

Acero Inoxidable

Centro para la Investigación y Desarrollo del Acero Inoxidable

Aeropuerto de BARAJAS **TERMINAL 4**

55

Reportajes: Aeropuerto de Barajas - Terminal 4
Mallas metálicas
Bodegas Marqués de Riscal

SUMARIO

MARZO
2006



EDITORIAL

3

REPORTAJE

AEROPUERTO DE BARAJAS. FACHADAS
DE LA NUEVA TERMINAL 4 Y 4S

4

REPORTAJE

MALLAS METÁLICAS

8

REPORTAJE

BODEGAS MARQUÉS DE RISCAL

12

BREVES

PROPIEDADES TÉCNICAS
DE LOS ACEROS INOXIDABLES

15

* **ACERO INOXIDABLE** es una publicación cuatrimestral de CEDINOX, Centro para la Investigación y Desarrollo del Acero Inoxidable. Santiago de Compostela, 100 - 4º - 28035 MADRID. Tel: 91 398 52 31-Fax: 91 398 51 90. e-mail: cedinox@acxgroup.com
Diseño y Maquetación: TAMED. Tel: 91 361 07 37. e-mail: tamed@tamed.com - www.cedinox.es

CEDINOX se ha esforzado en que la información contenida en la presente comunicación sea técnicamente correcta, habiendo sido elaborada en función de los datos someros facilitados. No obstante, CEDINOX no se hace responsable de la pérdida, daño, uso indebido o lesión que pudiera derivarse de dicha información, la cual se facilita como general y de carácter orientativo.

ASOCIADOS

• **ACERINOX** Fabricante de bobinas y chapas laminadas en frío y caliente de Acero Inoxidable. Santiago de Compostela, 100. 28035 Madrid. Tel: 91 398 51 00 - Fax: 91 398 51 92 • **INOXFIL** Fabricante de Alambre de Acero Inoxidable. Países Bajos, 11-15. 08700 Igualada (Barcelona). Tel: 93 801 82 00 - Fax: 93 801 82 16 • **ROLDAN** Fabricante de barra, ángulos, alambrión y corrugado en Acero Inoxidable. Santiago de Compostela, 100 3º. 28035 Madrid. Tel: 91 398 52 57 - Fax: 91 398 51 93 • **ERAMET INTERNATIONAL** 33 Av. du Maine. Tour Maine Montparnasse 75755 Paris-Cedex 15. Tel: (33 1) 45 38 42 42 - Fax: (33 1) 45 38 73 48 • **WMC Resources Marketing Limited** Suite 970, P.O. BOX 76. 1, First Canadian Place Toronto, Canadá M5X 1B1. Tel: (1 416) 366 01 32 - Fax: (1 416) 366 66 44 • **NIDI** Nickel Development Institute. 241, King Street West - suite 510, Toronto, Ontario. M5H 3S6 Canadá. Tel.: 1 (416) 591 7999 - Fax: 1 (416) 591 7987.

55



Estimados lectores:

Hemos comenzado el año con la inauguración de la nueva terminal T4 en el aeropuerto de Madrid Barajas. Su diseño vanguardista, a cargo del prestigioso estudio de arquitectura Lamela en colaboración con Richard Rogers Partnership, y la utilización de los últimos avances tecnológicos, la convierten en la mayor obra civil aeroportuaria de Europa de los últimos años, haciendo de Madrid la Puerta de Europa a Iberoamérica. Esta nueva terminal dará servicio a más de 35 millones de pasajeros al año, con una nueva ampliación prevista a 50 millones para el 2020.

El conjunto de la nueva terminal está organizado en tres edificios: aparcamiento, terminal y satélite. Cabe destacar en el diseño estructural de los edificios terminal y satélite, el muro cortina de las fachadas, que colabora en la estabilidad del conjunto, atirantando la cubierta a los forjados de hormigón mediante un sistema de barras de acero inoxidable a lo largo del kilómetro perimetral.

En cuanto al aparcamiento, los seis módulos que forman el conjunto, incorporan un cerramiento metálico a base de malla metálica de acero inoxidable. Se trata de una solución muy práctica ya que aporta ligereza a la estructura y no resta luz natural al conjunto.

Otra obra singular que se está llevando a cabo durante este año es la construcción de la Ciudad del Vino, proyecto iniciado por los Herederos del Marqués de Riscal, en la localidad riojana de Elciego. La bodega, que data de 1860, ha ido desarrollando una forma específica de elaborar sus caldos basada en la fidelidad a sus orígenes a la vez que apostando por la mejora continua de la calidad. Bajo esta premisa de tradición e innovación, Bodegas Marqués de Riscal encarga al arquitecto canadiense de renombre mundial, Frank Gehry, el diseño y construcción de un edificio que albergue la sede social y un hotel de lujo. Su estilo personal se refleja en esta construcción, de formas sinuosas, realizada en titanio coloreado y acero inoxidable.

