

## Caso de Estudio 09 Cerca Australiana en la Costa

### Exposición Baja a la Contaminación Exposición Alta a la Sal de la Costa

La costa del Pacífico de Australia cerca de Brisbane es un destino vacacional popular a lo largo del año que está creciendo rápidamente. Los vacacionistas son atraídos por el clima cálido del área, la limpieza del aire, las millas de playas y las espléndidas condiciones para surfear.

Llamada la Costa Brillante al norte de Brisbane y la Costa Dorada al sur, esta área es un ambiente corrosivo para los materiales de construcción. El crecimiento rápido ha hecho necesarias nuevas instalaciones incluyendo muchos pasamanos, barandillas y cercas de alberca.

Tanto el acero inoxidable tipo 304 (UNS S30400, EN 1.4301, SUS 304) como el tipo 316 (UNS S31600, EN 1.4401, SUS 316) fueron utilizados para una cerca, alrededor de una alberca de agua de mar, colindante con el océano (**Figura A**) Los postes son de acero inoxidable tipo 304 y los otros componentes de la puerta y el pasamanos son de acero inoxidable tipo 316. Como se puede observar en la **Figura B**, los postes están corroidos.



**Figura A** El Acero inoxidable es utilizado regularmente para aplicaciones costeras. Si es adecuadamente seleccionado, éste puede permanecer atractivo y estructuralmente sólido en este ambiente corrosivo. (Fotografía cortesía de la Asociación Australiana de Desarrollo del Acero Inoxidable)

Las bravas olas y los fuertes vientos hacen que los niveles de partículas de sal (cloruro) en el aire sean altos y la sal es depositada en las superficies en una tasa promedio diaria de por lo menos 3 gramos/metro cuadrado.<sup>1</sup> Las altas temperaturas promedio y los altos niveles de humedad aceleran la corrosión. Afortunadamente, la lluvia regular ayuda a reducir las tasas de corrosión al limitar la acumulación de los depósitos de sal.

El acero inoxidable es más resistente a las sales costeras corrosivas (cloruros) que otros materiales arquitectónicos comunes. El acero inoxidable tipo 316 es generalmente el material más rentable elegido para largo plazo y para aplicaciones de poco mantenimiento que están cerca de la costa, pero que no son salpicadas o sumergidas en agua de mar. El acero inoxidable tipo 316 contiene 2% de molibdeno, lo cual ayuda a prevenir la corrosión por picaduras o cavidades causadas por las sales depositadas. En aplicaciones de poco o nulo mantenimiento como esta cerca de alberca, es importante también especificar un acabado superficial liso para minimizar el potencial de corrosión. Como puede ser visto en la **Figura B**, no hay corrosión en los componentes de la cerca ni en la puerta de acero inoxidable tipo 316.

Cuando sea especificado el acero inoxidable en un ambiente corrosivo, es importante sellar o eliminar las cavidades mediante soldadura y utilizar un diseño que sea fácilmente limpiado por la lluvia. La mayoría de los componentes de la cerca fueron soldados de forma conjunta, lo cual es preferible para una estructura de largo plazo. Desafortunadamente, no todas las soldaduras fueron limpiadas adecuadamente y pueden ser vistas la decoloración oscura (coloración debido al calor) y la corrosión alrededor de algunas de las soldaduras del acero inoxidable tipo 316. La coloración debido al calor, la oxidación de la superficie asociada con el calor de la soldadura, debe ser completamente retirada con el fin de devolver la resistencia a la corrosión del acero inoxidable. Si esas soldaduras son esmeriladas y/o decapadas, éstas funcionarán tan bien como el resto del acero inoxidable tipo 316 en la cerca. La coloración debido al calor no reduce las propiedades estructurales, pero puede ser considerada antiestética por los usuarios del material.



**Figura B** El contraste en apariencia entre la puerta y el poste de soporte es debido a las diferencias entre la química del acero inoxidable y la rugosidad de superficie. La puerta libre de corrosión es de acero inoxidable tipo 316 y el poste que está decolorado por la corrosión es de acero inoxidable tipo 304. (Foto Cortesía de la Asociación Australiana de Desarrollo del Acero Inoxidable)

### 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 = 0

A pesar de que Brisbane tiene niveles moderados de contaminación de aire urbano, las áreas de playas circundantes tienen niveles bajos de contaminación rural o urbana con los automóviles siendo la fuente principal de la contaminación. Además, los fuertes vientos alejan el océano impidiendo la concentración de contaminantes a lo largo de la costa.

