

Estudio de Caso 2 Paneles de Paredes Exteriores y Marcos de Ventanas en Minneapolis

Contaminación Urbana Moderada Exposición a Sal de Deshielo Moderada

El Museo de Arte Frederick R. Weissman en Minneapolis Minnesota, está situado a un costado de un camino principal y de un puente donde se emplea sal para derretir el hielo (**Figura A**). El arquitecto del edificio, Frank O. Gehry, reconoce la naturaleza corrosiva del ambiente y seleccionó un acero inoxidable tipo 316 (UNS S31699, En 1.4401, SUS 316) para los paneles de las paredes (**Figura B**). El grado 316 contiene molibdeno, el cual mejora la resistencia a la corrosión por picaduras y por cavidades. Este elemento químico es de gran ayuda en la prevención del daño que causa la sal.

Los paneles que están más cerca del camino se sitúan a 4.6 metros (15 pies) de distancia. Se especificó un acabado terso N° 4 con una rugosidad promedio de la superficie de 0.5 μm o 20 μin . Durante el diseño, se consideró que el edificio iba a tener muy poca o nula limpieza manual. El edificio se limpia cada 5 años para eliminar la suciedad que se acumula. La superficie tersa especificada desde el diseño y el hecho de que las rayas del pulido queden en posición vertical, favorecen la limpieza natural de la lluvia para remover la sal que se acumula.



Figura A (arriba). Acero inoxidable 316 con un acabado superficial terso y un diseño que toma ventaja de la lluvia para naturalmente lavarse, fueron una buena elección para la construcción del Museo de Arte Weissman. Aún y cuando se localiza adyacentemente a un camino muy transitado donde se emplea sal para deshielar, no existen trazos de corrosión. El color del edificio cambia constantemente, reflejando el medio ambiente que lo rodea.



Figura B (derecha). Este panel de pared de acero tipo 316 del Museo de Arte Weissman que está situado a 4.6 metros (15 pies) del camino no presenta corrosión aún y cuando no ha sido limpiado en cinco años. (Crédito de la fotografía: Nickel Institute)



Figura C Este marco de ventana fabricado con acero inoxidable 304 no ha sido limpiado en cinco años. El tipo 304 que está expuesto a sal de deshielo debe limpiarse regularmente para remover los depósitos corrosivos. Aún y cuando se tomen estas precauciones, algo de manchado puede producirse entre limpieza y limpieza. (Crédito de la fotografía: Nickel Institute)

Este marco de ventana, fabricado con acero tipo 304, se localiza a pocas cuadras del museo sobre el mismo camino transitado (**Figura C**). Tanto el marco de la ventana como el panel del museo Weissman (**Figura B**), están expuestos de igual forma a la sal de deshielo, se encuentran relativamente a la misma distancia del camino y presentan un acabado terso.

Cuando estas fotografías fueron tomadas, habían transcurrido cinco años desde que cualquiera de las dos aplicaciones habían sido lavadas. La única diferencia significativa encontrada entre ambas es el tipo de acero inoxidable empleado y que la ventana se encuentra parcialmente protegida de la lluvia por los reducidos espacios que existen entre los altos edificios que la rodean.

Aún cuando el ambiente es idéntico, la apariencia de estos componentes es muy diferente. Los paneles de las paredes del museo se encuentran en excelentes condiciones con únicamente una pequeña cantidad de suciedad acumulada. El marco de la ventana fabricado con acero tipo 304 está horriblemente manchado debido a la corrosión.

Criterio de selección del acero inoxidable

La publicación de la Asociación Internacional del Molibdeno (IMO A, por sus siglas en inglés), ¿Cuáles aceros inoxidables deben especificarse para aplicaciones en exteriores?, proporciona asistencia en la selección del acero inoxidable. Los resultados del lugar y del diseño mostrados abajo, están basados en las pautas de ese folleto. Se pueden descargar copias desde www.imoa.info o bien solicitarlas por correo electrónico a info@imoa.info.

Sección 1: Ambiente Puntuación = 2

Ambas aplicaciones se localizan en el centro de Minneapolis. El nivel promedio de dióxido de azufre es de $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, el cuál es relativamente bajo, no así el nivel de partículas suspendidas en el aire (PM10) el cual se encuentra en $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$, considerado como moderado. La localidad está clasificada como poseedora de moderados niveles de contaminación.

