse mejor a condiciones dinámicas o cíclicas.

En recubrimientos que se utilizan en entornos de vibraciones o movimientos constantes, como juntas, la alta elongación evita que los materiales se rompan prematuramente, mientras que la resistencia a la tracción asegura que puedan soportar fuerzas significativas.

Seguridad y durabilidad a largo plazo: En entornos industriales exigentes, los recubrimientos están sometidos a fuerzas mecánicas constantes, como en tuberías de alta presión, equipos de transporte de fluidos o componentes de máquinas. Una combinación adecuada de resistencia a la tracción y elongación garantiza que el material pueda resistir fuerzas repentinas sin fallar.

La resistencia a la tracción elevada asegura que el material no se romperá fácilmente, mientras que un módulo de Young bien calibrado indica que el material tiene la elasticidad suficiente para adaptarse a las fuerzas sin sufrir deformaciones permanentes.

Módulo de Young: El módulo de Young o módulo de elasticidad es una medida de la rigidez de un material. Cuanto más alto es el módulo, mayor es la rigidez, lo que significa que se necesita una mayor carga para producir una deformación. Los recubrimientos con un módulo elevado son ideales para aplicaciones donde la rigidez estructural es prioritaria, como componentes de construcción o maquinaria pesada.

El módulo de Young se calcula a partir de la relación entre la tensión aplicada y la deformación observada en la parte elástica de la prueba de tracción (ASTM D638). Un módulo elevado indica un material rígido, mientras que uno bajo sugiere mayor flexibilidad.

EN RESUMEN: Las propiedades de elongación y tracción son esenciales para seleccionar recubrimientos que puedan resistir cargas mecánicas y deformaciones sin sufrir daños estructurales. La resistencia a la tracción asegura que los recubrimientos puedan soportar fuerzas de estiramiento, mientras que la elongación permite a los materiales deformarse sin romperse, proporcionando seguridad, durabilidad y fiabilidad en una amplia variedad de aplicaciones industriales. El módulo de Young complementa estas propiedades al proporcionar una estimación de la rigidez, lo que es clave para aplicaciones que requieren un equilibrio entre flexibilidad y resistencia.

9. DESCOMPRESIÓN EXPLOSIVA (NACE TM0185)

Belzona 1381:

- Resiste condiciones de alta presión y temperatura sin rotura después de inmersión de 28 días.

Chesterton ARC S2:

- Información no especificada. Información sin sustento técnico.

CONCLUSIÓN: Belzona 1381 sobresale en esta área, con resultados claros bajo condiciones severas de presión y temperatura.

⚠ IMPORTANTE: La descompresión explosiva es un factor crucial en la selección de recubrimientos para recipientes presurizados, ya que afecta directamente la integridad y durabilidad del recubrimiento bajo condiciones extremas de presión. Esta condición se presenta en sistemas que almacenan gases y líquidos a presiones superiores a la atmosférica, como en autoclaves, tuberías o tanques presurizados utilizados en las industrias del petróleo, gas y petroquímica.

IMPORTANCIA DE LA DESCOMPRESIÓN EXPLOSIVA EN LA SELECCIÓN DE RECUBRIMIENTOS:

Permeación del fluido: Bajo presión, los fluidos (gases y líquidos) pueden penetrar en el recubrimiento, ya que la mayoría de los materiales tienen cierto grado de permeabilidad. Esta permeación depende de la presión interna, las características del recubrimiento y las propiedades del fluido (como el peso molecular del gas).

Fallo del recubrimiento por descompresión rápida: Si el sistema se despresuriza de forma rápida o explosiva, el gas disuelto en el recubrimiento puede expandirse más rápido de lo que puede salir, generando tensiones internas que superan la resistencia del material. Esto puede causar:

Ampollamiento: Formación de burbujas o ampollas en el recubrimiento.

Grietas: Aparición de fisuras en la superficie del revestimiento.

Delaminación: Separación del recubrimiento de la superficie del metal.

Prevención de fallos catastróficos: Un fallo del recubrimiento en un recipiente presurizado puede comprometer la integridad del equipo, exponiéndose a la corrosión acelerada y a daños estructurales. En industrias donde se manejan gases corrosivos, petróleo o productos químicos, esto podría resultar en fallos catastróficos, pérdida de producto y riesgos de seguridad.

Pruebas de descompresión en autoclave (NACE TM 0185): Esta norma evalúa la resistencia de los recubrimientos a la descompresión explosiva mediante simulaciones controladas. Los recubrimientos se someten a ambientes de prueba trifásicos (agua, hidrocarburos y gases como CO₂ o metano) en un autoclave a altas presiones y temperaturas. Luego de un periodo de exposición, el sistema se despresuriza de manera controlada y se inspecciona el revestimiento.

Validación de la integridad del recubrimiento: Después de la prueba, se realizan inspecciones visuales y, en algunos casos, pruebas adicionales como la adherencia mediante tracción o Espectroscopía de Impedancia Electroquímica (EIS), para corroborar la resistencia del recubrimiento.

EN RESUMEN: Seleccionar un recubrimiento resistente a la descompresión explosiva es esencial para mantener la seguridad y la vida útil de los equipos presurizados. Este tipo de resistencia asegura que, incluso en caso de despresurización rápida, el recubrimiento seguirá protegiendo al sustrato metálico de la corrosión, evitando fallos prematuros y reduciendo los costos de mantenimiento no planificado. La certificación bajo NACE TM 0185 es un indicador clave de la capacidad de un recubrimiento para soportar estos efectos y garantizar la protección bajo condiciones de presión elevadas.

10. PROPIEDADES DE FLEXIÓN (ASTM D790)

Belzona 1381:

- Resistencia a la flexión: 44.0 MPa a 20°C.

Chesterton ARC S2:

- Resistencia a la flexión: 75.5 MPa.

CONCLUSIÓN: ARC S2 tiene mejores propiedades de flexión iniciales, pero Belzona 1381 ofrece estabilidad en condiciones extremas.

⚠ IMPORTANTE: Las propiedades de flexión son cruciales en la selección de recubrimientos, ya que indican la capacidad del material para resistir tensiones bajo flexión, es decir, cuando se somete a fuerzas que lo doblan o deforman. En aplicaciones industriales, los recubrimientos a menudo experimentan condiciones donde estas fuerzas están presentes, y un recubrimiento que no pueda soportarlas adecuadamente puede fallar, lo que comprometería la protección que ofrece. Las pruebas estándar como la ASTM D790 se utilizan para evaluar estas propiedades en diferentes materiales, tanto reforzados como no reforzados.

APLICACIONES ESPECÍFICAS:

Tuberías y tanques: Los recubrimientos en estas aplicaciones están sujetos a tensiones mecánicas y flexiones debido a los movimientos del terreno o el contenido en su interior. La resistencia a la flexión asegura que el recubrimiento pueda manejar estas tensiones sin sufrir daños.

Componentes industriales: Equipos sometidos a vibraciones, movimientos repetitivos o cargas pesadas necesitan recubrimientos que puedan resistir el estrés mecánico, evitando fallos por flexión.

Ambientes de alta temperatura: En muchas aplicaciones industriales, los recubrimientos están expuestos a altas temperaturas. La prueba de resistencia a la flexión a temperaturas elevadas garantiza que el material mantenga su integridad estructural incluso en condiciones extremas.

EN RESUMEN: Las propiedades de flexión son fundamentales para garantizar que un recubrimiento pueda resistir deformaciones, tensiones y movimientos mecánicos sin sufrir fallos estructurales. La resistencia a la flexión y el módulo de flexión proporcionan información clave sobre la capacidad del recubrimiento para proteger las superficies en aplicaciones industriales exigentes, asegurando su durabilidad, seguridad y eficiencia en el tiempo.

11. DUREZA (ASTM D2240, ASTM D2583)

Belzona 1381:

- Shore D: 63 (fraguado ambiental), 75 (tratamiento posterior).
- Barcol: 56 a 69.

Chesterton ARC S2:

- Shore D: 85.

CONCLUSIÓN: ARC S2 muestra una mayor dureza Shore D, pero Belzona 1381 presenta estabilidad después de tratamiento térmico.

⚠ IMPORTANTE: La dureza es una propiedad fundamental en la selección de recubrimientos para equipos de bombeo, ya que estos equipos operan en entornos agresivos donde están expuestos a constantes fuerzas mecánicas, abrasión y corrosión. A continuación, se detalla la importancia de esta propiedad en el contexto de la protección y durabilidad del equipo de bombeo.

Resistencia a la Abrasión:

En los equipos de bombeo, las superficies internas y las partes móviles están en contacto con fluidos que, en muchos casos, contienen partículas abrasivas (como sedimentos, arena, o materiales sólidos suspendidos). Un recubrimiento con alta dureza es capaz de:

Resistir el desgaste causado por la abrasión constante de estas partículas, protegiendo las superficies críticas del equipo.

Prevenir el deterioro prematuro de las piezas, extendiendo la vida útil del equipo.

Pruebas de dureza relevantes: La prueba de Durómetro Shore D (ASTM D2240) es clave para evaluar la resistencia a la abrasión en recubrimientos rígidos, utilizados en el interior de bombas y componentes críticos.

Protección contra Impactos y Golpes:

Durante las operaciones de bombeo, las piezas móviles y el contacto de fluidos de alta presión pueden generar impactos mecánicos en las superficies internas del equipo. Un recubrimiento duro puede absorber estos golpes sin sufrir daños significativos como fisuras o desprendimientos, que pueden exponer el metal a la corrosión o reducir la eficiencia del equipo.

Prueba de dureza relevante: La prueba Barcol (ASTM D2583) mide la dureza superficial de compuestos rígidos, lo cual es crucial para garantizar que las superficies expuestas a impactos directos, como las paletas de las bombas o los cuerpos internos, resistan adecuadamente sin deteriorarse.

Durabilidad a Largo Plazo:

Los equipos de bombeo, especialmente aquellos utilizados en industrias como el petróleo, el gas, y el agua, deben funcionar por largos períodos sin interrupciones. Un recubrimiento con buena dureza asegura que:

Las superficies no sufran indentaciones permanentes o deformaciones bajo condiciones de operación intensas.

Se mantenga la integridad de la protección anticorrosiva, evitando la exposición del metal a agentes corrosivos.

Pruebas de dureza relevantes: El Péndulo König/Persoz (ISO 1522) mide la capacidad de un recubrimiento para resistir deformaciones permanentes por oscilaciones y vibraciones. Esta prueba es esencial en equipos de bombeo que experimentan vibraciones mecánicas constantes.

Resistencia a la Erosión:

En aplicaciones de bombeo, la velocidad del fluido y la naturaleza del contenido bombeado pueden causar erosión de las superficies internas. Los recubrimientos con alta dureza ofrecen mayor resistencia a la erosión, minimizando la pérdida de material y manteniendo la eficiencia del bombeo.

Relevancia en aplicaciones de bombeo: Las partes más expuestas, como los impulsores, las cámaras de bombeo y las carcasas, están sujetas a desgaste por flujo y partículas. Un recubrimiento con dureza adecuada protege estas áreas y asegura una operación continua sin necesidad de mantenimientos frecuentes.

Prevención de Fallos Mecánicos y Corrosión:

La dureza de un recubrimiento está directamente relacionada con su capacidad para prevenir la formación de microfisuras, abolladuras o ampollas, que podrían comprometer la barrera protectora y permitir la corrosión del metal subyacente. Esto es especialmente importante en aplicaciones de bombeo de fluidos corrosivos o abrasivos.

Importancia de la dureza: Un recubrimiento duro resiste mejor los cambios mecánicos (como las fluctuaciones de presión y los impactos), garantizando una protección más efectiva y prolongada contra la corrosión.

EN RESUMEN: La dureza es una propiedad clave para asegurar que los recubrimientos utilizados en equipos de bombeo proporcionen una protección efectiva contra la abrasión, los impactos y la erosión. Esto no solo prolonga la vida útil de las partes del equipo, sino que también reduce los costos de mantenimiento y evita paradas no planificadas. Las pruebas de dureza, como Shore D, Barcol y Péndulo König, son esenciales para garantizar que los recubrimientos seleccionados puedan soportar las condiciones mecánicas extremas a las que están expuestos los equipos de bombeo.

12. RESISTENCIA AL CALOR (ASTM D648, NACE TM0174)

Belzona 1381:

- HDT: 122°C.
- Resiste inmersión en agua hasta 95°C, y calor seco hasta 200°C.

Chesterton ARC S2:

- Máxima temperatura de servicio: 80°C (seco), 52°C (húmedo).

CONCLUSIÓN: Belzona 1381 soporta temperaturas significativamente más altas, tanto en condiciones secas como húmedas.

⚠ IMPORTANTE: La resistencia al calor es una propiedad esencial en la selección de recubrimientos para equipo de bombeo, ya que estos sistemas a menudo están expuestos a altas temperaturas debido tanto a las condiciones operativas como al entorno. Un recubrimiento que no pueda soportar estas temperaturas podría deformarse, perder sus propiedades protectoras o fallar estructuralmente, lo que expondría el sustrato metálico a la corrosión y otros tipos de deterioro. A continuación, la resistencia al calor en este contexto:

RESISTENCIA AL CALOR EN EQUIPO DE BOMBEO:

Variaciones de temperatura operativa: El equipo de bombeo puede estar expuesto a fluctuaciones térmicas significativas debido a las condiciones operativas y la temperatura del fluido bombeado (como hidrocarburos). Si el recubrimiento no tiene la temperatura de distorsión por calor (HDT)

adecuada, puede ablandarse o deformarse bajo estas condiciones, perdiendo su capacidad para proteger el equipo contra la corrosión y otros daños.

Soporte de cargas mecánicas a altas temperaturas: Durante su vida útil, el equipo de bombeo puede estar sometido a fuerzas mecánicas combinadas con altas temperaturas. Un recubrimiento que no tenga la resistencia al calor adecuada puede fallar bajo estas tensiones, lo que comprometería la integridad estructural del equipo.

Prevención de la permeación y daño térmico: En las pruebas de resistencia a la inmersión, como la celda Atlas, los recubrimientos que están expuestos a vapor o líquido caliente pueden fallar si no tienen buena resistencia al calor. La permeación de agua y el daño térmico pueden causar la degradación del recubrimiento, lo que eventualmente permitiría la entrada de elementos corrosivos al metal.