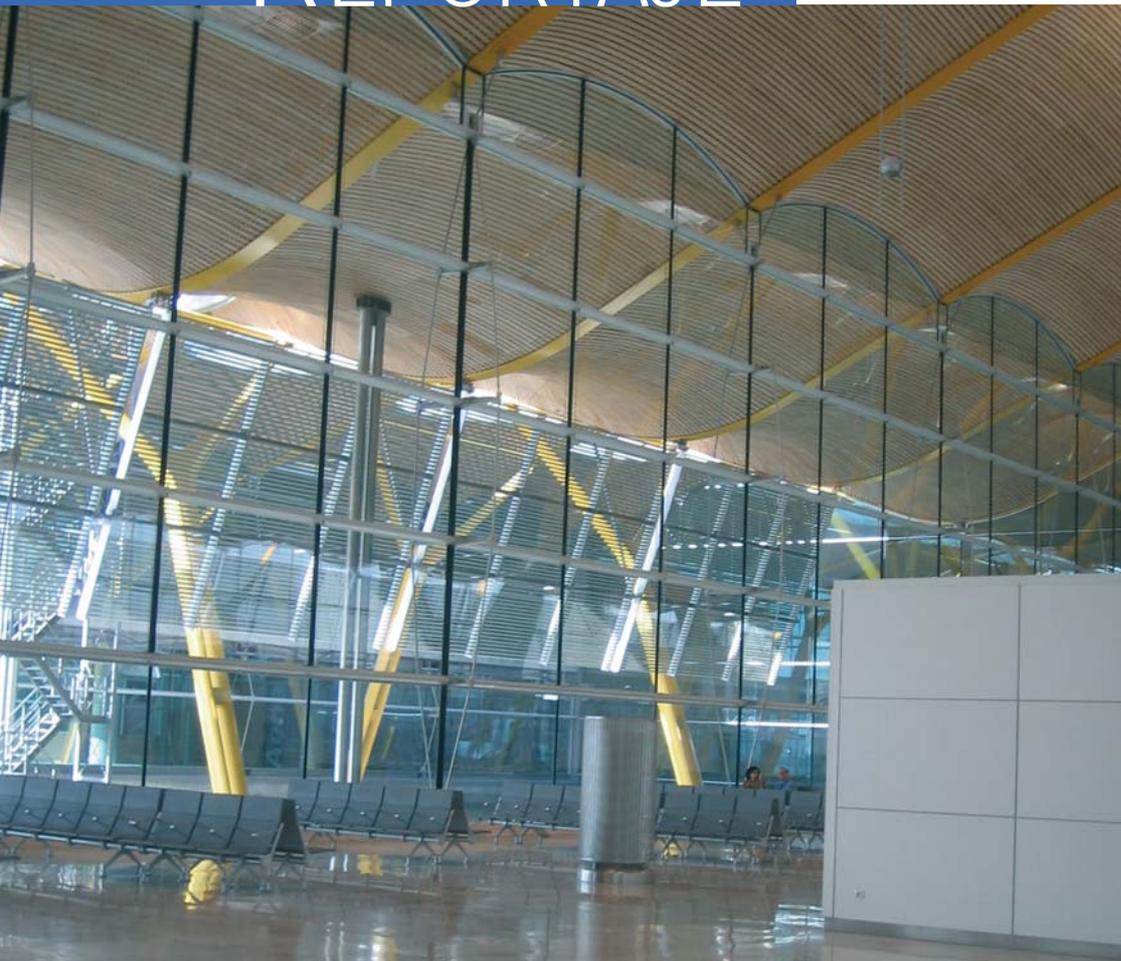
El acero inoxidable sigue incrementando su utilización en la construcción, como elemento estructural al mismo tiempo que como elemento decorativo, sin posible competencia.

Atentamente,

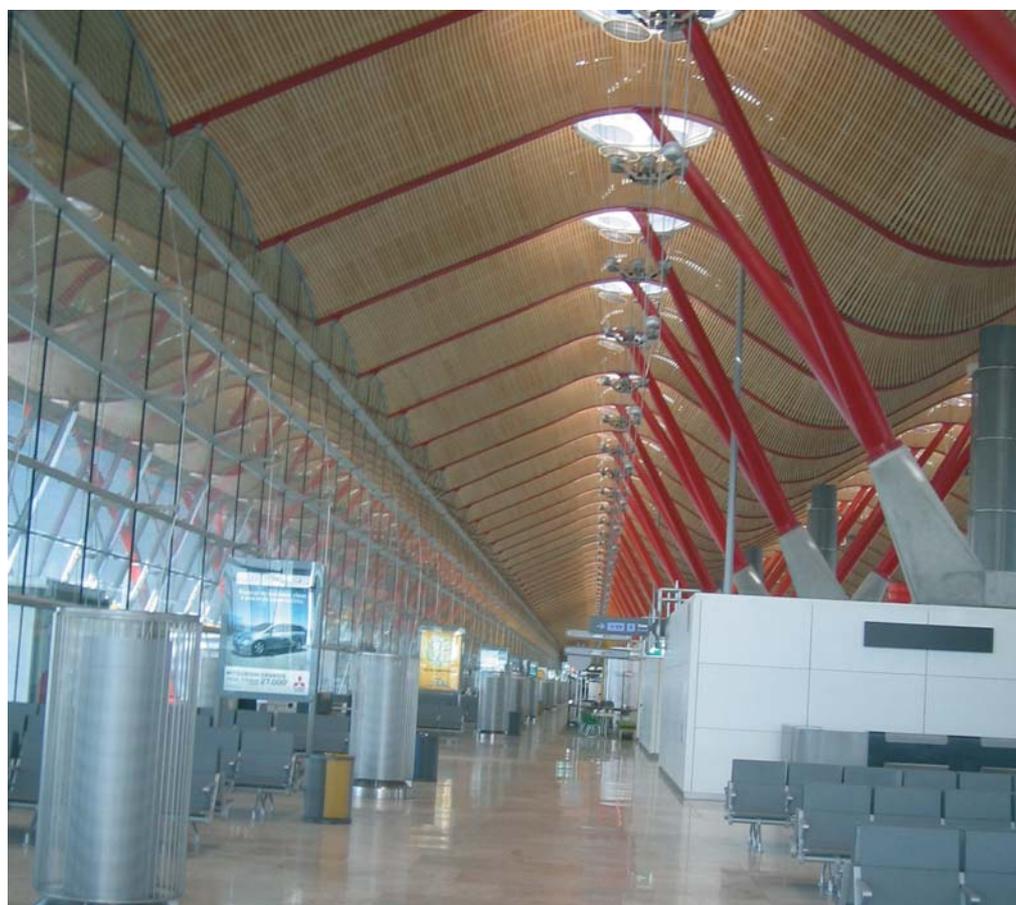
A handwritten signature in blue ink, reading 'Sonsoles', with a long horizontal flourish extending to the right.

Sonsoles Fernández Ludeña
DIRECTORA DE CEDINOX

REPORTAJE



Fachada acristalada de la nueva Terminal T4 de Barajas (Madrid)



Interior de la nueva Terminal T4 de Barajas (Madrid)



AEROPUERTO DE BARAJAS

Fachadas de la nueva

TERMINAL 4 y 4S



Lo primero que llama la atención de la nueva Terminal 4 son las grandes dimensiones de sus fachadas, resueltas a base de “Kipper-truss”, compuesto íntegramente por elementos de Acero Inoxidable.

Desde el 29 de Enero de 2006 Madrid cuenta con la nueva terminal T4 que convierte al aeropuerto de la capital en uno de los centros aeroportuarios más importantes de Europa.

El edificio terminal esta concebido en 2 edificios denominados T4 y T4S, con capacidad para más de 70 millones de pasajeros y con una superficie de más de 900.000 m².

La construcción de la nueva terminal ha sido sin duda la infraestructura más grande realizada en Europa durante el período de su ejecución y cuenta con novedosas soluciones arquitectónicas, así como, las últimas tecnologías en materiales e ingeniería.

En este sentido, cabe destacar las fachadas que conforman la piel del edificio y que han sido

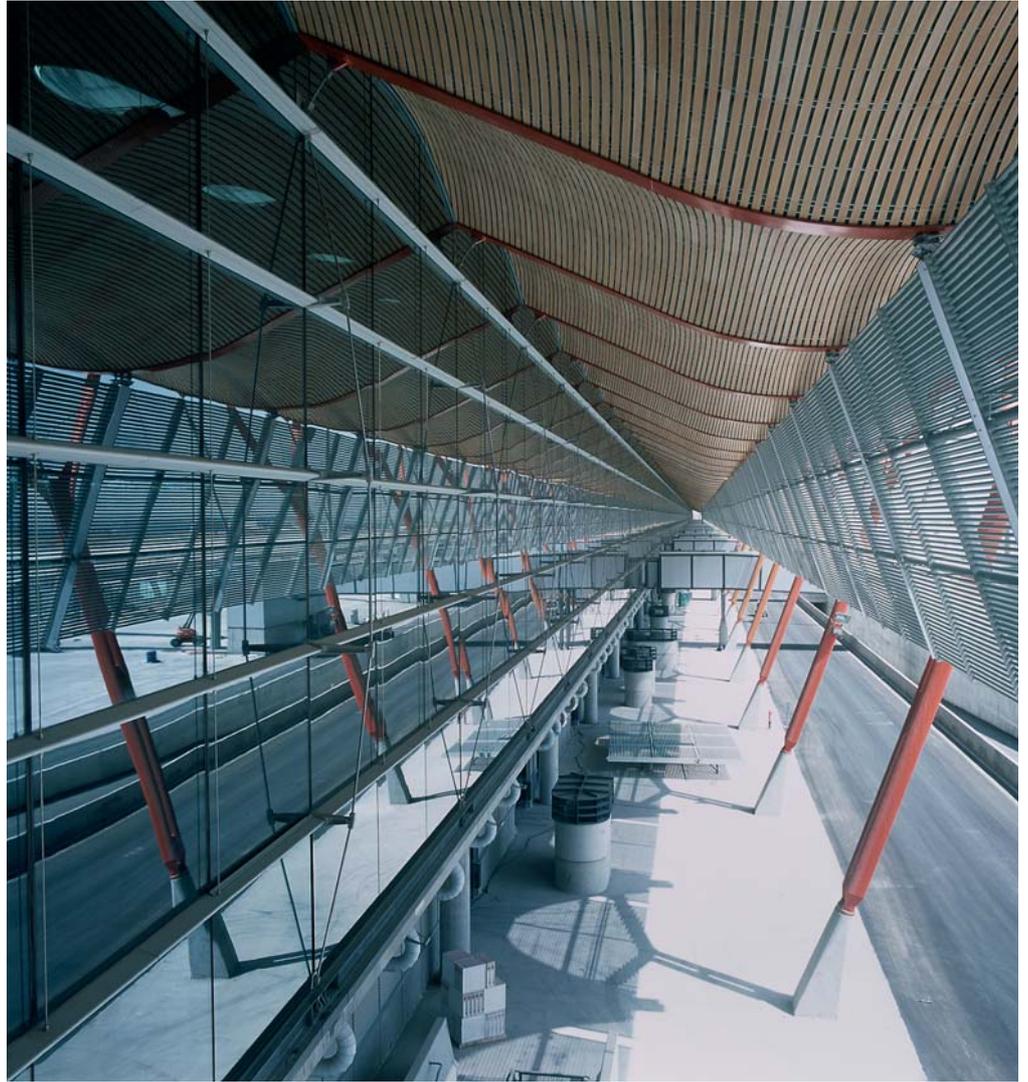
diseñadas y ejecutadas por la empresa FOLCRÁ, situada en Barcelona.

Desde un principio el estudio de arquitectura formado por la asociación de Richard Rogers y Carlos Lamela contó con la colaboración de FOLCRÁ para el diseño e ingeniería de las fachadas, donde se han aplicado sofisticados sistemas que dotan a la piel del edificio de un aspecto impresionante y digno de resaltar. Todos los componentes de la fachada han sido diseñados específicamente y a medida para este proyecto ya que los estándares y sistemas convencionales no resolvían la complejidad de los requerimientos técnicos y de diseño marcados por el estudio de arquitectura.

La fachada de la terminal cuenta con un total de 45.000 m² de vidrio, resueltos mediante una estructura portante de grandes

dimensiones a base de un elemento principal que se denomina “Kipper-truss” de 12 m de altura, que además de ser el elemento portante de la fachada, actúa de arriostramiento de la estructura de cubierta. Para ello, dicho Kipper-truss se ha colgado de la estructura de cubierta y se ha realizado un post-tesado a 60 Tn desde el forjado de los diques longitudinales. El procedimiento de post-tesado se ha realizado en bloques de 16 conjuntos entre juntas de dilatación que corresponden a 72 m por cada lado del dique.

El Kipper-truss está compuesto íntegramente por elementos de acero inoxidable, siendo los principales de alta resistencia tipo dúplex, para soportar las sollicitaciones del post-tesado además de las propias de la fachada (peso propio, viento y dilataciones).



Fachada acristalada y parasoles exteriores

Los distintos tipos de acero inoxidable empleados son el 1.4462 (dúplex) para piezas de conexión, anclajes con acabado chorreado y electropulido. Las barras de tracción son del mismo material con acabado pulido y las crucetas o brazos transversales son de inoxidable 1.4401 (AISI 316) con acabado también electropulido, previo mecanizado y chorreado.

Los procedimientos tecnológicos empleados para los distintos componentes abarcan todo el rango de la técnico-mecánica. La forja se ha utilizado para las piezas de conexión y anclajes de mayor compromiso, el laminado y estirado para las barras de tracción y alta resistencia y la

fundición con moldes de arena para los brazos o crucetas de diseño especial. Asimismo, se han realizado roscados especiales en las barras de tracción para la correcta transmisión de esfuerzos a los anclajes.

Los elementos secundarios horizontales se han resuelto con perfiles de 9 m de luz, con una estructura combinada interior de acero al carbono, capaz de transmitir a los elementos principales las cargas de viento, y recubierta con perfiles de aluminio que por un lado dan la geometría y diseño arquitectónico requerido y por otro aloja a los acristalamientos de grandes dimensiones (3,0 x 2,18 m). Además, dichos elementos están

suspendidos en sus puntos intermedios para transmitir el peso propio a la correa de cubierta, mediante varillas de acero inoxidable de 12 mm.

Los acristalamientos son de altas prestaciones con capas de control solar y térmico, así como con láminas especiales de reducción acústica, siendo el espesor total de 36 mm (12/12/6+6), que dotan a la fachada del confort necesario en este tipo de instalaciones.

Como complemento a los trabajos de fachada, FOLCRÁ ha realizado también los parasoles exteriores que se solapan a la fachada, así como, todos los trabajos interiores de barandillas



Elemento portante "Kipper-truss"



Detalle anclaje superior del "Kipper-truss"



Montaje de la fachada

y mamparas realizadas íntegramente con acero inoxidable AISI 316 y vidrio.

El alto valor añadido de los trabajos realizados, así como lo novedoso de sus materiales y requisitos técnicos, necesitó la realización de un plan especial de aseguramiento de la calidad y un control de trazabilidad de todos los elementos donde se definían y realizaban todos los cálculos, ensayos y pruebas necesarias, que con un control estricto y periódico, forman parte del servicio integrado que FOLCRÁ ha realizado.

ENSAYOS REALIZADOS:

- Trazabilidad de todos los componentes.

- Ensayo fachada en laboratorio FOLCRÁ: agua, aire (módulo tipo).
- Ensayos fachada en obra: agua 6 ensayos de 500 m².
- Ensayo acústico en laboratorio LABEIN.
- Comprobación tesados y topografía: 100% elementos.
- Ensayos, análisis químico materiales y propiedades mecánicas.
- Ensayos tracción barras alta resistencia.
- Control y ensayo de soldaduras, partículas magnéticas y líquidos penetrantes.
- Ensayo radiografías y líquidos penetrantes en piezas fundición y forja.
- Homologación vidrios y sus certificados. ©