Sección 2: Exposición a la sal costera Puntuación = 3

Minneapolis tiene largos y fríos inviernos con un promedio total de 1422 mm (56 pulgadas) de nieve. La sal de deshielo, ya sea cloruro de sodio o cloruro de calcio, se emplea para derretir tanto la nieve como el hielo. Se ha logrado detectar sal de deshielo, arrastrada por la bruma de la carretera, tan alto como a 59 pisos en lugares donde los edificios se encuentran muy juntos, y tan alejados como a 1 km (0.6 millas) de los caminos transitados.¹ Si la temperatura y los niveles de humedad son suficientemente altos, los depósitos de sal absorben algo de humedad del aire y pueden corroer algunos aceros inoxidables y otros metales empleados en la arquitectura.² Las fachadas y costados de ambos edificios presentan moderada exposición a la sal de deshielo (a menos de 30 metros (100 pies) de un camino muy transitado).

Sección 3: Patrón del clima local Puntuación = -1

Los rangos de temperaturas altas y bajas de Minneapolis oscilan entre los -13° y 29°C (9° a 84°F). Las precipitaciones pluviales se distribuyen uniformemente a lo largo de los meses más calientes del año, con niveles de 711 mm (28 pulgadas). Existen considerables nevadas durante los seis meses de invierno. Para un mejor comportamiento, es importante remover los depósitos de sal inmediatamente después de que caiga la última nevada, así como, durante los meses más calientes, eliminar el polvo ya que puede contener sal. En promedio existen 37 días con tormentas eléctricas durante los meses calientes, de tal modo que existe suficiente lluvia para remover los depósitos corrosivos de las superficies expuestas. El clima de Minneapolis puede considerarse como templado con regulares aguaceros, con lo cual califica con -1.

Sección 4: Consideraciones del diseño Puntuación del Marco de Ventana = 0 Puntuación del Museo = -1

Ambas estructuras tienen acabados con una rugosidad superficial por debajo de $R_a 0.5 \mu\text{m}$ ó $20 \mu\text{in}$. Los acabados lisos retienen menos sal, lo cual reduce la posibilidad de corrosión (puntuación -1). Los paneles del museo están expuestos de tal forma que la lluvia puede remover depósitos de sal. Los marcos de las ventanas están ligeramente ahuecados y los edificios circundantes los cubren, previniendo el lavado eficaz de la lluvia (puntuación +1). A menos que las áreas cubiertas se laven manualmente o se use un acero inoxidable más resistente a la corrosión, estos marcos probablemente tengan más problemas de la corrosión.

Sección 5: Plan de mantenimiento Puntuación = 0

Ninguno de los edificios es lavado regularmente.

Selección del acero inoxidable Total: Puntuación del Marco de Ventana = 4 Puntuación del Museo = 3

Aún cuando el grado 304 posea una superficie tersa, no debe emplearse en áreas o zonas donde se use sal para el deshielo, a menos que se limpien frecuentemente. En aplicaciones similares, se ha logrado obtener un buen comportamiento limpiando cuatro veces al año, no obstante, entre limpieza y limpieza pueden aparecer pequeñas manchas de corrosión. Esta frecuencia de limpieza puede bajar la calificación del grado 304 hasta 2, con lo que se le consideraría como una buena opción. En aplicaciones con una exposición moderada a la sal de deshielo, el acero inoxidable tipo 316 típicamente ha observado un buen comportamiento si presenta una superficie tersa y una dirección del pulido en sentido vertical, además de estar expuesto a la lluvia y que existan aguaceros frecuentes para remover los depósitos de la superficie.

¹ Allen L. Williams y Gary J. Stensland, Departamento de Transporte de Illinois, "Estudio de Dispersión Atmosférica de Sales de Deshielo en Caminos" Reporte de Investigación Física No. 149, Enero 2006

² El cloruro de calcio llega a ser corrosivo a 0°C (32°F) y 45% de humedad y el cloruro de sodio llega a ser corrosivo a 10°C (50°F) y 76% de humedad.