#### Sección 2: Exposición a la sal de la costa

Puntuación = 4 a 5

El barandal está a menos de 30 m (100 pies) del océano y la exposición de cada sección al agua del mar varía. La sección más cercana al océano es salpicada cuando el oleaje está "alto". (+5) Los componentes mostrados en la Figura B están más lejos del agua y están solamente expuestos al rocío de sal durante las tormentas pero su cercana proximidad al océano y el bravo oleaje implican que la exposición a la sal de la costa (cloruros) sea alta. (+4)

#### Sección 3: Patrón del clima local

Puntuación = 0

Brisbane y las áreas costeras circundantes tienen un clima subtropical. Las temperaturas promedio diariamente oscilan entre 15.1°C (59.2°F) en el invierno y 24.6°C (76.3°F) en el verano. La precipitación anual promedio es 1575 mm. (62 pulgadas) y la lluvia es lo suficientemente fuerte para retirar los depósitos de la superficie. Las temperaturas cálidas y los niveles altos de humedad promedio (arriba de 70% la mitad del año) hacen este ambiente corrosivo, pero la lluvia regular ayuda a retirar los depósitos de la superficie lo cual reduce la probabilidad de corrosión. Este patrón de clima es típico de un ambiente subtropical húmedo.

#### Sección 4: Consideraciones del diseño

Puntuación de la puerta = -1

Puntuación del poste = 2

Los acabados en la puerta de acero inoxidable tipo 316 y el poste de acero inoxidable tipo 304 son muy diferentes. El poste grueso tiene una rugosidad promedio de  $R_a$  1.1  $\mu$ m (43  $\mu$ in) lo cual incrementa la puntuación (+2). La puerta más lisa tiene una rugosidad de aproximadamente  $R_a$  0.46  $\mu$ m (18  $\mu$ in), lo cual reduce la puntuación (-1). Las sustancias corrosivas tienen que permanecer sobre una superficie para que la corrosión ocurra. La lluvia fácilmente retira los depósitos de sal corrosivos de los acabados lisos. Además, un acabado más áspero retiene el agua de lluvia por más tiempo, extendiendo el período de humedad cuando la corrosión puede ocurrir.

#### Sección 5: Plan de mantenimiento

Puntuación = 0

No está previsto que la cerca será alguna vez limpiada excepto por la precipitación natural.

#### Selección del acero inoxidable

Total: Puntuación de la puerta = 3 a 4

Puntuación del poste = 6 a 7

El acero inoxidable tipo 304 no es apropiado para las aplicaciones costeras a menos que: (1) se especifique un acabado terso; (2) haya limpieza regular; y (3) algún manchado entre las limpiezas sea aceptable. La corrosión del poste de la reja de acero inoxidable tipo 304 debería haber sido anticipada. El problema empeoró por el acabado muy áspero, el cual retuvo sal corrosiva (cloruros) y aceleró la velocidad de corrosión. Un acero inoxidable mucho más resistente a la corrosión podría haber sido necesario para el desempeño libre de corrosión que el de acabado áspero. Aunque hay corrosión a lo largo de la superficie completa, ésta es superficial y la falla estructural es poco probable durante la vida de la alberca, debido a que ésta se corroerá aproximadamente 1,000 veces más despacio que el acero al carbono.

Una puntuación de 3 significa que el acero inoxidable tipo 316 es generalmente la elección más rentable, de forma que no es sorpresa que la puerta y la mayoría de los componentes de la cerca del tipo 316 han permanecido atractivos sin mantenimiento. El acero inoxidable tipo 316 funciona bien en la mayoría de los ambientes costeros, de contaminación baja a moderada mientras que los acabados de superficie lisos sean especificados y las lluvias fuertes regulares retiren los depósitos de la superficie. Sin mantenimiento, algún ligero manchado puede ocurrir con el tiempo, pero éste es fácilmente retirado. A menos que haya limpieza regular, el acero inoxidable tipo 316 se corroerá si éste es rociado o salpicado regularmente con agua salada. Esto es por lo que la sección de la cerca inmediatamente colindante con el agua tiene una puntuación de 4.

Agradecimiento: El autor quisiera agradecer la asistencia de la Asociación Australiana de Desarrollo del Acero Inoxidable (ASSDA, por sus siglas en inglés) y a Austral Wright Metals quienes proporcionaron la información y las fotografías utilizadas en este caso de estudio.

1 Mapa de corrosión de Australia, Ingeniería de Sistemas de Infraestructura de CSIRO (Australian Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation)