

Caso de Estudio 04 Techo en Singapur

Contaminación Urbana Moderada

Exposición Moderada a la Sal de la Costa

El Club Turf de Singapur, en Kranji, Singapur, fue terminado en agosto de 1999. El acero inoxidable que contiene molibdeno tipo 316 (UNS S31600, EN 1.4401, SUS 316) fue utilizado para el techo único, los toldos de la entrada y las cubiertas del andén/pasillo. El diseño del techo, de las tribunas curvadas de 400 metros (1,312 pies) de largo, fue inspirado por la imagen elegante y poderosa de un caballo en movimiento. **(Figuras A y B)**

El arquitecto del diseño fue Ewing Cole, una firma de Filadelfia, EU, especializada en el diseño de hipódromos. La arquitectura corrió a cargo de Indeco, una firma de Singapur. Chadwick Technology de Sydney, Australia fue el contratista del techado. La ubicación es costera y está expuesta a la contaminación urbana. Los altos niveles de humedad y temperaturas de Singapur hacen al ambiente aún más corrosivo. John Chase de Ewing Cole dijo: “nosotros no pensamos dos veces en utilizar acero inoxidable, debido a que éste es un ambiente isleño tropical y corrosivo. El techado de acero inoxidable es ampliamente usado en Singapur por esta razón.” El tipo 316 contiene 2% de molibdeno, lo cual mejora la resistencia del acero inoxidable a la corrosión por cavidades y picaduras. El molibdeno es particularmente útil en la prevención de la corrosión causada por sal y contaminación.



Figura A El techo de acero inoxidable tipo 316 del pasillo cubierto y la tribuna del Turf Club de Singapur parece cambiar de color durante el día. Éste refleja amaneceres, atardeceres, cielos azules y nubes. (Fotografía cortesía de Ewing Cole, Fotógrafo: Erhard Pfeiffer)



Figura B Esta fotografía muestra el diseño único del techo y el rendimiento libre de corrosión del acero inoxidable tipo 316. (Fotografía cortesía de Ewing Cole, Fotógrafo: Erhard Pfeiffer)

Se seleccionó un acabado 2D para el techo. Este acabado es lo suficientemente mate como para prevenir el resplandor no deseado y lo adecuadamente liso para proporcionar protección adicional a la corrosión.

El techo de paneles metálicos, de junta de plegado saliente (lámina engargolada) sobre la construcción curvada de la tribuna, parece complejo, pero éste es realmente un diseño simple y rentable. Cada sección ondulada de 6 metros (20 pies) de ancho, es un techo a dos aguas, hecho de paneles metálicos de junta de plegado saliente idénticos de 3 metros (10 pies) de longitud. Las secciones inclinadas gradualmente se elevan con su longitud hasta que alcanzan la cima de la tribuna. Hay pasajes de mantenimiento del doble de los canales entre las secciones del techo.

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
En 2001, el gobierno de Singapur reportó que el promedio anual de los niveles de dióxido de azufre fue de 22 µg/m ³ y los niveles de partículas suspendidas en el aire (PM 10, partículas menores a 10 micras) fueron de 29 µg/m ³ . La mitad de las partículas suspendidas en el aire son generadas por los gases de combustión de los vehículos de diesel y la mayoría del resto es proveniente de las centrales eléctricas y plantas industriales del otro lado de la isla. Este es un sitio urbano moderadamente contaminado.	
Sección 2: Exposición a la sal de la costa	Puntuación = 3
Singapur es una pequeña isla tropical (640 km ² o 247 mi ²) apartada de la costa de Malasia. El hipódromo está en la costa norte cerca del Estrecho de Johor, el cual separa Singapur de Malasia. Está ubicado a 1.6 km. (1 milla) del agua salada y tiene una puntuación de exposición a la sal de 3. Generalmente, los depósitos de sal son encontrados a lo largo de las islas haciendo aún más corrosivas las ubicaciones internas. Las concentraciones de sal variarán con los patrones del clima y la dirección del viento.	
Sección 3: Patrón del clima local	Puntuación = -1
Singapur está cerca de la línea del ecuador y tiene un clima húmedo tropical. En la noche, los niveles de humedad con frecuencia exceden el 90%, y en las tardes secas, los niveles de humedad están entre 60 y 70%. La precipitación pluvial anual promedio es de 2,413 mm (95 pulgadas). Incluso en los meses más secos el promedio es de casi 178 mm. (7 pulgadas) de lluvia. Las lluvias fuertes de las tardes lavan eficientemente las superficies expuestas. La temperatura está generalmente entre 23 y 31°C (73 y 88°F) con límites de temperatura registrados entre los 19 y 36°C (66 y 97°F). Normalmente los climas tropicales con lluvia fuerte regular reciben una puntuación de "0". Singapur tiene un patrón de lluvia fuerte más consistente, y una puntuación de -1 es considerada como más exacta para este lugar.	
Sección 4: Consideraciones del diseño	Puntuación = -1
En el espesor típicamente utilizado para techado, un acabado 2D tendrá una rugosidad superficial menor de R _a 0.5 µm o 20 µin y la puntuación será -1. Algunos proveedores pueden proporcionar un acabado 2D para techos que tiene una rugosidad superficial de R _a 0.3 µm (12 µin) o menos. Este acabado muy liso podría tener una puntuación de -2. Un acabado liso reduce la posibilidad de corrosión, debido a que la acumulación de sal corrosiva y depósitos de contaminación es menos probable. Es mucho más fácil lavar cualquiera de los depósitos debido a las fuertes lluvias. Todas las superficies son expuestas audazmente, y la textura del acabado es vertical respecto al agua.	
Sección 5: Plan de mantenimiento	Puntuación = 0
A pesar de que los pasajes de mantenimiento permiten fácil acceso, está considerado que el techo no será lavado manualmente. Si algún escombros se acumula después de una tormenta muy mala, éste debe ser retirado para reducir la posibilidad de corrosión por debajo de éste.	

Selección del acero inoxidable	Total:	Puntuación = 3
Una puntuación de 3 indica que el acero inoxidable tipo 316 es la elección más rentable para la aplicación. La contaminación, el clima y los niveles altos de exposición a la sal incrementan la corrosión de este sitio. Un acabado superficial liso y un diseño que toma ventaja de la limpieza por lluvia reducen la puntuación y hace al tipo 316 una elección aceptable. Si un acabado más áspero hubiera sido especificado, la limpieza regular podría haber sido necesaria para disminuir la puntuación, para así hacer al tipo 316 una elección aceptable o un acero inoxidable con más resistencia a la corrosión podría ser necesario. Este techo proporcionará cientos de años de servicio atractivo. La tasa de corrosión del acero inoxidable es mucho más baja y su vida de servicio funcional es mucho más larga que la de los otros metales arquitectónicos comunes.		
En contraste, el acero inoxidable tipo 304 (UNS S30400, EN 1.4301, SUS 304) no contiene molibdeno y es más susceptible a la corrosión por sal (cloruro) y por la contaminación que el tipo 316. El manchado por corrosión podría ser esperado si el techo fuera del tipo 304 con un terminado liso (menos de R _a 0.5 µm o 20 µin) a menos que el techo sea manualmente lavado por lo menos cada año. Si una rugosidad superficial de R _a 0.3 µm (12 µin) o menos fuera especificada, el tipo 304 podría proporcionar rendimiento aceptable si el ambiente no se vuelve más agresivo durante la vida de la construcción. El tipo 316 es preferible normalmente en los ambientes con exposición a la sal de la costa y a la contaminación, debido a que éste proporcionará una vida de servicio más larga y requiere menos mantenimiento.		