PRUEBAS DE RESISTENCIA AL CALOR:

Temperatura de distorsión por calor (HDT) – ASTM D648: Esta prueba evalúa a qué temperatura un material comienza a deformarse bajo carga. Es crucial para asegurar que el recubrimiento en equipo de bombeo mantenga su estructura a altas temperaturas sin perder su capacidad de protección.

EN RESUMEN: La resistencia al calor es crucial para garantizar que los recubrimientos aplicados en equipo de bombeo puedan mantener su integridad estructural y proteger contra la corrosión en condiciones de alta temperatura. Un recubrimiento que no tenga una adecuada resistencia térmica puede deformarse, delaminarse o perder su efectividad, lo que podría resultar en fallos del sistema y costosos tiempos de inactividad. Las pruebas de HDT son herramientas clave para seleccionar el recubrimiento adecuado que soporte las exigencias térmicas de estas aplicaciones.

13. RESISTENCIA AL IMPACTO (ASTM D256, ASTM D2794)

Belzona 1381:

- Péndulo Izod (ASTM D256):
 - 2.64 KJ/m² (fraguado a 20°C)
 - 3.44 KJ/m² (post-fraguado a 100°C).
- Peso en Caída Vertical (ASTM D2794):
 - 0.34 kg·m (30 in.lbs) (fraguado a 20°C).
 - 0.31 kg·m (27 in.lbs) (post-fraguado a 100°C).

Chesterton ARC S2:

- Información no especificada. Información sin sustento técnico.

CONCLUSIÓN: Belzona 1381 proporciona valores claros y específicos de resistencia al impacto tanto en pruebas de péndulo Izod como de peso en caída vertical, mientras que ARC S2 no presenta datos en este aspecto.

⚠ IMPORTANTE: La resistencia al impacto es crucial en la selección de recubrimientos para equipo de bombeo, ya que estos entornos están expuestos a condiciones donde los golpes, las fuerzas mecánicas y las deformaciones rápidas pueden ocurrir con frecuencia. La capacidad del recubrimiento para absorber y resistir estos impactos sin fallar es esencial para garantizar la durabilidad y protección del sustrato contra la corrosión y otros daños.

RESISTENCIA AL IMPACTO EN EQUIPO DE BOMBEO:

Protección frente a golpes y movimientos mecánicos: El equipo de bombeo a menudo está sujeto a golpes mecánicos, ya sea durante la operación o debido a vibraciones y pulsaciones inherentes al proceso de bombeo. Un recubrimiento con buena resistencia al impacto puede absorber estas fuerzas sin agrietarse o desprenderse, lo que garantiza la protección continua del metal contra la corrosión.

Resistencia a la abrasión por fluidos y partículas: Los recubrimientos en equipo de bombeo también están en contacto constante con fluidos que pueden contener partículas abrasivas, causando daño físico a la superficie. Un recubrimiento con alta tenacidad al impacto, medido por pruebas como el péndulo de impacto Izod, puede resistir estos efectos y mantener la integridad del recubrimiento.

Prevención de la propagación de grietas: En situaciones donde se produce una fractura o defecto en el recubrimiento debido a un impacto, un recubrimiento con buena resistencia a la propagación de grietas puede evitar que el daño se expanda. Esto es importante para evitar que pequeños defectos crezcan y comprometan la protección anticorrosiva del recubrimiento.

PRUEBAS DE RESISTENCIA AL IMPACTO:

Péndulo de impacto Izod (ASTM D256): Esta prueba mide la cantidad de energía que un recubrimiento puede absorber antes de fracturarse. Es crucial para evaluar la tenacidad de los recubrimientos, especialmente en entornos donde están expuestos a impactos directos o golpes mecánicos. Se puede realizar con muestras con y sin muescas para simular defectos en el material y medir la resistencia a la propagación de grietas.

Impacto de caída de peso (ASTM D2794): Este método mide la resistencia del recubrimiento frente a deformaciones rápidas causadas por el impacto de una carga que cae. Es útil especialmente para evaluar recubrimientos en sustratos fácilmente deformables, como los metales del equipo de bombeo, y puede determinar si el recubrimiento puede resistir grietas o desprendimientos debido a estos impactos.

EN RESUMEN: La resistencia al impacto es una propiedad esencial para garantizar la durabilidad y eficacia de los recubrimientos en equipo de bombeo. Los recubrimientos que no tienen una buena resistencia al impacto pueden agrietarse, desprenderse o propagarse las grietas, lo que expondría el metal a la corrosión y otros daños. Las pruebas como el péndulo de impacto Izod y el impacto de caída de peso ayudan a seleccionar recubrimientos que puedan absorber impactos y resistir fuerzas mecánicas, asegurando una protección confiable en entornos industriales exigentes.

14. PROPIEDADES TÉRMICAS (ASTM E1461, NACE TM 0104)

Belzona 1381:

- Conductividad térmica (ASTM E1461-13 a 100°C): 0.287 W/m·K.
- Ciclo Térmico (NACE TM 0104): Sin roturas después de 252 ciclos entre +60°C y -30°C.
- Choque Térmico a Baja Temperatura: Sin ampollas, roturas o delaminación después de ciclos de enfriamiento de 100°C a -60°C.

Chesterton ARC S2:

- Información no especificada. **Información sin sustento técnico.**

CONCLUSIÓN: Belzona 1381 sobresale por ofrecer detalles precisos en conductividad térmica y comportamiento bajo condiciones extremas de ciclo y choque térmico, mientras que ARC S2 no proporciona datos técnicos en este aspecto.

⚠ IMPORTANTE: Las propiedades térmicas son esenciales en la selección de recubrimientos porque determinan cómo estos materiales se comportan bajo variaciones de temperatura. En muchas aplicaciones industriales, los equipos y estructuras están sujetos a condiciones extremas de calor o frío, y la capacidad de los recubrimientos para manejar estos cambios sin degradarse es clave para garantizar una protección eficiente y duradera. A continuación, se detallan las propiedades térmicas más relevantes y su impacto en la selección de recubrimientos:

Conductividad Térmica (ASTM C177)

La conductividad térmica mide la capacidad de un material para transferir calor. En el caso de recubrimientos industriales, una baja conductividad térmica es beneficiosa cuando se desea aislar térmicamente una superficie, como en:

Equipos que operan a alta temperatura: Un recubrimiento con baja conductividad térmica puede minimizar el calentamiento del sustrato, protegiéndolo de daños por calor excesivo. **Protección contra choques térmicos:** Recubrimientos con baja conductividad ayudan a controlar gradientes de temperatura, reduciendo el riesgo de fallos por estrés térmico, que se producen cuando las temperaturas cambian drásticamente.

Ejemplo de aplicación: En equipos de refinería o en componentes de bombas que operan a temperaturas elevadas, un recubrimiento con baja conductividad térmica puede proteger el metal base del sobrecalentamiento, prolongando su vida útil y reduciendo la necesidad de reparaciones.

