

## Caso de Estudio 12 Exterior de Edificio en Milán

### Exposición a Contaminación Industrial Moderada Nula Exposición a Sal

Una de las firmas italianas líderes en ingeniería, Torno Internazionale Spa, solicitó a la firma de diseño Dante Benini & Partners renovar sus oficinas actuales en Milán, Italia y diseñar un nuevo edificio de oficinas contiguo. La modernización del actual edificio de 8 pisos de la década de los 60's fue concluida en el 2002 e incluye una pantalla trapezoidal de acero inoxidable Tipo 316 (UNS S31600, EN 1.4401, SUS 316) micro perforado de siete pisos que oculta las comunicaciones y pasillos en el lado noreste del edificio.

En el 2004, la nueva adición fue terminada en el lado sur del edificio original. Una vela de acero inoxidable Tipo 316L (UNS S31603, EN 1.4404, SUS 316L) de siete pisos cubre un lado del nuevo edificio y funciona como un protector solar para minimizar el calentamiento de la construcción. Los Tipos 316 y 316L proporcionan una resistencia a la corrosión equivalente. El Tipo 316L tiene niveles de carbono más bajos y es preferido por soldadura. **(Figura A)**



**Figura A** El nuevo edificio de oficinas tiene una "vela" perforada de acero inoxidable Tipo 316L de siete pisos que también sirve como protector solar. (Fotografía cortesía de Centro Inox)



**Figure B** El acero inoxidable Tipo 316L cubre el hueco cilíndrico del elevador en el punto donde los edificios fueron unidos. (Fotografía cortesía de Centro Inox)

Milán es conocida por su contaminación del aire (smog), la cual se concentra en el valle de la montaña. Aunque los niveles de contaminación han sido reducidos, los arquitectos deben considerar la presencia de lluvia ácida y altos niveles de partículas. Una limpieza mínima de mantenimiento fue prevista. Ellos seleccionaron el acabado de acero inoxidable Ugitop® laminado, mate y texturizado. Aunque el patrón de textura de la superficie parece ser rugoso, éste se consigue al imprimir un patrón en un acabado muy liso y generalmente proporciona un buen rendimiento de corrosión. Los acabados laminados funcionan mejor que los acabados producidos por otros métodos con similar profundidad de textura. El rendimiento variará con los niveles de partícula, la frecuencia de lluvia y limpieza manual, y la profundidad del patrón, tipo y orientación. La lluvia frecuente de Milán puede minimizar los depósitos en la superficie.

El acero inoxidable fue perforado para crear los protectores solares. Los bordes de las perforaciones son frecuentemente ásperos, retienen más depósitos corrosivos y no son limpiados efectivamente con la lluvia. Esto incrementa la posibilidad de corrosión a menos que exista una limpieza manual para remover los depósitos. Los aceros inoxidables Tipo 316 y 316L, que contienen 2% de molibdeno, fueron seleccionados para el proyecto. Éstos proporcionan buena resistencia a la corrosión por cavidades que puede ocurrir bajo los depósitos en la superficie, y fueron inevitables debido a los altos niveles de partículas, la probable falta de limpieza manual y la presencia de perforaciones. Ambos Tipos 316 y 316L han funcionado bien.

### 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 = 3

Durante el periodo de diseño y construcción, hubo alguna variación menor de año a año en los datos de contaminación. La media promedio de los datos de contaminación para el periodo de construcción fue de la siguiente forma: dióxido de azufre, 3 µg/m<sup>3</sup>; PM10, 35 µg/m<sup>3</sup>; y PM 2.5, 21 µg/m<sup>3</sup>. Los niveles de dióxido de azufre son bajos pero los niveles de partícula (PM10 y PM2.5) estaban en el nivel alto del rango moderado. Las partículas contienen sub-productos industriales haciéndolas más corrosivas. La lluvia ácida, que puede incrementar las tasas de corrosión, es también reportada como un problema. En base a información disponible, Milán tiene niveles bajos a moderados de contaminación industrial.

#### Sección 2: Exposición a la sal costera y de deshielo

Puntuación = 0

Milán es una ciudad del interior por lo que no hay exposición a la sal costera. El clima es relativamente templado, de forma que la sal para deshielo es raramente utilizada y ésta es generalmente limitada a puentes y a algunos andadores. Los paneles del edificio son poco propensos a tener exposición a sal.

#### Sección 3: Patrón del clima local

Puntuación = -1

El promedio de temperaturas bajas y altas oscila entre -3°C (25°F) y 28°C (82°F). El promedio anual de precipitación es de 970 mm (38 pulgadas) y hay lluvia todo el año. El nivel promedio de humedad relativa oscila entre 60% (en las tarde) y 90% (en la mañana). En promedio, hay 49 tormentas eléctricas por año con 10 tormentas por mes durante el verano y 343 días al año con al menos algo de niebla, pero ésta no es de sal. Este es un clima templado con lluvia fuerte regular.

#### Sección 4: Consideraciones del diseño

Puntuación = 1

Los paneles de acero inoxidable expuestos audazmente toman ventaja de la limpieza natural por lluvia. Aunque la textura de la superficie parece rugosa, el patrón es impreso en un acabado de molino muy liso y los acabados de este tipo generalmente funcionan muy bien a menos que los niveles de partículas sean altos. Las perforaciones en la superficie, particularmente las áreas de borde áspero, pueden atrapar y retener depósitos en la superficie que de otra forma no podrían ser acumulados. La presencia de las perforaciones incrementa la puntuación del diseño en áreas con exposición a sal o partículas industriales potencialmente corrosivas.

#### Sección 5: Plan de mantenimiento

Puntuación = 0

El acero inoxidable fue seleccionado debido a que las superficies podrían ser muy difíciles de limpiar. Ninguna limpieza de mantenimiento regular es planeada.

#### Selección del acero inoxidable

Puntuación = 3

El acero inoxidable Tipo 316 es una elección rentable para ubicaciones donde las partículas potencialmente corrosivas son propensas a recolectarse en las superficies y donde la limpieza regular es poco probable. Una puntuación de 3 significa que el acero inoxidable ya sea Tipo 316/316L o 444 (UNS S44400, EN 1.4521, SUS 444) es usualmente la elección más rentable. La apariencia atractiva del acero inoxidable después de muchos años de servicio indica que el diseñador seleccionó una combinación apropiada de acero inoxidable y acabado. Si la contaminación o los niveles de partículas se incrementen con el tiempo, la limpieza periódica de mantenimiento podría volverse necesaria.

Agradecimiento: El autor desea agradecer la ayuda de Centro Inox en la preparación de este caso de estudio.