FICHA TÉCNICA

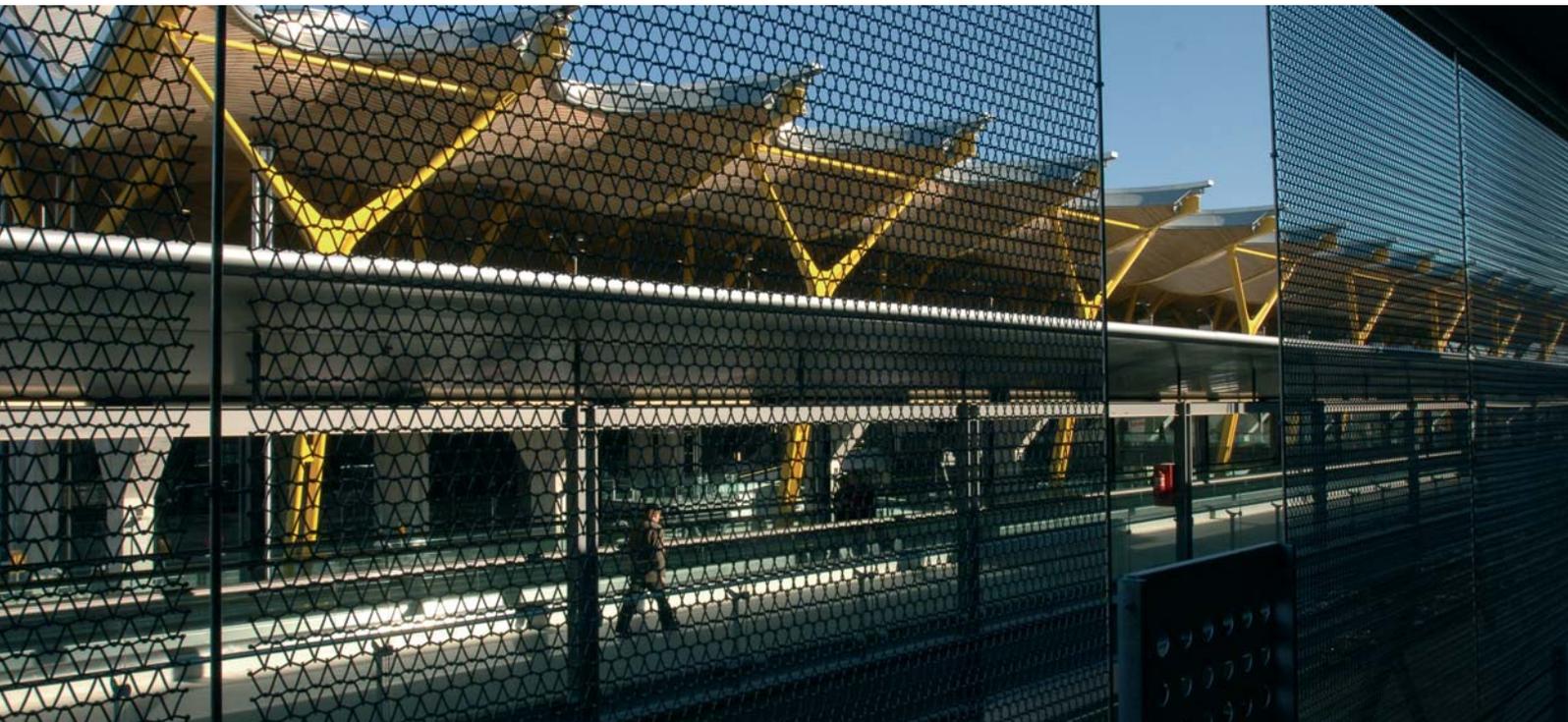
Muro Cortina Fachadas	
Perímetro	3.000 m.
Superficie	45.000 m ²
Piezas vidrio	7.500 piezas

Parasoles	
Superficie	12.000 m ²
Piezas tubo	250.000 m

Barandillas	
Perímetro	1.500 m

Mamparas	
Superficie	18.000 m ²

GRUPO FOLCRÁ EDIFICACIÓN, SA
 Camino Can Bros, s/n
 08760 Martorell - Barcelona
 Tf: 93 776 60 36
 Fax: 93 775 37 61
 e-mail: info@folcra.com
 www.folcra.com



Módulos de aparcamiento en la nueva T4

Mallas metálicas

Las mallas metálicas utilizadas en los aparcamientos de la T4 han pasado a ser un elemento de diseño que se adapta de forma perfecta al entorno de la terminal.

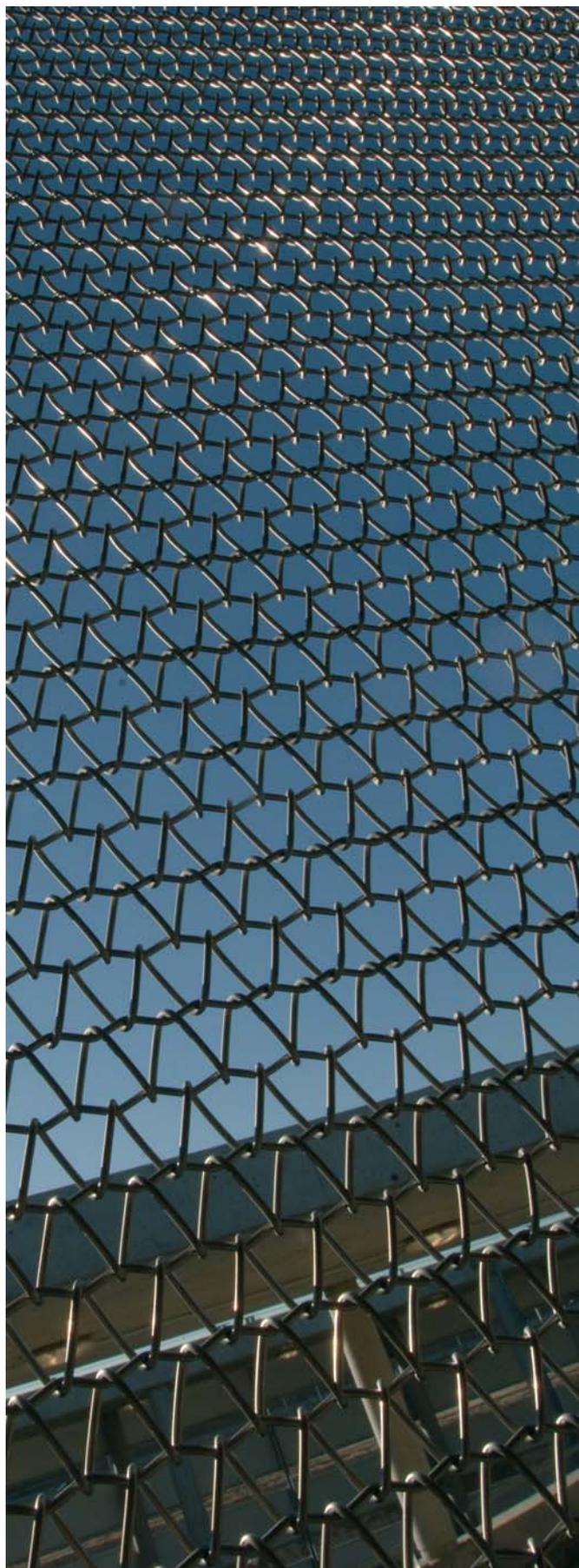
Los metales creativos CODINA abren nuevas posibilidades a arquitectos, ingenieros, interioristas, diseñadores, escenógrafos, especialistas en espacios y montajes efímeros para que puedan disponer de soluciones creativas tanto de carácter funcional como estético.