Relevancia de la prueba ASTM C177: Esta prueba permite evaluar la capacidad del recubrimiento para actuar como aislante térmico, algo crucial en aplicaciones donde la eficiencia energética y la protección contra la fatiga térmica son necesarias.

Coeficiente de Expansión Térmica (ASTM E831)

El coeficiente de expansión térmica mide cuánto se expande un material cuando aumenta la temperatura. En la selección de recubrimientos, este parámetro es fundamental porque:

Compatibilidad con el sustrato: Si el coeficiente de expansión térmica del recubrimiento es significativamente diferente del sustrato (como el acero), los cambios de temperatura pueden generar tensiones internas, causando grietas, ampollas o delaminación.

Resistencia a fluctuaciones térmicas: En sistemas que experimentan ciclos de calentamiento y enfriamiento, un recubrimiento con un coeficiente de expansión térmica adecuado puede adaptarse mejor a estos cambios, evitando el deterioro prematuro.

Ejemplo de aplicación: En tuberías o tanques expuestos a ciclos térmicos, como los sistemas de vapor o petróleo, un recubrimiento con un coeficiente de expansión compatible con el metal base evita fallos causados por tensiones térmicas.

Relevancia de la prueba ASTM E831: La prueba de expansión térmica lineal ayuda a determinar si un recubrimiento puede manejar de manera efectiva los cambios de temperatura sin fallar mecánicamente, lo que es esencial en aplicaciones de alta variación térmica.

Resistencia al Choque Térmico

El choque térmico ocurre cuando un material se somete a un cambio abrupto de temperatura, lo que puede causar fallos mecánicos debido a la expansión o contracción repentina del material. Un recubrimiento resistente al choque térmico:

Protege equipos en procesos de enfriamiento y calentamiento rápido: En aplicaciones industriales donde las temperaturas cambian rápidamente, como en sistemas de calefacción o en equipos que alternan entre temperaturas extremas, un recubrimiento que soporte bien el choque térmico evitará el agrietamiento y desprendimiento.

Mejora la durabilidad en entornos exigentes: Los sistemas sometidos a choques térmicos constantes, como hornos industriales o intercambiadores de calor, requieren recubrimientos que puedan mantener su integridad estructural a pesar de los cambios bruscos de temperatura.

Ejemplo de aplicación: En sistemas de bombeo en plantas geotérmicas, donde las fluctuaciones térmicas son comunes, un recubrimiento que resista el choque térmico protegerá mejor los componentes de los daños por expansión y contracción.

Durabilidad en Altas Temperaturas

Muchos recubrimientos están diseñados para operar en un rango de temperaturas, pero los recubrimientos térmicamente estables pueden soportar temperaturas extremas sin perder sus propiedades mecánicas o químicas. Un recubrimiento con alta resistencia térmica:

Mantiene la protección en condiciones de calor extremo: En hornos, calderas, o equipos sometidos a calor constante, un recubrimiento que mantenga su integridad estructural a altas temperaturas prolonga la vida útil del equipo.

Evita la degradación térmica: Un recubrimiento con mala estabilidad térmica puede degradarse a altas temperaturas, dejando el sustrato expuesto a la corrosión y otros daños.

Ejemplo de aplicación: En equipos de bombeo que manejan fluidos a alta temperatura, como en plantas petroquímicas, un recubrimiento con alta resistencia térmica asegura que las superficies internas no se deterioren, evitando problemas de mantenimiento.

EN RESUMEN: Las propiedades térmicas son cruciales en la selección de recubrimientos para aplicaciones industriales debido a la necesidad de manejar cambios de temperatura extremos y mantener la protección del equipo. Recubrimientos con baja conductividad térmica, coeficientes de expansión térmica adecuados y resistencia al choque térmico aseguran que el equipo no solo se mantenga protegido de la corrosión, sino que también resista los efectos mecánicos de las fluctuaciones térmicas. Estas propiedades son especialmente importantes en aplicaciones donde la eficiencia térmica y la durabilidad a largo plazo son fundamentales para reducir los costos de operación y mantenimiento.

15. RESISTENCIA A LA FRACTURA DE PELÍCULA GRUESA (NACE TM 0104)

Belzona 1381:

- Cuando se realizan pruebas de acuerdo a NACE TM0104, el recubrimiento no presenta fractura después de 12 semanas en inmersión en agua de mar a 40°C, a un grosor tres veces superior al recomendado.

Chesterton ARC S2:

- Información no especificada. **Información sin sustento técnico.**

CONCLUSIÓN: Belzona 1381 demuestra una excelente resistencia a la fractura de película gruesa bajo condiciones severas, con pruebas detalladas de rendimiento en inmersión prolongada. ARC S2 no provee datos para este tipo de pruebas.

⚠ IMPORTANTE: El agrietamiento de película gruesa es un fenómeno crítico a considerar en la selección de recubrimientos, especialmente en aplicaciones industriales donde el grosor de las capas de recubrimiento puede exceder las recomendaciones estándar. El agrietamiento puede comprometer la protección del sustrato y reducir la vida útil del recubrimiento. A continuación se detallan las razones clave por las que este factor es tan importante:

Protección contra Fallos Prematuros:

El agrietamiento de una película gruesa puede ocurrir cuando un recubrimiento se aplica en espesores excesivos, lo que genera tensiones internas dentro del material a medida que cura. Estas tensiones pueden provocar:

Grietas visibles o microfisuras que exponen el sustrato subyacente a la corrosión.

Fallo prematuro del sistema de recubrimiento, lo que requiere reparaciones o reemplazo costoso y tiempo de inactividad.

En ambientes agresivos, como plataformas marinas o instalaciones petroleras, estas grietas pueden permitir la infiltración de humedad y químicos corrosivos, lo que acelera el deterioro del equipo.

Evaluación bajo condiciones extremas:

La prueba de agrietamiento de película gruesa según la norma NACE TM 0104-2004-SG evalúa la capacidad de un recubrimiento para resistir el agrietamiento cuando se aplica en espesores superiores a los recomendados. Esto es importante porque:

En condiciones reales, puede ser difícil controlar de manera precisa el espesor del recubrimiento, especialmente en áreas de difícil acceso o donde se aplican múltiples capas.

Un recubrimiento que no sea susceptible al agrietamiento cuando se aplica en espesores excesivos proporciona una mayor seguridad en aplicaciones críticas.

Ejemplo: En los tanques de lastre de plataformas marinas, donde las superficies internas están sujetas a la inmersión constante en agua de mar y a variaciones de temperatura, el recubrimiento debe mantener su integridad incluso si se aplica en espesores superiores a lo especificado para asegurar una protección continua contra la corrosión.

Durabilidad a Largo Plazo:

Los recubrimientos aplicados en ambientes industriales severos, como en la industria del petróleo y gas, requieren un rendimiento confiable a largo plazo. Si un recubrimiento está diseñado para soportar espesores elevados sin agrietarse, aumenta significativamente su durabilidad. Esto es esencial porque:

Un recubrimiento agrietado puede fallar de manera gradual, permitiendo que el daño avance debajo de la superficie, comprometiendo la protección sin ser detectado inmediatamente.

La durabilidad de un recubrimiento sin grietas prolonga el tiempo entre mantenimientos, lo que resulta en menos interrupciones operativas y costos de reparación más bajos.

Resistencia en Condiciones de Exposición:

El recubrimiento sometido a la prueba de agrietamiento de película gruesa en entornos como la inmersión en agua de mar a 40°C durante semanas, simula condiciones severas. Esto permite verificar la integridad del recubrimiento bajo exposición prolongada a medios corrosivos y cargas térmicas. Los recubrimientos que no presenten agrietamiento en estas condiciones aseguran un rendimiento superior en operaciones reales.

Ejemplo: En plataformas offshore, las estructuras y tanques están en contacto constante con agua de mar, lo que genera una combinación de corrosión y estrés térmico. Un recubrimiento que resista el agrietamiento en estas condiciones evitará fugas o fallos estructurales, manteniendo la seguridad y funcionalidad de la plataforma.

Seguridad y Reducción de Riesgos:

En aplicaciones como la industria del gas y petróleo, la integridad de los recubrimientos es crucial no solo para evitar la corrosión, sino también para prevenir accidentes graves, como fugas de hidrocarburos o daños a la infraestructura. Un recubrimiento que no se agriete cuando se aplica en espesores superiores:

Minimiza el riesgo de fallo catastrófico, como fugas de productos químicos o explosiones.

Garantiza la seguridad operativa, protegiendo tanto al personal como al medio ambiente.

Cumplimiento Normativo:

El cumplimiento de las pruebas de agrietamiento de película gruesa bajo la norma NACE TM0104 asegura que los recubrimientos seleccionados han sido rigurosamente evaluados y son adecuados para aplicaciones críticas en la industria del petróleo, gas y plataformas marinas. Este cumplimiento proporciona confianza a los ingenieros de que el recubrimiento funcionará según lo esperado, incluso en condiciones de aplicación imperfectas.

EN RESUMEN: La resistencia al agrietamiento de película gruesa es crucial en la selección de recubrimientos para aplicaciones industriales exigentes, como las plataformas marinas y la industria del petróleo y gas. Los recubrimientos que pueden soportar espesores superiores a los recomendados sin agrietarse garantizan una protección continua contra la corrosión, mejoran la seguridad, y prolongan la vida útil de los equipos. Las pruebas según NACE TM0104 aseguran que estos recubrimientos proporcionen una protección fiable y duradera, incluso bajo condiciones adversas, evitando fallos prematuros y reduciendo los costos de mantenimiento a largo plazo.

16. CADUCIDAD

Belzona 1381:

- Vida de anaquel: 3 años desde la fecha de fabricación, siempre que se almacenen los componentes sin abrir en sus envases originales, a temperaturas entre 5°C y 30°C.

Chesterton ARC S2:

- Vida de anaquel: 2 años, si se almacena en un ambiente seco y cubierto entre 10°C y 32°C.

CONCLUSIÓN: Belzona 1381 ofrece una mayor vida útil de almacenamiento, lo que proporciona una ventaja logística significativa frente a ARC S2, especialmente para proyectos que requieren almacenaje prolongado.

⚠️ IMPORTANTE: La elección de recubrimientos aptos para el servicio es un proceso que comienza cuando se proporciona a los propietarios de los activos datos de calificación demostrables de los productos disponibles y su capacidad para funcionar en el entorno operativo de sus equipos. Esto incluye los resultados de los rigurosos regímenes de prueba a los que se someten los recubrimientos para garantizar que cumplan con los niveles de rendimiento requeridos para una aplicación y un servicio exitosos. Para garantizar que un recubrimiento se fabrica según los estándares requeridos, se realizan una serie de pruebas de control de calidad en todos los procesos de producción. Estas pruebas pueden realizarse en las materias primas que se reciben antes de la producción, en un material que se encuentra en la mitad del proceso de producción y cuando un producto está completamente fabricado. La calidad es un rasgo que debe estar arraigado en todos los procesos y procedimientos.

Los fabricantes de recubrimientos logran la estandarización de las materias primas mediante el establecimiento de especificaciones durante el desarrollo del producto. Estas son clave para los niveles de calidad que se espera, ya que cada materia prima tiene un conjunto específico de parámetros que se prueban para determinar si es adecuada para el propósito. La prueba de estos parámetros varía según el tipo de material, incluido el análisis del contenido de humedad, el pH, la densidad, el tamaño y la distribución de las partículas, la viscosidad y el índice de refracción. Además, se prueba el comportamiento de algunos materiales críticos evaluándose en formulaciones de productos terminados, observando la velocidad de las reacciones exotérmicas, las propiedades de tracción, la resistencia a la corrosión y temperatura del producto final. La vida útil de un recubrimiento está influenciada por diversos factores técnicos y comerciales. Al comparar un recubrimiento con 3 años de vida útil frente a uno de 1 o 2 años, se deben considerar las siguientes variables:

1. RESISTENCIA A LA CORROSIÓN

Recubrimiento de 3 años: Estos recubrimientos suelen estar diseñados para ambientes agresivos como atmósferas marinas, industriales o de alta salinidad. Incorporan tecnologías avanzadas, como inhibidores de corrosión activos (por ejemplo, pigmentos inhibidores de corrosión), resinas de alto desempeño y desarrollo o poliuretánicas de alta resistencia. La formulación de estos recubrimientos es tal que, además de formar una barrera física, también ofrece mecanismos adicionales de protección, como la protección catódica.

Recubrimiento de 1-2 años: Los recubrimientos de vida útil corta suelen estar formulados para ofrecer protección adecuada en condiciones menos severas. Dependen más de la barrera física que crean para proteger el sustrato, en lugar de mecanismos adicionales como inhibidores de corrosión avanzados. En ambientes agresivos, su capacidad para resistir la penetración de humedad y oxígeno es limitada, por lo que se degradan más rápidamente.

2. CALIDAD DE LOS MATERIALES

Recubrimiento de 3 años: La calidad de los componentes es superior. Por ejemplo, en recubrimientos de alta durabilidad, se utilizan resinas más resistentes que ofrecen una excelente resistencia química, mecánica y ambiental. Estos materiales están formulados para resistir factores como ataque químico severo, temperatura, rayos UV, la intemperie y la abrasión. Los pigmentos

utilizados en estos recubrimientos son generalmente más estables y ofrecen mejor protección UV y resistencia a la degradación química.

Recubrimiento de 1-2 años: Utilizan resinas menos costosas, como acrílicos monocomponentes o alquídicos, que no tienen la misma resistencia a resinas más desarrolladas. Estas resinas tienen una menor resistencia química y tienden a deteriorarse más rápidamente en ambientes expuestos a la luz solar, humedad constante, temperatura y la inmersión química. Los pigmentos pueden no ofrecer la misma estabilidad frente a la radiación UV, lo que conduce a un mayor deterioro del recubrimiento.

3. CONDICIONES DE SERVICIO

Recubrimiento de 3 años: Diseñado para resistir ambientes agresivos, con alta humedad, inmersión permanente, exposición constante a productos químicos o cambios extremos de temperatura. Estos recubrimientos están formulados para mantener sus propiedades en contacto con agua, productos petroquímicos, o incluso en instalaciones sumergidas, como plataformas offshore o estructuras marinas.

