

## Caso de Estudio 01 Pasamanos y Mobiliario Urbano en Chicago y Pittsburgh

### Contaminación Urbana Moderada Exposición a Sal de Deshielo Alta a Baja

En el centro de Chicago, Illinois, EU, esta banca y pasamanos fabricados en acero inoxidable tipo 316 (UNS S31600, EN 1.4401, SUS 316), conservan su apariencia original después de cinco años de servicio (**Figura A**). El pasamanos se encuentra situado en una acera a una distancia aproximada de un metro (algunos pies) de un camino altamente transitado donde se usa sal para derretir el hielo. La banca se localiza en un jardín adyacente.

El acero inoxidable, grado 316, contiene 2% de molibdeno, el cual mejora la resistencia a la corrosión tanto por picaduras como por cavidades. Esto es particularmente útil para prevenir el daño causado por la sal. El uso de un tipo de acero inoxidable grado 316, aunado a una superficie tersa más lluvia, además de un mantenimiento consistente en limpieza, permiten que estos muebles urbanos conserven su aspecto visual atractivo, a pesar de las condiciones ambientales severas.



**Figura A** Acero inoxidable 316 que especifica una superficie tersa y un diseño que toman ventaja de la lluvia para lavarse naturalmente, mantienen el aspecto de esta banca y pasamanos muy hermosos. (Crédito de la fotografía: Paul Pittsford)



**Figura B** Un acero inoxidable grado 304 con un acabado rugoso fue la peor elección para el pasamanos expuesto a bruma de un camino donde se utiliza sal para el deshielo. Una limpieza puede remover las manchas, sin embargo, volverán a aparecer año tras año. (Crédito de la fotografía: TMR Stainless)

En contraste, un pasamanos fabricado con acero inoxidable tipo 304 (UNS S30400, EN 1.4301, SUS 304) sufrió alta corrosión y además se manchó después de un invierno en la ciudad de Pittsburgh, Pennsylvania, EU (**Figura B**). El pasamanos fue instalado el otoño anterior. El grado 304 no contiene molibdeno y es, consecuentemente, más susceptible a la corrosión por cloruros que el tipo 316.

El pasamanos está situado aproximadamente a 90 metros (300 pies) en forma ascendente en un camino muy transitado. No se utilizó sal para el deshielo en los escalones adyacentes. El viento arrastró hacia la cima algo de bruma de la autopista, la cual, estaba repleta de sales de deshielo, depositándolas sobre la superficie de la baranda.

El tubo utilizado fue seleccionado con un acabado superficial de fábrica. Sin embargo, durante la elaboración del pasamanos, se empleó un abrasivo grueso sobre la superficie, produciendo una apariencia rayada, rugosa y áspera sobre el material. El mismo procedimiento fue empleado para la barra. Únicamente las pequeñas barras poseen un acabado terso por lo que presentan, significativamente, menor corrosión.

La sal y los contaminantes corrosivos se adhieren más fácilmente a las superficies rugosas, tanto, que ni las fuertes lluvias por frecuentes que estas sean, remueven por completo los depósitos. El empleo de superficies con acabados rugosos, incrementan la probabilidad de daño por 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](http://www.imoa.info) o bien solicitarlas por correo electrónico a [info@imoa.info](mailto:info@imoa.info).

### Sección 1: Ambiente

Puntuación = 2

Ambos sitios están rodeados de edificios de oficinas y están expuestos a moderados niveles de contaminación urbana. Chicago y Pittsburgh tienen semejantes niveles de dióxido de azufre (31 y 37  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , respectivamente) y un nivel de partículas suspendidas en el aire (PM10) de 35 y 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , respectivamente. Por sí solos, estos niveles de contaminación no son lo suficientemente altos como para corroer al acero 304 o al 316, pero pueden causar deterioro de otros metales utilizados en la arquitectura. Si existen niveles de contaminación urbana mayores, se requerirá el empleo de un grado 316 u otro acero inoxidable más resistente a la corrosión.

### Sección 2: Exposición a la sal costera

Puntuación de Chicago = 3 (banca) y 4 (pasamanos) Puntuación de Pittsburgh = 2

En lugares muy fríos tales como Chicago y Pittsburgh, la sal se emplea para derretir el hielo que se forma en los caminos y banquetas. La sal se vuelve corrosiva cuando las temperaturas del aire se encuentran por encima del punto de congelación.<sup>1</sup> Las aplicaciones del ejemplo de Chicago se encuentran muy cercanas a un camino transitado. Los pasamanos pueden ser salpicados por agua altamente cargada con sal, no así las bancas las cuales no alcanzan a ser mojadas, por lo tanto su calificación es baja. Los pasamanos en Pittsburgh se sitúan a 90 metros (300 pies) en ascenso en un camino altamente transitado, sin embargo, el viento arrastra la brisa cargada de sal hasta la cima. Se ha llegado a encontrar sal de las carreteras en superficies tan alejadas como 1 km (0.6 millas) de los caminos transitados.<sup>2</sup>

### Sección 3: Patrón del clima local

Puntuación de Chicago = -1 Puntuación de Pittsburgh = -1

Chicago y Pittsburgh tienen climas templados con un rango de temperatura desde -7 a 29 °C. Las precipitaciones pluviales se distribuyen uniformemente a lo largo de los meses más calientes del año con niveles de 840 mm (33 pulgadas) en Chicago y 940 mm (37 pulgadas) en Pittsburgh. Ambas ciudades tienen tormentas con aguaceros combinados con fuertes vientos que eliminan los depósitos de las superficies. En ninguno de los casos las aplicaciones se encuentran cubiertas o protegidas.

### Sección 4: Consideraciones del diseño

Puntuación de Chicago = 0 a -1 Puntuación de Pittsburgh = 2

En ambos casos, las cavidades están selladas y el diseño favorece el lavado con la lluvia. Las bancas de Chicago tienen algunas secciones cubiertas o protegidas y los pasamanos algunas superficies horizontales. Las superficies tersas en las aplicaciones de Chicago retienen menor cantidad de sal y son más fácilmente eliminadas con el agua de lluvia; no obstante, esta ventaja no ayuda en nada en las zonas cubiertas por debajo de las bancas en donde se pueden acumular depósitos, motivo por el cual califican alto. La sal se adhiere a la superficie rugosa ( $R_a > 1 \mu\text{m}$  o 40  $\mu\text{in}$ ) de Pittsburgh por lo que la limpieza de la lluvia es poco efectiva. Esto incrementa la puntuación. Una superficie tersa se considera aquella cuya rugosidad sea menor o igual a  $R_a 0.5 \mu\text{m}$  o 20  $\mu\text{in}$ .

### Sección 5: Plan de mantenimiento

Puntuación de Chicago = -1 Puntuación de Pittsburgh = 0

Las aplicaciones de Chicago se limpian anualmente después de la última nevada para eliminar los depósitos de sal. Los pasamanos de Pittsburgh no han recibido limpieza alguna desde que fueron instalados el año anterior cuando se tomó la fotografía.

### Selección del acero inoxidable

Total: Puntuación de Chicago = 3 Puntuación de Pittsburgh = 5

El acero inoxidable tipo 316 es una elección rentable para muchas aplicaciones costeras, particularmente cuando el diseñador especifica un acabado liso libre de cavidades y un diseño que maximiza la limpieza de la lluvia. Aunque la alta exposición a la sal costera y los niveles más bajos de precipitación hacen esta aplicación agresiva, los niveles bajos de contaminación urbana, el acabado muy terso, y el diseño, reducen la puntuación. Una puntuación de 3 significa que el acero inoxidable tipo 316 es generalmente la elección más rentable. Las decisiones del diseñador son reafirmadas por la apariencia atractiva del acero inoxidable después de 23 años de servicio. Si los niveles de contaminación o de exposición a la sal fueran incrementados a lo largo del tiempo, la limpieza de mantenimiento podría volverse necesaria.

- 1 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. Ambos cloruros son usados en productos de deshielo.
- 2 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