Se inicia una nueva etapa en la aplicación artística del metal en múltiples superficies, texturas, volúmenes, formas y transparencias.

Cubrir, revestir, cerrar, dividir, crear ambientes y volúmenes sorprendentes, modernizar, sofisticar, y multitud de aplicaciones para creaciones revolucionarias y novedosas.

Las cortinas de malla en acero inoxidable consiguen combinar funcionalidad y estética, actuando como elementos de protección solar y dotando de gran elegancia y originalidad al edificio.

La aparición de elementos de

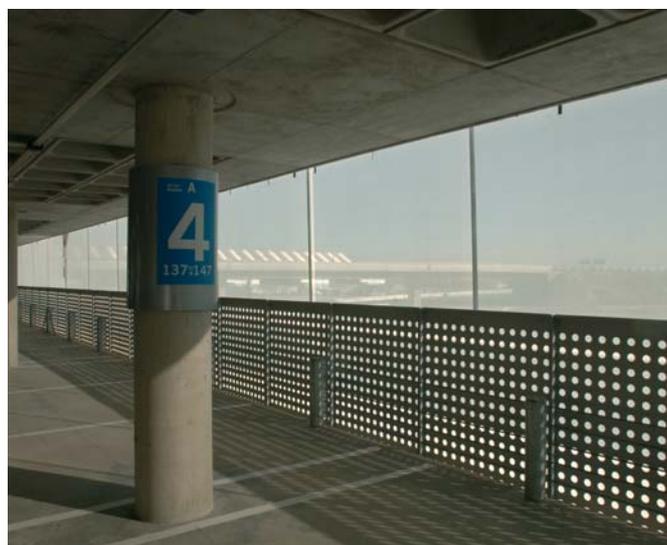


tejido metálico renueva la arquitectura de interiores. Cortinas, mamparas, persianas... crean ambientes modernos y especiales, con la durabilidad y elegancia únicas del acero inoxidable.

Las diferentes densidades y grados de apertura de la malla metálica permiten la creación de particiones y otros elementos de interiores; se estructuran y delimitan los espacios sin perder la sensación de amplitud gracias a la semitransparencia del tejido.

Para las mallas construidas básicamente con espirales y varillas, se suele colocar una varilla por el interior de la primera y la última espiral, para anclar la malla en la superficie deseada. Para los tejidos de cable y varillas, se suele colocar una barra al principio y final de la pieza. La fijación se efectúa, en ambos casos, con pernos, placas de sujeción, muelles, tensores, etc.

Los sistemas de fijación se estudian en función de las especificaciones concretas de cada



proyecto y de su aplicación; se dimensionan y calculan los elementos de montaje necesarios, adaptando los ya existentes, o desarrollando otros nuevos.

La zona de aparcamientos de la ampliación del aeropuerto de Madrid Barajas, en la nueva terminal T4, se diseñó con malla metálica.

El aparcamiento está formado por seis módulos, dispuestos en línea, con idéntica construcción: hormigón y malla metálica de acero inoxidable,

materiales elegidos por su resistencia a la corrosión y propiedades técnicas. La superficie total cubierta con malla en acero inoxidable AISI-316 ha sido de 18.000 m². La superficie abierta es del 64% aproximadamente, lo que le confiere al conjunto un mayor grado de confort al tener más luminosidad y una mayor sensación de ligereza en todos los módulos.

Inoxfil es el proveedor habitual de alambre de acero inoxidable de Codina. 

Diferentes tipos de malla



Tejido de cable y varillas



Tejido de alambre y cable



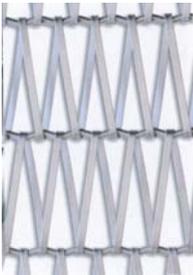
Tejido de cable y varillas



Tejido de cable e hilo laminado



Tejido de hilos entrelazados de "Z"



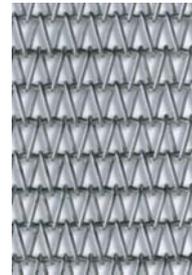
Espiras laminadas a derecha e izquierda unidas entre sí por una varilla



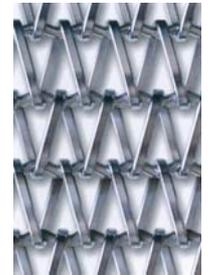
Espiras a derecha e izquierda unidas entre sí por una varilla



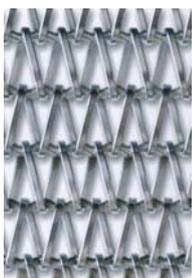
Espiras a derecha e izquierda unidas entre sí por una varilla



Espiras a derecha e izquierda unidas entre sí por una varilla



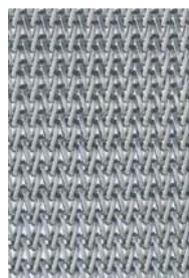
Espiras laminadas a derecha e izquierda unidas entre sí por una varilla



Espiras laminadas a derecha e izquierda unidas entre sí por una varilla



Espiras a derecha e izquierda unidas entre sí por una varilla



Espiras laminadas a derecha e izquierda unidas entre sí por una varilla



Tejido de varilla preondulada



Tejido de varilla preondulada

Todo se realiza en acero inoxidable AISI-304 ó AISI-316.

CODINA
 Sant Joan Baptista, 57
 08789 La Torre de Claramunt
 Barcelona
 Tlf: 93 801 15 40
 Fax: 93 801 26 02
www.codinagestio.com



Bodegas MARQUÉS de RISCAL

La sublime adaptación del Acero Inoxidable a las instalaciones del S. XIX en el Hotel Marqués de Riscal, aumenta el deseo de visitar las Bodegas Marqués de Riscal.

Elciego es una villa pintoresca y de renombre internacional por su prestigio vitivinícola alcanzado a través de los tiempos.

Elciego lo componen sus vinos y bodegas, el arte centenario de la Villa, la obra de Frank Gehry en la bodega de Marqués de Riscal, sus costumbres y sus gentes, gastronomía autóctona y ofertas turísticas.

Enclavado en el corazón de las bodegas de Marqués de Riscal, el proyecto diseñado por el

arquitecto canadiense Frank O. Gehry supone, debido a la complejidad e innovación de las formas y materiales, un gran reto arquitectónico y de construcción. Sin duda, la Ciudad del Vino Marqués de Riscal es uno de los proyectos más ambiciosos de cuantos se han realizado hasta la fecha en las bodegas españolas.

La espectacularidad del edificio unido a la riqueza paisajista de la zona y las instalaciones propias de Riscal ofrecen un marco excepcional para el desarrollo de una experiencia



única e irrepetible, es lo que denominamos La Ciudad del Vino Marqués de Riscal. Un complejo con una superficie cercana a los 100.000 m² dedicados a la elaboración, cuidado y estudio del vino, que ofrece la posibilidad de disfrutar en su esencia más pura y natural de todo lo que el vino y sus gentes representan, vivir la cultura y esencia del vino. El estilo personal de Ghery se refleja a través de formas sinuosas recubiertas de acero inoxidable y titanio.

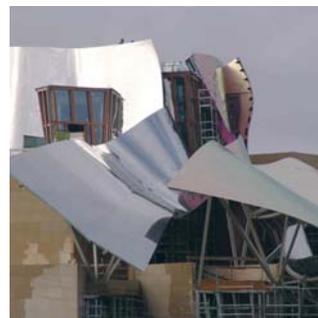
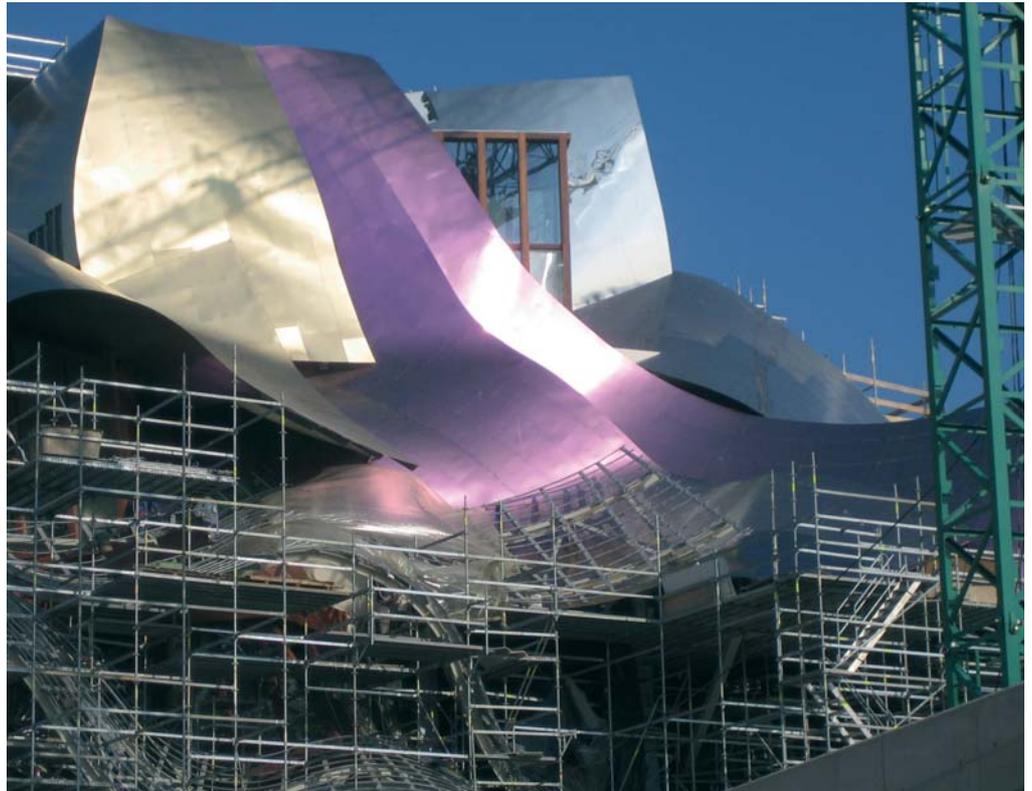
Lo primero que llama la atención al entrar es la sensación de

movimiento, de ser un edificio que huye de sus cimientos para mezclarse en el paisaje.

La superficie construida del edificio principal comprende 2.765 m², que alcanza una altura máxima de 37 m desde el sótano. El hotel, de lujo, cuenta con 43 habitaciones y una zona de spa dedicada a la vinoterapia.

El contrapunto a las instalaciones del siglo XIX, de piedra y sillería, es el titanio, en distintos colores, y el acero inoxidable. Los voladizos, inspirados





en la botella de vino, se realizan en varios colores: rosa por el vino tinto, plateado por la cápsula de la botella y dorado por la malla que cubre la clásica botella de Marqués de Riscal.

En cifras, se emplearán 1.750 m² de acero inoxidable. Se ha empleado acero inoxidable austenítico AISI-316, en acabado mate para los remates y acabado 2D, pulido espejo, para las chapas de revestimiento. Todas las planchas van colocadas con remaches sobre una estructura auxiliar de acero galvanizado, separados

mediante una cinta intermedia de alta resistencia.

Los remaches que se han utilizado en toda la obra son de acero inoxidable. Los que van en contacto, tanto con el acero inoxidable de las chapas como con el titanio de la obra, llevan una funda de poliamida de alta resistencia para evitar el contacto entre los materiales y, así, el par galvánico.

La inauguración del hotel Marqués de Riscal está prevista para el próximo verano de 2006. ©

UMARAN
Polígono Kareaga, 115
48903 Baracaldo
Vizcaya
TF: 902 368 100
Fax: 902 368 107
umaran@umaran.com
www.umaran.com

FERROVIAL
www.ferrovial.es

Breves

Versión on-line de las tablas de propiedades técnicas de los aceros inoxidable

La selección del tipo de acero inoxidable adecuado a cada aplicación es el resultado de diversos factores. Para ayudarle en dicha selección, le presentamos la versión interactiva a la cual puede acceder a través de nuestra página web (www.cedinox.es).

Esta herramienta le permite realizar varias operaciones con estos datos:

- Verificar la correspondencia entre los distintos tipos (EN/AISI)
- Realizar una búsqueda multi-criterios para composiciones químicas, propiedades físicas y mecánicas
- Visualizar la información para un tipo determinado
- Visualizar e imprimir familias por propiedades
- Recopilar información adicional sobre los elementos de aleación, las reglas para la designación de los tipos según EN y las escalas de dureza (sólo en inglés).

The screenshot shows the 'euroinox' website interface for searching stainless steel properties. It features a navigation menu with options: 'Correspondence EN/AISI', 'Multi-Criteria Search', 'Grade Data Sheet', 'View/Print Tables', and 'Extras'. The main section is titled 'Please indicate the search criteria:' and contains four columns of search criteria, each with a list of properties and checkboxes to select them:

Chemical	Mechanical	Physical	Family of Grades
Element	Property	Property	Structure
C <input type="checkbox"/>	Proof Strength ($R_{p0.2}$) <input type="checkbox"/>	Thermal Expansion 20°C-200°C <input type="checkbox"/>	Austenitic <input type="checkbox"/>
Mn <input type="checkbox"/>	Tensile Strength (R_m) <input type="checkbox"/>	Thermal Expansion 20°C-400°C <input type="checkbox"/>	Duplex <input type="checkbox"/>
Si <input type="checkbox"/>	Elongation A_{50} ($t < 3\text{mm}$): <input type="checkbox"/>	Thermal Conductivity <input type="checkbox"/>	Ferritic <input type="checkbox"/>
Cr <input type="checkbox"/>	Elongation A ($t > 3\text{mm}$) <input type="checkbox"/>	Electrical Resistivity <input type="checkbox"/>	Martensitic <input type="checkbox"/>
Ni <input type="checkbox"/>			PH <input type="checkbox"/>
Mo <input type="checkbox"/>			any <input type="checkbox"/>
N <input type="checkbox"/>			default <input type="checkbox"/>

Below the table, there are 'clear' and 'next' buttons. A note states: 'Mechanical properties apply for the annealed condition unless stated otherwise.' At the bottom, a disclaimer reads: 'The information covers stainless steel flat products: coil, sheet and plate. Disclaimer'.

Cupón de suscripción gratuita a la revista

Acero Inoxidable

Nombre: Apellidos:

Cargo que ostenta:

Empresa: Actividad de la empresa:

Domicilio:

Código postal: Población:

Teléfono: Fax: E-mail:

Enviar este cupón a CEDINOX C/ Santiago de Compostela, 100 - 4º - 28035 MADRID (ESPAÑA)

¡NUEVAS publicaciones!



Volumen 6,
Serie construcción:
Envolveres de edificios
en Acero Inoxidable

Volumen 7,
Serie construcción:
Puentes Peatonales en
Acero Inoxidable

Volumen 8,
Serie construcción:
Productos y accesorios
para aguas pluviales en
Acero Inoxidable



Cupón de suscripción gratuita a la revista

Acero Inoxidable

SUSCRIPCIÓN