Recubrimiento de 1-2 años: Adecuado para ambientes menos exigentes, estos recubrimientos no están diseñados para resistir condiciones severas a largo tiempo y su deterioro será mucho más rápido en ambientes corrosivos.

4. MANTENIMIENTO

Recubrimiento de 3 años: Uno de los principales beneficios es la reducción en la frecuencia del mantenimiento. Estos recubrimientos están diseñados para mantener sus propiedades protectoras por un tiempo prolongado sin la necesidad de intervenciones frecuentes, lo que reduce los costos a largo plazo.

Recubrimiento de 1-2 años: Requiere un mantenimiento más frecuente. La película del recubrimiento puede desgastarse o perder sus propiedades de protección rápidamente, especialmente si se expone en ambientes agresivos.

FACTORES ECONÓMICOS

1. COSTOS INICIALES

Recubrimiento de 3 años: Los costos iniciales son más altos debido a la calidad de los materiales, materias primas y la tecnología especializada requerida.

Recubrimiento de 1-2 años: Los costos iniciales suelen ser menores, lo que puede hacerlo atractivo en aplicaciones temporales o proyectos con presupuestos ajustados. Sin embargo, el costo a largo plazo puede ser más alto debido a la necesidad de mantenimiento frecuente o reparaciones.

2. RETORNO SOBRE LA INVERSIÓN (ROI)

Recubrimiento de 3 años: A pesar del mayor costo inicial, el retorno sobre la inversión es favorable a largo plazo, ya que se reduce la necesidad de mantenimiento y el riesgo de fallos prematuros. Esto es especialmente relevante en infraestructuras críticas, donde los costos de reparación y mantenimiento son elevados.

Recubrimiento de 1-2 años: Aunque los costos iniciales son menores, el ROI puede verse afectado negativamente debido a la necesidad de repintado o mantenimiento en períodos más cortos. Esto es especialmente significativo en proyectos donde la interrupción del servicio o el tiempo de inactividad es costoso.

3. IMPACTO EN EL CICLO DE VIDA DEL PRODUCTO

Recubrimiento de 3 años: La extensión de la vida útil del recubrimiento disminuye los costos de mantenimiento y reemplazo, prolongando la vida útil del sustrato y minimizando interrupciones.

Recubrimiento de 1-2 años: La vida útil más corta del recubrimiento significa que habrá que interrumpir el servicio más frecuentemente para repintado o reparación, lo que afecta el ciclo de vida del producto protegido.

4. CUMPLIMIENTO DE NORMAS

Recubrimiento de 3 años: Cumple con normativas más estrictas, tanto en lo referente a durabilidad como en términos ambientales. Las certificaciones pueden incluir estándares internacionales (por ejemplo, NACE, ISO, SSPC, ASTM, ISO, UK) que garantizan su idoneidad para entornos críticos.

Recubrimiento de 1-2 años: Puede no cumplir con normativas estrictas o estar orientado a aplicaciones menos exigentes. Podría no ser adecuado para ciertos sectores que requieren recubrimientos certificados, como industrias petroquímicas o alimentarias.

EN RESUMEN: La elección entre un recubrimiento de 5 años y uno de 1-2 años depende en gran medida de los requisitos técnicos del proyecto y las consideraciones comerciales a largo plazo. Los recubrimientos de vida útil más prolongada ofrecen mejores propiedades protectoras, reducen los costos de mantenimiento y son más adecuados para condiciones críticas.

CONCLUSIÓN REFERENTE A PROPIEDADES TÉCNICAS

Belzona 1381 ofrece claras ventajas técnicas sobre Chesterton ARC S2 en la mayoría de las áreas clave. A pesar de que Chesterton ARC S2 puede tener mejores propiedades iniciales de flexión y resistencia a la tracción, Belzona 1381 se destaca por su excelente resistencia a la temperatura, impacto, propiedades térmicas y a la fractura de película gruesa. Además, las pruebas de resistencia a la abrasión, adherencia y protección contra la corrosión están respaldadas por un análisis técnico detallado y normas internacionales específicas, mientras que Chesterton ARC S2 presenta varios vacíos en la información técnica.

En aplicaciones industriales críticas que requieren resistencia al calor, a químicos agresivos, y un rendimiento consistente en condiciones extremas, Belzona 1381 es la opción más confiable, con una mayor vida útil y un comportamiento superior en términos de seguridad y durabilidad.

Es importante resaltar que estos dos productos NO son equivalentes. Para ser considerados como tales, deberían tener un desarrollo tecnológico similar, así como beneficios y datos técnicos

comparables. Sin embargo, la comparación técnica muestra que Belzona 1381 supera a Chesterton ARC S2 en términos de resistencia mecánica, térmica y a la corrosión, lo que refuerza su idoneidad para aplicaciones más exigentes.

Belzona 1381 no solo cumple con los estándares industriales, sino que excede las expectativas al proporcionar un producto confiable y duradero, asegurando la integridad operativa a largo plazo y minimizando los costos asociados al mantenimiento no planificado.

COMPARACIÓN EN LA APLICACIÓN

BELZONA 1381 vs Chesterton ARC S2

Esta comparación entre Belzona 1381 y ARC S2 se enfoca en los procedimientos de preparación de superficies y aplicación, con especial atención a las normas y estándares utilizados en cada producto.

1. PREPARACIÓN DE SUPERFICIES

Belzona 1381:

- **Norma:** Limpieza con granalla muy intensa bajo ISO 8501-1 Sa 2 ½, equivalente a estándares estadounidenses como SSPC SP 10 (metal casi blanco) y el estándar sueco SIS 05 5900.
- **Perfil de rugosidad mínimo:** 75 micrones.
- **Control de contaminación por sales:** Las superficies expuestas a soluciones salinas deben granallarse y lavarse repetidamente para asegurar la eliminación de sales solubles, con un límite de 20 mg/m² de sales residuales antes de la aplicación.
- **Ventaja:** La preparación de superficie para Belzona 1381 sigue normas reconocidas internacionalmente (ISO, SSPC, SIS), con procedimientos rigurosos para asegurar una adhesión molecular eficaz. El control de sales solubles y la atención a detalles como soldaduras preparadas bajo NACE SP0178 aseguran una excelente adhesión y durabilidad en ambientes corrosivos severos.

Chesterton ARC S2:

- **Norma:** Se menciona la necesidad de un perfil angular entre 75 y 125 micrones y limpieza con granalla a nivel de metal blanco (Sa 3/SP5) o metal casi blanco (Sa 2.5/SP10), pero no se especifican las normas exactas de control de contaminantes ni protocolos de remoción de sales solubles.

CONCLUSIÓN: Aunque ARC S2 menciona los niveles de limpieza requeridos, no sustenta con normas técnicas específicas el control de sales ni procedimientos equivalentes a ISO o SSPC, lo que indica información sin sustento técnico en algunos aspectos clave.

2. TRATAMIENTO DE ÁREAS DETALLADAS Y BORDES AGUDOS

Belzona 1381:

- Todas las soldaduras deben prepararse según el grado C de NACE SP0178 o mejor. Se especifica la importancia de alisar picaduras y rugosidades con Belzona 1511 para mejorar la uniformidad de la superficie.
- Las áreas que no pueden pulverizarse deben cubrirse a pincel con Belzona 1381, asegurando una protección uniforme incluso en áreas difíciles de acceder.
- **Ventaja:** El procedimiento de Belzona para preparar soldaduras y bordes cumple con el estándar NACE SP0178, que garantiza la integridad y uniformidad del recubrimiento. El uso de productos complementarios (Belzona 1511) añade un valor en aplicaciones detalladas.

Chesterton ARC S2:

- Requiere que todos los bordes agudos y soldaduras se rectifiquen hasta un radio de 3 mm (120 milésimas de pulgada) antes del granallado, pero no menciona normas o estándares específicos que guíen esta preparación.

CONCLUSIÓN: ARC S2 presenta indicaciones generales sobre la preparación de soldaduras y bordes, pero sin sustento técnico normativo para asegurar un control preciso de la calidad en estas áreas críticas.

3. CONTROL DE CONTAMINACIÓN Y SALINIDAD

Belzona 1381:

- Requiere la eliminación de sales solubles hasta niveles menores a 20 mg/m² para evitar la corrosión prematura. Si el sustrato ha estado inmerso en soluciones salinas, se recomienda repetir el proceso de granallado y lavado hasta asegurar la eliminación completa de sales.

- **Ventaja:** La atención exhaustiva al control de sales en Belzona 1381 minimiza el riesgo de corrosión, prolongando la vida útil del recubrimiento en condiciones extremas, como ambientes marinos.

Chesterton ARC S2:

- No se especifican procedimientos o niveles aceptables de salinidad en el sustrato antes de la aplicación.

CONCLUSIÓN: ARC S2 no incluye un protocolo claro para el control de sales solubles, lo que resulta en información sin sustento técnico en este aspecto crucial para aplicaciones en ambientes agresivos.

4. COMPATIBILIDAD CON NORMAS INTERNACIONALES

Belzona 1381:

- Cumple con una variedad de normas de preparación de superficie y adhesión, tales como ISO 8501-1, SSPC SP 10, SIS 05 5900 y NACE SP0178. Estas normas son reconocidas globalmente y garantizan una preparación de superficie adecuada para maximizar la adhesión del recubrimiento.
- **Ventaja:** El respaldo normativo en Belzona 1381 brinda una garantía adicional de calidad y confiabilidad para aplicaciones críticas.

Chesterton ARC S2:

- Aunque menciona los niveles de preparación de superficie Sa 3/SP5 y Sa 2.5/SP10, no se hace referencia explícita a otros estándares internacionales en cuanto a soldaduras, contaminación o manejo de áreas detalladas.

CONCLUSIÓN: ARC S2 menciona estándares de limpieza, pero su falta de referencia a normas adicionales relevantes en la industria indica información sin sustento técnico en varios puntos clave.

5. PROPORCIÓN DE MEZCLA

Belzona 1381:

- Proporción por Volumen: 5 partes de base: 2 partes de solidificador.
- Proporción por Peso: 5 partes de base : 2 partes de solidificador.
- **Ventaja:** La proporción de mezcla de Belzona 1381 es clara y uniforme tanto en volumen como en peso, lo que facilita su preparación sin errores en aplicaciones industriales.

Chesterton ARC S2:

- Proporción por Peso: 2,3 partes de A : 1 parte de B.
- Proporción por Volumen: 2 partes de A : 1 parte de B.

CONCLUSIÓN: ARC S2 presenta una leve diferencia en la proporción de mezcla entre peso y volumen, lo que puede complicar su preparación si no se tiene en cuenta esta variación.

6. PROCESO DE MEZCLADO

Belzona 1381:

- **Instrucciones de Mezclado:** Se requiere mezclar los componentes manualmente, incorporando bien los sedimentos en el recipiente. Se especifica el uso de una mezcladora mecánica para asegurar una mezcla uniforme sin vetas y evitar la incorporación excesiva de aire.
- **Ventaja:** Las instrucciones de Belzona 1381 son detalladas, asegurando una mezcla uniforme al destacar la importancia de incorporar sedimentos y evitar el aire, lo que garantiza una aplicación adecuada y libre de defectos.

Chesterton ARC S2:

- **Instrucciones de Mezclado:** El proceso de mezcla requiere una mezcla previa de la Parte B para poner en suspensión cualquier refuerzo sedimentado. Luego, se recomienda una mezcladora de baja velocidad para evitar la incorporación de aire.

CONCLUSIÓN: Si bien ambas resinas requieren una preparación cuidadosa, Belzona 1381 proporciona instrucciones más detalladas para garantizar la uniformidad de la mezcla, asegurando un mejor control durante la aplicación.

7. VIDA ÚTIL DE LA MEZCLA (TIEMPO DE TRABAJO)

Belzona 1381:

- La vida útil de la mezcla depende de la temperatura ambiente:

10°C: 90 min

15°C: 55 min

25°C: 40 min

30°C: 35 min

40°C: 25 min

- **Ventaja:** Belzona 1381 proporciona tiempos de trabajo razonables en una amplia gama de temperaturas, lo que permite mayor flexibilidad durante la aplicación, incluso en ambientes con temperaturas elevadas.

Chesterton ARC S2:

- La vida útil varía según la temperatura y el volumen mezclado:

10°C: 40 min para 1,5 litros, 28 min para 5 litros, 20 min para 16 litros.

16°C: 25 min para 1,5 litros, 23 min para 5 litros, 17 min para 16 litros.

25°C: 20 min para 1,5 litros, 17 min para 5 litros, 12 min para 16 litros.

32°C: 10 min para 1,5 litros, 12 min para 5 litros, 8 min para 16 litros.

CONCLUSIÓN: ARC S2 tiene tiempos de trabajo más cortos, especialmente a temperaturas más altas, lo que puede limitar la aplicación en condiciones más cálidas o para grandes volúmenes. Belzona 1381 ofrece tiempos de trabajo más largos, lo que permite mayor margen de maniobra en condiciones ambientales variables.

8. MÉTODO DE APLICACIÓN

Belzona 1381:

- **Método de Aplicación por Pulverización:** Requiere equipo sin aire con calefacción y permite el uso de equipos para uno o múltiples componentes. La temperatura en la punta debe ser de 40-50°C, la presión mínima de 172 bar y el tamaño de la punta entre 0,53-0,63 mm.
- **Aplicación Manual:** Utiliza pincel de cerdas duras y debe aplicarse en dos capas, con recomendaciones claras sobre los rangos de cobertura y espesor de cada capa.
- **Ventaja:** Belzona 1381 es altamente adaptable, con opciones tanto para pulverización como aplicación manual. Las especificaciones detalladas aseguran un control preciso en aplicaciones industriales críticas, minimizando la posibilidad de errores.

Chesterton ARC S2:

- **Método de Aplicación por Pulverización:** También puede aplicarse mediante aspersion sin aire, sin dilución con disolvente, pero no proporciona detalles tan específicos en cuanto a las características del equipo, como temperatura o presión de la punta.
- **Aplicación con Rodillo/Brocha:** Requiere un rodillo sin pelusa (por ejemplo, mohair) para una aplicación uniforme.
- **Requerimiento Adicional:** Se debe revisar las especificaciones en el Boletín 006, en el cual se indica que el ARC S2 debe ser precalentado hasta 50°C antes de ser pulverizado.

CONCLUSIÓN: Aunque ambos productos se pueden aplicar mediante pulverización sin aire, Belzona 1381 proporciona especificaciones más precisas para garantizar un rendimiento óptimo. ARC S2 es más general en sus recomendaciones de equipo, lo que podría generar una menor precisión en la aplicación.

9. ESPESOR DE PELÍCULA

Belzona 1381:

- **Espesor por Capa:**

Primera capa: 375 micrones

Segunda capa: 375 micrones

Espesor total de película seca: 500 micrones mínimo.

- **Aplicación con Brocha:** Espesor máximo de película seca por capa: 500 micrones.
- **Aplicación con Pulverizador:** El espesor está limitado solo por la resistencia al descuelgue.

- Belzona 1381 permite aplicaciones más gruesas por capa, lo que contribuye a una mayor protección con menos capas, reduciendo el tiempo de aplicación total y mejorando la eficiencia.

Chesterton ARC S2:

- **Espesor por Capa:**

Se recomienda un espesor entre 170-380 micrones por capa, con un mínimo de dos capas.

- Las aplicaciones verticales o suspendidas pueden reducir el espesor de la película, requiriendo capas adicionales para compensar.

CONCLUSIÓN: Belzona 1381 permite una aplicación con un espesor mayor por capa en comparación con ARC S2, lo que reduce el número de capas requeridas y mejora la durabilidad del recubrimiento en aplicaciones industriales.

10. COBERTURA

Belzona 1381:

- **Cobertura Teórica:**

Primera capa: 2,67 m²/litro.

Segunda capa: 2,67 m²/litro.

Cobertura teórica para alcanzar el espesor mínimo: 2 m²/litro.

- Belzona 1381 ofrece una cobertura más uniforme por litro en aplicaciones tanto con pulverizador como con brocha, maximizando el rendimiento del material y minimizando el desperdicio.

Chesterton ARC S2:

- **Cobertura (para 375 micrones de espesor):**

Cartucho de 1125 mL: 3,00 m².

Unidad de 1,5 litros: 3,94 m².

Unidad de 5 litros: 13,33 m².

Unidad de 16 litros: 42,67 m².

CONCLUSIÓN: ARC S2 ofrece una cobertura teórica decente, pero Belzona 1381 presenta una mayor consistencia y eficiencia en la cobertura por litro, reduciendo la cantidad de material necesario para lograr el espesor mínimo recomendado.

11. INSPECCIÓN Y REPARACIÓN

Belzona 1381:

- **Inspección:** Se realiza una inspección visual tras la aplicación y otra más exhaustiva tras 10 horas a 20°C para asegurar que no haya defectos. Se puede realizar una prueba de chispa según NACE SP0188 a 3 kV para verificar la continuidad del recubrimiento y asegurar que se ha alcanzado el espesor mínimo de 500 micrones.
- **Reparación:** Dentro de la ventana de aplicación de la segunda capa, se pueden reparar agujeros o daños mecánicos aplicando Belzona 1381 o 1391T. Fuera de la ventana, la superficie debe ser desbastada o granallada para alcanzar un perfil de 40 micrones.
- El protocolo de inspección y reparación de Belzona 1381, que incluye la prueba de chispa con respaldo de NACE SP0188, asegura la integridad del recubrimiento. La capacidad de reparar sin perder propiedades clave también es un factor de ventaja en aplicaciones críticas.

Chesterton ARC S2:

- **Inspección:** Se menciona que se puede aplicar una segunda capa sin preparación adicional, siempre que la película no esté contaminada ni se haya curado por completo. Si se excede este tiempo, se requiere una limpieza ligera con chorro abrasivo o lijado.
- **Reparación:** Si se excede el tiempo de curado, es necesario lijar o limpiar con abrasivo para garantizar una buena adherencia.

CONCLUSIÓN: Aunque ARC S2 ofrece cierta flexibilidad para la aplicación de capas adicionales, Belzona 1381 proporciona instrucciones más claras y estrictas para la inspección y reparación, incluyendo una verificación mediante prueba de chispa, lo que asegura una mayor durabilidad y control de calidad.

12. RECOMENDACIONES PARA EL CURADO EN MEDIOS AGRESIVOS

Belzona 1381:

- Si se espera exposición a medios agresivos antes de que el recubrimiento alcance el servicio pleno, se recomienda un tratamiento posterior de curado para asegurar una protección adecuada. La consulta con un representante de Belzona es aconsejable para determinar los requisitos específicos.
- La capacidad de Belzona 1381 para manejar medios agresivos, con o sin curado posterior, ofrece una ventaja considerable en aplicaciones industriales críticas.

Chesterton ARC S2:

- No se proporciona información específica sobre el manejo de medios agresivos durante el curado.

CONCLUSIÓN: Belzona 1381 ofrece un protocolo claro para aplicaciones en medios agresivos, asegurando una mayor protección en entornos severos. ARC S2 carece de esta guía, lo que indica una posible limitación en su uso en condiciones adversas.

13. CURADO FORZADO

Belzona 1381:

- Si se requiere un retorno rápido al servicio, el recubrimiento puede ser curado forzosamente mediante calentamiento entre 50°C y 100°C por 1 hora.

Chesterton ARC S2:

- Para realizar un curado forzado, el recubrimiento debe calentarse a 65°C durante 6 horas después de haber alcanzado el estado de seco al tacto.

CONCLUSIÓN: Belzona 1381 tiene un proceso de curado forzado más rápido y flexible en comparación con ARC S2, que requiere más tiempo y una temperatura fija de 65°C.

CONCLUSIÓN REFERENTE A COMPARACIÓN EN LA APLICACIÓN

Belzona 1381 ofrece tiempos de curado más rápidos y flexibles, especialmente a bajas temperaturas, lo que facilita un retorno más rápido al servicio en condiciones industriales. La opción de tratamiento



posterior es accesoria en la mayoría de los casos, pero está disponible para aplicaciones que requieren un curado acelerado. Además, proporciona un manejo superior en ambientes agresivos, lo que lo hace ideal para aplicaciones críticas.

En comparación, ARC S2 presenta tiempos de curado más largos a temperaturas más bajas y requiere un curado forzado más prolongado si se necesita acelerar el proceso. Además, no proporciona orientación específica para el manejo en medios agresivos durante el curado, lo que lo limita en aplicaciones más exigentes.

Belzona 1381 se destaca claramente como la mejor opción para aplicaciones industriales de alto rendimiento, donde la velocidad de curado, la flexibilidad en el tratamiento y la resistencia a condiciones agresivas son factores críticos.

Ing. William González

Gerente de Producción

096-078-6530

UIO: Cristóbal Sandoval Oe3-58 y Av. La Prensa.
(02) 6006 - 773 / 098 - 728 - 4749

GYE: Villa España II Urbanización Toledo Mz 2839 V18.
(04) 6010 - 703 / 098 - 721 - 2939

dte@costera.ec

www.inspectores-industriales.ec



- Esmeraldas
- Manta
- Guayaquil
- Sta. Elena
- El Oro
- Cuenca
- Tungurahua
- El Coca
- Lago Agrio

