

## ► Un clima limpio ►►

Climatización y gestión de ventilación para áreas críticas





## ► The art of handling air ►►

TROX entiende como nadie del arte de tratar el aire. Desde su fundación en el año 1951, TROX desarrolla y fabrica componentes y sistemas para la climatización y ventilación de espacios, así como para la protección contra el fuego y el humo. La dedicación continua a labores de investigación y desarrollo, ha convertido a TROX en un líder innovador en estas materias.

### Soluciones aplicadas para salas blancas

Los sistemas para climatización y ventilación de áreas críticas deben cumplir con unos requisitos muy rigurosos y específicos. La tecnología para salas blancas que TROX ofrece, satisface las normativas más exigentes relativas a protección y seguridad que aplica a este tipo de instalaciones:

- Centros de investigación, laboratorios con vitrinas para extracción de gases, animalarios
- Ambientes ultra limpios para producción de distintas industrias, por ejemplo: ciencias biológicas, óptica y tecnologías láser, nanotecnología y fabricación de semiconductores
- Quirófanos, áreas estériles en hospitales e instalaciones de asistencia sanitaria (consultar el catálogo de aplicación para hospitales de TROX)
- Salas que requieren un caudal de aire y control de presión específico, tales como: salas de control y salas de reunión.

## ► Soluciones integrales ►►

Este catálogo de aplicación aborda todos aquellos aspectos relacionados con la distribución y el tratamiento del aire en salas blancas. La fiabilidad y la seguridad de los sistemas de climatización y ventilación dependen de una gestión eficiente del aire, es decir, de la interacción coordinada de todos sus componentes.

### One-stop shop. Soluciones integrales desde un único proveedor

TROX ofrece soluciones de climatización integrales y a medida desde un único proveedor: Unidades de tratamiento de aire, ventiladores, sistemas y componentes para regulación y control, una completa gama de unidades terminales aerodinámicamente optimizadas, filtros y sistemas para protección contra fuego y humo, componentes todos ellos, que intervienen en las distintas etapas del flujo de aire.

En aquellos ambientes en donde la prioridad sea garantizar entornos de trabajo seguros, la protección de valiosos materiales, así como de las personas y del medio ambiente, es de vital importancia que todos los componentes del sistema de climatización se complementen entre sí.

### A menor número de intermediarios, menor esfuerzo de coordinación

Las ventajas para consultores y contratistas de HVAC son obvias: responder ante el cliente – ofreciendo sistemas de climatización eficientes. El resultado es una reducción drástica de intermediarios y de los problemas habituales de coordinación que surgen entre éstos. Todos los componentes del sistema de climatización son diseñados por TROX.

TROX cuenta con la experiencia y el conocimiento necesarios para establecer elevados estándares de calidad, en materia de distribución de aire para salas blancas. Desde 1998, nuestros expertos en este ámbito forman parte activa en el comité técnico de normalización de las normas EN 1822, EN 14175, DIN 1946 parte 7, así como de otras directrices, proporcionando valiosas aportaciones a estos organismos.

Disponibles los siguientes catálogos por ámbito de aplicación:

- Hoteles
- Aeropuertos
- Edificios administrativos
- Hospitales



Bayer, Leverkusen; Altana, Wesel; Jägermeister, Braunschweig (Alemania)

## ► Seguridad para productos y procesos ►►

La climatización y gestión de la ventilación en salas blancas implica tener controladas las partículas indeseadas existentes en el aire. Por esta razón, en TROX hemos examinado a fondo las medidas que reducen o minimizan los efectos adversos que pueden afectar a las personas, materiales y medio ambiente, con el claro objetivo de desarrollar soluciones integrales. El control de estos factores interdependientes que influyen en el nivel de limpieza del aire y de su seguridad, han conducido al desarrollo de sistemas eficaces y fiables para su aplicación en salas blancas orientados hacia:

- **Tratamiento, transporte, filtración e impulsión de aire:** garantizando un elevado nivel de limpieza y calidad del aire en la sala.
- **Gestión de aire:** protegiendo a productos, procesos, personas y el entorno del aire contaminado (ofreciendo los más elevados estándares de calidad para producción), manteniendo el equilibrio exigido entre caudales y presiones.
- **Protección contra fuego:** previniendo la propagación de fuego y de aire contaminado por el humo a través de la red de conductos en caso de incendio.

### Control de la contaminación con un sistema de capas múltiples

Para la protección de salas blancas y mecanismos frente a la contaminación, se deberán disponer de salas adyacentes con niveles inferiores de calidad de aire, la presión estática en las salas blancas deberá ser siempre superior a la presión que presenten estas otras salas.



Lanxess, Singapur; Max Planck Institute, Göttingen (Alemania)  
L'Oréal, París (Francia)





## ► Eficiencia energética ►►

### Ahorro de energía, caudal de aire adaptado a demanda

En la actualidad, en la mayor parte de las compañías, las jornadas laborales no terminan a las 5 de la tarde. Esto implica que muchos sistemas estén en funcionamiento 24 horas al día, los 365 días al año, cuando realmente sólo serían necesarios el 50% del tiempo. Se debería posibilitar que los servicios del edificio operasen con eficacia y flexibilidad - no necesariamente a pleno rendimiento - durante las 24 horas del día.

Los sistemas de distribución de aire de TROX proporcionan un control inteligente del caudal de aire, basándose en la demanda real, y asegurando de este modo, una elevada eficiencia energética. Estos sistemas hacen uso de la totalidad de la energía sólo cuando hay gente trabajando en una fábrica o en un laboratorio, para reducir el caudal de aire cuando el espacio no está ocupado. Ofreciendo, de este modo, un considerable ahorro en el consumo de energía.

### Potencial ahorro energético para sistemas existentes

En materia de eficiencia energética, los sistemas de climatización y ventilación han evolucionado considerablemente. En las actuales instalaciones de climatización se pueden aplicar ahorros de energía considerables, simplemente gestionando los caudales de aire. La renovación del sistema HVAC con los medios adecuados, por ejemplo dotando los climatizadores con convertidores de frecuencia o instalando sistemas de caudal variable, las necesidades de demanda de energía se pueden reducir hasta en un 40%. El retorno de la inversión se puede recuperar en tan apenas dos años.

### Incrementando la eficiencia con filtros y unidades de tratamiento de aire

Los filtros de aire, son los encargados de separar partículas en el aire, presentándose sin embargo, como un obstáculo para el flujo de aire. Provocando un aumento en la pérdida de carga, y disminuyendo la eficiencia energética. El objetivo es minimizar esa pérdida. TROX ha desarrollado filtros que disminuyen el inevitable aumento de pérdida de carga, incrementando la eficiencia energética. De este modo, TROX ofrece mantas filtrantes con pliegues muy finos y unidades filtrantes optimizadas aerodinámicamente, que contribuyen con un ahorro energético de hasta un 50%.

Las unidades de tratamiento de aire de TROX son muy eficientes, están equipadas con recuperadores de última generación, así como de innovadores ventiladores de alta eficacia.



De arriba a abajo: Bayer, Wuppertal (A)  
Nestlé, Orbe (S)  
MDC – Centro Max Delbrück  
para medicina molecular, Berlín (A)  
Technopole Kilometro Rosso, Bergamo (I)  
Novartis, Basel (S)

# ► Estrategias para salas blancas ►►

- Una estrecha cooperación entre las partes, conduce a innovadoras estrategias de climatización para los espacios ►►

El desarrollo e implementación de una estrategia de climatización integral que satisfaga los requisitos más exigentes de confort y seguridad, sólo es posible con una estrecha colaboración entre consultores, instaladores, fabricantes y usuarios desde la fase de diseño. El conocimiento y el extenso portfolio de productos que la firma TROX ofrece, son la combinación perfecta para abordar proyectos de rehabilitación.

El esquema de la página desplegable ilustra los sistemas y productos de TROX que una sala blanca de una planta de producción puede incorporar.



## **Nuestro trabajo - su beneficio:**

- Asesoría y asistencia de nuestros expertos en sistemas a lo largo de todas las fases de un proyecto: desde el diseño hasta la entrega, así como tras la instalación
- Soporte integral: puesta en marcha, integración del sistema, mantenimiento, planificación de la actuación
- Instalación simplificada a sistemas de nivel superior mediante el uso de interfaces estándar
- Máxima transparencia en el tratamiento de datos gracias a sistemas abiertos como LonWorks®, Modbus y BACnet
- Soluciones para sistemas de gestión de aire desde un único proveedor, lo que implica menor número de intermediarios
- Sistemas de Bus que requieren de menor cableado
- Menor cableado, por lo tanto, una reducida carga de fuego
- Contribuyen en un uso flexible del edificio: los sistemas pueden fácilmente adaptarse a nuevas exigencias
- Rápida amortización de la inversión realizada, mediante la reducción en costes de funcionamiento
- Funcionamiento de sistemas optimizado para un mayor ahorro de energía
- Elevada fiabilidad operacional gracias al sistema de monitorización autónoma
- Sistemas de Bus que permiten un diagnóstico o intervención de manera remota



**1 Unidades de tratamiento de aire X-CUBE**  
gestionan caudales de aire de hasta 86.000 m<sup>3</sup>/h (24.000 l/s) para ventilación y climatización de espacios – incluyendo filtración, calefacción, refrigeración, recuperación de calor, humectación y deshumectación.



**2 Fan coil X-CUBE CROFCU**  
unidad compacta de ventilación secundaria que ofrece múltiples funcionalidades para satisfacer las exigencias de ventilación de las clasificaciones C y D de salas blancas.



**3 Los sistemas de gestión de aire TROX**  
proporcionan el control del caudal de aire en función de la demanda, garantizando una mayor calidad de aire y de temperatura, al tiempo que contribuyen con el ahorro energético. Mantienen un correcto nivel de presión en salas blancas, así como evitan la transferencia de aire entre diferentes salas, a través de las esclusas.



**4 Filtros M5**  
se usan en sistemas de climatización y ventilación para separar las partículas contaminantes existentes en el aire.



**5 Filtros para polvo fino F7**  
se usan para la separación del polvo fino en sistemas de ventilación que deben cumplir los requisitos más exigentes. Los filtros TROX con clasificación desde M5 a F9 están ensayados en cumplimiento con la norma EN 779 y disponen de certificación EUROVENT.



**6 Filtros absolutos H14**  
con paneles minipliegue, se usan como filtros finales para la separación de partículas suspendidas en el aire en instalaciones industriales, investigación, aplicaciones sanitarias y farmacéuticas.



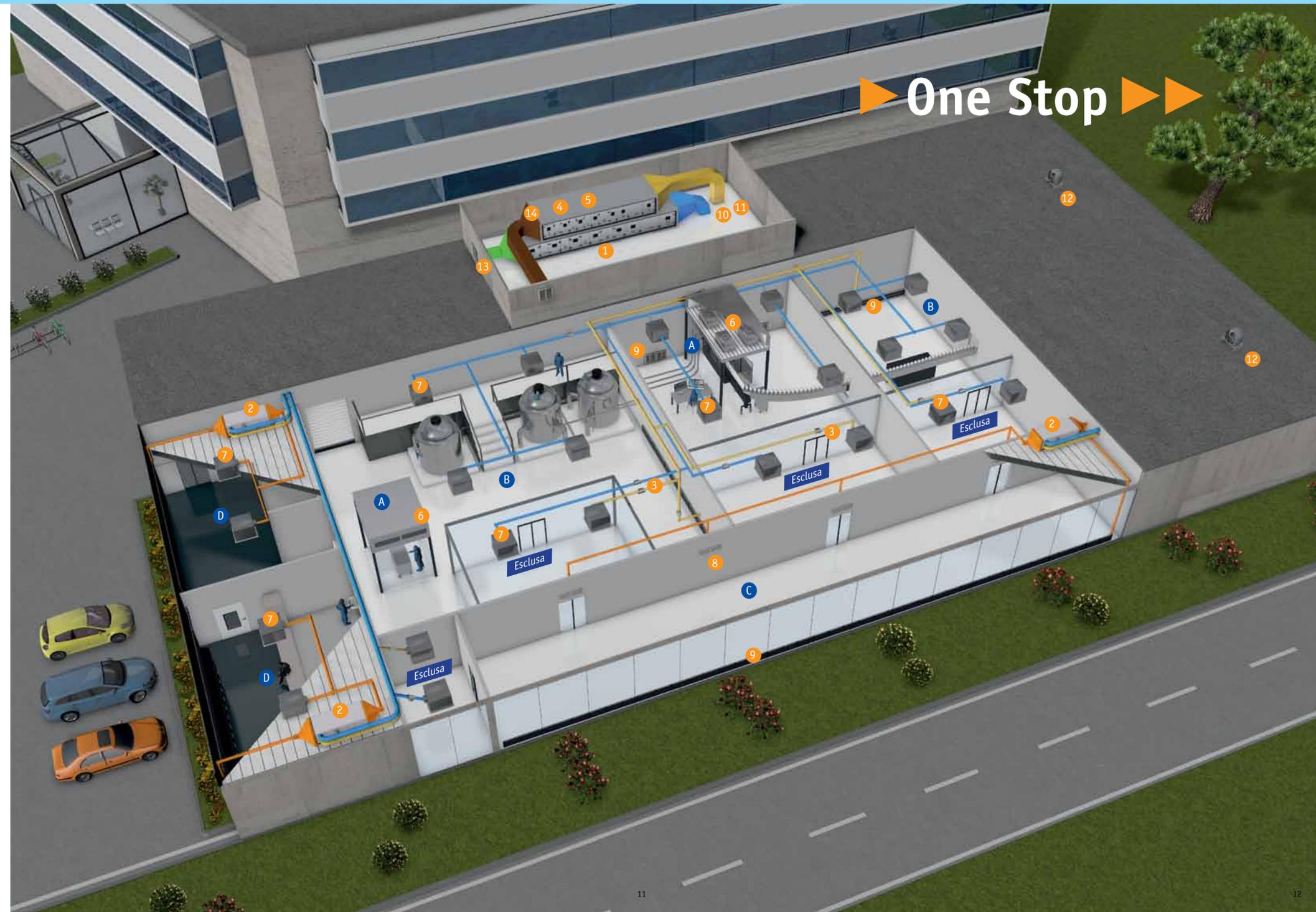
**7 Cajón portafiltro absoluto para montaje en techo**  
con paneles minipliegue se usan en la etapa final de filtración. Estas unidades han sido optimizadas acústica y aerodinámicamente, así como están disponibles en muchos diseños y ejecuciones, proporcionando una solución perfecta para cualquier tipo de exigencia arquitectónica.



**8 Cajón portafiltro absoluto para montaje en pared**  
que incluye un sistema de prueba de estanqueidad de la junta, punto de medición y un mecanismo de sujeción para fijar los paneles filtrantes minipliegue.



**9 Rejillas y rejillas lineales para ventilación**  
con lamas ajustables, indicadas para instalación en pared y en redes de conductos, tanto circulares como rectangulares.



▶ **One Stop** ▶▶

**TROXNETCOM**  
utiliza avanzados sistemas de comunicación descentralizados y abiertos, que permiten la implantación de sistemas de protección contra incendio más económicos y compatibles con el sistema de gestión del edificio (BMS), sin tan apenas necesitar cableado.

**Compuertas cortafuego**  
certificadas para todos los países europeos, impiden la propagación del fuego y del humo a través de los conductos de ventilación. De este modo, las secciones de incendio quedan aisladas de otras zonas del edificio.

**Ventiladores X-FANS para extracción de humo**  
eliminan los gases perjudiciales generados en caso de incendio. Las vías de evacuación se mantienen libres de humo, de modo que el edificio se puede evacuar sin problema alguno.

**Rejas multilama**  
para instalación en intemperie, proporcionan una buena protección frente a la posible entrada de agua de lluvia, hojas y pájaros en el sistema de climatización.

**Compuertas de regulación**  
proporcionan no sólo protección frente a las inclemencias meteorológicas, sino que además, realizan el cierre estanco de la instalación, previniendo la entrada de aire en sentido opuesto al del flujo de aire. La combinación entre rejillas para instalación en intemperie y compuertas de regulación multilama, o compuertas de antirretorno, llevan a cabo una doble función.

**One-stop shop**  
Además de los productos anteriormente descritos, TROX dispone de un completo portfolio de componentes y sistemas para la ventilación y climatización de espacios:

- Difusores para mezcla de aire y por desplazamiento; difusores de techo, pared y suelo
- Sistemas aire-agua
- Sistemas de ventilación descentralizada
- Silenciadores de celdillas y silenciadores circulares
- Ventiladores X-FANS para edificios
- Ventiladores X-FANS para extracción de humo
- Ventiladores X-FANS para extracción de humo en parkings subterráneos, sin conductos (X-FANS Jet)



10

11

12

13

14

# ► Soluciones TROX para salas blancas ►►

## ► La higiene del aire empieza en el diseño ►

### Soluciones integrales y flexibles a la medida de cada exigencia

En las siguientes páginas les presentamos los sistemas que para salas blancas desarrolla la firma TROX. Nuestro objetivo es aportar ideas para el diseño e implementación de sistemas de climatización y ventilación de salas blancas, ofreciendo posibles variantes, en función de las exigencias de la instalación.

La tabla de la hoja siguiente compila las normas y directrices más importantes, así como ofrece recomendaciones prácticas para la climatización y la gestión de ventilación de salas blancas. Le invitamos a que nos acompañe en este recorrido, en el que abordaremos desde unidades de tratamiento de aire hasta unidades terminales de aire.

MAX PLANCK INSTITUT



- El diseño de una sala blanca requiere siempre de la colaboración de un consultor especialista ►►

### Clasificación del nivel de pureza del aire para...

Definiciones		Número máximo de partículas permitidas por m <sup>3</sup>					
UNE-EN ISO 14644-1 <sup>a)</sup>	Directriz <sup>b)</sup> EU GMP	≥ 0.1 μm	≥ 0.2 μm	≥ 0.3 μm	≥ 0.5 μm	≥ 1.0 μm	≥ 5.0 μm
1		10	2				
2		100	24	10	4		
3		1.000	237	102	35	8	
4		10.000	2.370	1.020	352	83	
	A / B				3.500		0
5		100.000	23.700	10.200	3.520	832	29
6		1.000.000	237.000	102.000	35.200	8.320	293
	C				350.000		2.000
7					352.000	83.200	2.930
	D				3.500.000		20.000
8					3.520.000	832.000	29.300
9					35.200.000	8.320.000	293.000

### Tipos de ventilación y filtros (UNE-EN ISO 14644)

Clasificación <sup>b)</sup> ISO	8	7	6	5	4	3
Tipos habituales de ventilación	Flujo turbulento TF o flujo mixto M (combinación entre flujo laminar de bajo índice de turbulencia LF y flujo turbulento TF)			Flujo laminar de bajo índice de turbulencia LF		
Prefiltros habituales, 1ª etapa	M5	M5	M5	M5 / F7	M5 / F9	M5 / F9
Filtros secundarios habituales, 2ª etapa	F7	F9	F9	E11	H13	H13
Filtros finales habituales	E11 / H13	H13	H13	H14	U15	U16
Periodo máximo permitido entre pruebas de comprobación del nivel de colmatación del filtro	12	12	12	6	6	6
Periodo máximo permitido entre ensayos habituales y ensayos opcionales - estanqueidad de los filtros	24	24	24	24	24	24

### Ejemplos de salas blancas en industria microelectrónica (UNE-EN ISO 14644-4)

Clasificación <sup>b)</sup> ISO	8	7	6	5	4	3
Tipo de ventilación	TF ó M	TF ó M	TF ó M <sup>e)</sup>	LF	LF	LF
Velocidad media del aire <sup>d)</sup>	no indicado	no indicado	no indicado	entre 0.2 y 0.5	entre 0.3 y 0.5	entre 0.3 y 0.5
Renovaciones de aire por hora <sup>e)</sup>	entre 10 y 20	entre 30 y 70	entre 10 y 160	no indicado	no indicado	no indicado

- a) Observar los estados de funcionamiento (se muestra: funcionamiento inactivo)
- b) Para mejores resultados, los modos de operación y su clasificación ISO deberían estar determinadas antes del comienzo del proceso de diseño.
- c) Con una barrera efectiva entre la fuente de contaminación y las áreas a proteger. Puede ser un sistema mecánico de barreras de protección o una barrera aerodinámica.
- d) Bajo índice de turbulencia del flujo laminar en una sala blanca, normalmente en función de la velocidad del aire. La velocidad requerida para un flujo de bajo nivel de turbulencia depende de características locales, como la geometría y las condiciones térmicas. No necesariamente la velocidad de entrada al filtro.
- e) Los flujos de aire turbulentos y de mezcla están definidos por el aire renovado (renovaciones por hora). La renovación de aire sugerida hace referencia a salas con 3.0 m de altura.



## ▶ Tratamiento de aire ▶▶

### Sistemas novedosos de funcionamiento fiable

Las unidades de tratamiento de aire de una sala blanca deben cumplir con las máximas exigencias higiénicas y de seguridad. La integración del sistema HVAC en el sistema de gestión del edificio (BMS) se realiza mediante sistemas de control y monitorización, que proporcionan una completa comunicación y configuración de funciones, por lo tanto, una elevada flexibilidad.

### ▶ Sala de instalaciones de alta tecnología ▶▶

En áreas críticas de elevada sensibilidad más que en ningún otro ámbito de aplicación, las unidades de tratamiento de aire deben satisfacer requisitos particularmente estrictos. Los X-CUBE de TROX son unidades de tratamiento de aire que ofrecen una configuración ilimitada de opciones, hasta la ejecución más básica ha establecido nuevos estándares de higiene y calidad. Sólo se necesitan unas pocas medidas para convertir una construcción de elevada calidad, en un climatizador que satisfaga los requisitos de la máxima clasificación higiénica:

- Integración de compuertas de regulación con estanqueidad clase 4, en cumplimiento con la norma EN 1751
- Celdillas de silenciador pintadas
- Suelo interior de acero inoxidable

Las unidades X-CUBE de TROX son muy versátiles. Se configuran de manera individual, ofreciendo enormes posibilidades según aplicación. Disponibles en más de 70 tamaños, diseñadas para rangos de caudal de aire entre 600 y 86.000 m<sup>3</sup>/h, para velocidades de aire de 2 m/s. Estas unidades realizan tanto la impulsión como el retorno de aire, o la combinación de ambas. En función de su lugar de instalación, pueden estar dispuestas en paralelo o superpuestas.

Disponen de orificios en sus zócalos para la introducción de elementos que permitan el movimiento y elevación de equipos mediante grúas. Lo que simplifica y reduce el tiempo requerido para instalación de manera considerable. Una inteligente interconexión entre todos los componentes, dispositivos y elementos de tratamiento de aire, que garantiza una comunicación fiable y un control centralizado de los componentes del sistema, los cuales se complementan entre sí perfectamente.

### Unidades de tratamiento de aire de TROX

- Materiales especiales, superficies exteriores e interiores lisas pintadas en sistema dúplex de pintura al polvo (protección frente a corrosión clase 4)
- Múltiples configuraciones, adaptable a necesidades específicas de proyecto
- Rápido y sencillo montaje, gracias a una construcción modular
- Purga completa de condensados por bandeja de condensados de acero inoxidable con vertientes de salida en todas las direcciones
- Fácil acceso a componentes para mantenimiento y limpieza
- Variante constructiva con sistema de medición y control con fácil integración en el BMS centralizado
- Filtros de TROX de elevada calidad
- Sistemas de recuperación de energía y ventiladores EC que garantizan un uso eficiente de energía
- También disponible en ejecución para instalación en intemperie, con tejadillo y tomas de aire antilluvia (ensayada para laboratorio)



Las unidades de tratamiento de aire X-CUBE cumplen con la Directriz de UTAs 01 y cuentan con certificado EUROVENT. Cumplen a su vez, con todas las normas y directrices relevantes:

- VDI 6022
- ÖNORM H 6020 y 6021
- SWKI Normativa VA 104-01
- DIN 1946-4
- EN 1751
- EN 13053
- EN 1886
- EN 13779



Para más soluciones y productos, visitar:  
[www.trox.es/clima\\_limpio](http://www.trox.es/clima_limpio)



Bandeja de condensados de acero inoxidable con inclinación en cualquier sentido, en cumplimiento con la norma VDI 6022.



Recuperador rotativo: Esta unidad de recuperación de calor es un sistema regenerativo.

### ► Para las máximas exigencias en higiene y seguridad ►

Esperamos mucho - especialmente de nosotros mismos. En nuestras unidades de tratamiento de aire X-CUBE hemos aplicado ingeniería alemana por excelencia. Aspectos en los que nuestro departamento de desarrollo ha puesto todo su empeño, habilidad y conocimiento. El objetivo era desarrollar una unidad que proporcionase a la sala un aire de la mejor calidad posible.

#### **Amplia variedad de sistemas de recuperación energéticamente eficientes**

Existen diferentes sistemas de recuperación, su selección dependerá del lugar de instalación y la aplicación. Por ejemplo, recuperadores de placas que por su funcionamiento, sólo pueden emplearse en combinación con unidades de impulsión y retorno de aire. O recuperadores rotativos que pueden alcanzar una eficiencia energética de hasta un 80%. Para exigencias higiénicas más elevadas, como ocurre en instalaciones en que se debe evitar la transmisión de olores y sustancias contaminantes, existe un sistema de baterías que impulsa y retorna aire de manera totalmente independiente.

#### **Elevadas exigencias higiénicas**

Superficies exteriores lisas, superficies interiores lisas y pintadas, suelos de acero inoxidable, y bandeja para la recogida de condensados de acero inoxidable con vertientes para salida de agua en todas las direcciones, en conformidad con la normativa en vigor, satisfaciendo las estrictas exigencias de higiene, siendo a su vez, resistentes a los desinfectantes que se comercializan habitualmente. La ejecución con conducto integrado para cableado que se incluye en la ejecución con sistema de medición y control para integración en el sistema de gestión del edificio (BMS), también cumple con las exigencias higiénicas de mayor nivel.

#### **Fácil mantenimiento y puesta en servicio**

Infinitas opciones de configuración que afectan a la disposición de componentes individuales, puertas de acceso para inspección con mirillas que facilitan el mantenimiento de las unidades. La iluminación de interior mediante LEDs, es otro ejemplo que refleja el nivel de detalle y sostenibilidad de estas unidades.

#### **Más y más calidad**

Podemos garantizar la calidad de lo que fabricamos. Es nuestra filosofía. Desde compuertas de regulación con estanqueidad clases L2 y L4 (según EN 1751), silenciadores con fibra de vidrio y acabado pintado, hasta elementos filtrantes que cumplen con la normativa; todo se fabrica en nuestras instalaciones.



Fabricado por TROX: filtros, compuertas de regulación y silenciadores



Puertas y mirillas para inspección y acceso.



#### X-CUBE CROFCU – Principales ventajas

- Adecuadas para todo tipo de instalaciones consideradas como sala blanca
- Adecuadas para cualquier clasificación de sala blanca (ISO 14644-1) en uso combinado con filtros absolutos de aire
- Sistema de refrigeración mediante baterías de agua fría (hasta 8 kWh) con control de temperatura de sala integrado
- Caudal variable de aire en recirculación de hasta 6.000 m<sup>3</sup>/h
- Mayor flexibilidad con la conexión de varios equipos
- Motores EC para un mayor rendimiento energético de las unidades
- Control de aire de ventilación desde 50 m<sup>3</sup>/h hasta 2.000 m<sup>3</sup>/h
- Monitorización de la colmatación de los filtros después de la unidad
- Control de presión por zonas para evitar la contaminación cruzada entre salas
- Estas unidades garantizan el ahorro de espacio, al requerir sólo de conductos de diámetro pequeño, en comparación con los sistemas convencionales de recirculación
- Conexiones plug & play para una rápida puesta en servicio de la unidad



#### ► X-CUBE CROFCU reduce los costes energéticos ►►

La mayoría de salas blancas se caracterizan por presentar un elevado número de renovaciones del aire. En función del caso, serán necesarias hasta 40 renovaciones de aire, por sala y hora. Por otro lado, cuando en las plantas de procesos o laboratorios trabaja un reducido número de personal, la cantidad de aire empleado es muy pequeña y por lo tanto, el caudal de aire primario requerido es muy reducido. Algo similar ocurre, cuando se necesitan dispersar cargas térmicas en puntos concretos.

Los X-CUBE CROFCU son unidades de ventilación compactas, especialmente desarrolladas para su uso en salas blancas. Estas unidades secundarias de ventilación ofrecen un diseño compacto para su integración en sistemas de climatización y ventilación centralizada. Su instalación se lleva a cabo habitualmente en falsos techos.

Sus características constructivas de carácter único, permiten cumplir las exigencias de ventilación y climatización de las clasificaciones C y D para salas blancas.

- Disipan cargas térmicas elevadas
- Aportan aire primario de manera opcional
- Mantienen la presión de la sala mediante un controlador de caudal de aire integrado

De igual modo, estas unidades pueden incorporar adicionalmente unidades filtrantes.

#### Las unidades X-CUBE CROFCU incrementan la eficiencia

La ejecución de estas unidades permite un suministro, casi listo para funcionar, reduciendo el tiempo que en obra se requiere para su instalación. Todos sus componentes son de fácil acceso para la realización de labores de mantenimiento.

El aire primario añadido en función de la demanda real hace que no se malgaste energía. Un ensayo de validación practicado antes de salir de fábrica, garantiza que cada unidad satisface la normativa en vigor, así como las exigencias del cliente. Todos los parámetros son ajustados desde fábrica. Esto significa que en obra sólo se requiere un tiempo mínimo para la puesta en servicio y prueba de funcionamiento.

#### Instalación sencilla de unidades X-CUBE CROFCU

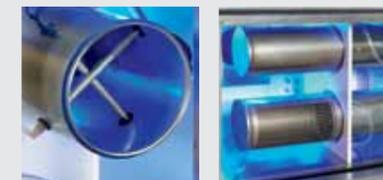
Las unidades X-CUBE CROFCU se suministran listas para funcionar. Disponen de puntos para elevación. Las dimensiones de las unidades se ajustan a los tamaños de retícula del techo existente en salas blancas. Disponen de zócalo, con lo que su instalación puede realizarse tanto suspendida en techo, como anclada al suelo. No se requiere de cableado adicional en obra, lo que favorece una rápida puesta en servicio.

#### Flexibilidad de X-CUBE CROFCU

Los X-CUBE CROFCU funcionan como unidades individuales, si bien tienen la posibilidad de uso combinado. La unidad y el software forman una solución flexible para la ventilación de salas blancas. Permiten la operación de manera independiente y pueden integrarse en el sistema de gestión del edificio (BMS).



Ventilador centrífugo: Elevada eficiencia energética con motor EC con ventilador plug-fan de rueda libre.



Regulación de caudal de aire con elevada precisión. La cámara para gestión del aire primario permite la salida directa del aire de extracción, al mismo tiempo que impulsa aire primario a la sala.



Opcionalmente: Filtros compactos para polvo fino, filtros clase 9, clase de energía A, con elevada capacidad de retención de polvo.

# ► Gestión de aire ►►

## Mayor seguridad con un uso combinado de componentes

La comunicación entre componentes, favorece la monitorización y control de parámetros para salas blancas, así como facilita su mantenimiento.



## ► Sistemas de comunicación ►►

### Soluciones a medida para regulación y monitorización

Los componentes de ventilación y climatización deben estar comunicados para trabajar de manera totalmente coordinada. Cobrando hasta incluso más relevancia cuando deben salvaguardar vidas humanas y equipamientos. Los sistemas de comunicación permiten que los datos se archiven, recopilen, muestren en pantalla y monitoricen, a través del sistema de gestión del edificio (BMS). Los sistemas se monitorizan de manera continua para garantizar la fiabilidad de su funcionamiento.

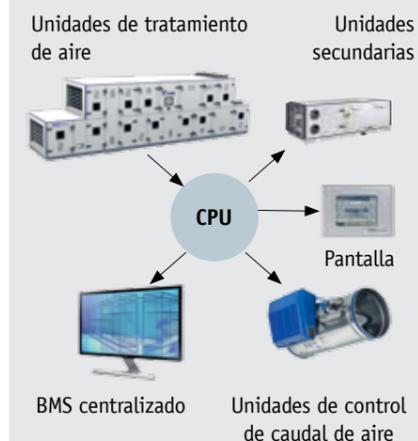
El sistema de diagnóstico que opcionalmente pueden incorporar los ventiladores TROX TLT es una herramienta especial para sistemas de extracción de humo que permite el análisis de la situación de un ventilador, en relación a su rendimiento y funcionamiento remoto. Esta herramienta permite que los plazos para intervenciones de mantenimiento se alarguen, lo que contribuye a que el ventilador no deba ser reemplazado antes de tiempo: esto se traduce en un mayor ahorro.

En materia de protección contra fuego y humo, TROX confía en su sistema TROXNETCOM. AS-i emplea un sistema de cable integrado por 2 cables para datos y suministro de energía, que garantiza la transmisión sin interferencias. Gracias a su tipología de red libre, el sistema puede integrarse en edificios de cualquier tipo. Con hasta con 1736 participantes en una red AS-i, TROXNETCOM es adecuado para proyectos de cualquier dimensión. La combinación de la tensión de alimentación y los datos de comunicación en un cable único reduce, a su vez, la carga de fuego.

### Equilibrado, control de presión, regulación de temperatura y monitorización de sala

Para mantener la sala bajo condiciones estables, incluyendo el número de renovaciones de aire necesarias, presión y temperatura de la sala, todos los caudales de impulsión y retorno deben medirse y comunicarse a los diferentes componentes del sistema.

Tanto en laboratorios como en plantas industriales de procesos donde se manipulan sustancias peligrosas, es importante que el sistema automatizado del edificio, facilite en todo momento los valores reales del aire de la sala. El sistema de gestión de TROX permite la interconexión de todos los componentes, a través de una línea de comunicación, favoreciendo el intercambio de información mediante un sistema de plug & play. Este sistema es de fácil integración en el sistema de gestión del edificio, a través de los distintos protocolos de comunicación existentes: LON, BACnet o Modbus; también es posible la comunicación IP con Ethernet.



### El sistema de gestión de aire de TROX

- **Modo gestión de sala:** todos los parámetros y funciones para una sala pueden configurarse desde un único controlador.
- **Interfaz BMS:** LON, BACnet, Modbus, servidor web con comunicación IP
- **Plug & play:** intercambio automático de información entre controladores; no requiere de direccionamiento; puesta en servicio interactiva
- **Mantenimiento sencillo, diagnóstico y configuración de la sala**
- **Control rápido y preciso** para mantener los valores de consigna
- **Hardware modular**

**Transductor de presión diferencial**  
con medición de presión diferencial  
estática, para unidades de medición de  
caudal de aire. Con sensores validados  
de acuerdo a la normativa GMP (bajo  
pedido).



**Sistema de gestión de sala**  
Un sistema de regulación lógico  
permite la monitorización y regulación  
de las distintas condiciones de sala  
de manera precisa.



## ► Presión estable ►►

El aire sobrepasa barreras quedando, por lo tanto, fuera de control. Con el sistema de gestión de aire es posible el control exacto de las presiones en el área de la sala y salas adyacentes, así como aislar salas con exigencias especialmente críticas, en donde el nivel de pureza del aire es un parámetro especialmente crítico.

El sistema de control ofrece una solución a medida para la seguridad y el control del flujo de aire, de manera energéticamente eficaz, en aplicaciones como salas blancas, hospitales y laboratorios. Los lazos de control de respuesta rápida son aptos para el control del caudal en vitrinas de gases y para el control de la presión, como por ejemplo en salas blancas de plantas industriales de procesos, quirófanos y unidades de cuidados intensivos. Este sistema lleva a cabo además, el equilibrado y monitorización de las funciones. Además de estas funciones, el sistema puede realizar otras funciones más complejas; como el equilibrado o la monitorización de la sala.

El sistema de gestión de aire ha sido optimizado para su uso en salas blancas. Incluye unidades terminales de aire de caudal variable VAV, controladores electrónicos, dispositivos de monitorización, sensores y paneles de control. Un sistema de regulación lógico permite la monitorización y regulación de las distintas condiciones de sala de manera precisa. Otra de las ventajas que presenta el sistema, es la gestión de salas independientes. Las funciones críticas de sala se regulan de manera descentralizada, es decir, se ajustan de manera individual e independiente una de otra. Por ejemplo, la presión de la sala se puede regular con unidades externas sin suponer por ello demora alguna. Incluso con posibilidad de incluir accesorio para suministro ininterrumpido de alimentación (UPS). El sistema es compatible para su conexión con el BMS, a través de diferentes sistemas Bus (p.e. BACnet, Modbus, LON o comunicación IP con Ethernet).



**Unidad terminal VAV serie TVR con EASYLAB para el control de la presión de sala, indicada para áreas críticas**

- ▣ V: 10 – 1,680 l/s  
V: 36 – 6,048 m<sup>3</sup>/h
  - ☉ Δp: 20 – 1,500 Pa  
Ø 100 – 400 mm
- Estanqueidad de la lama en cumplimiento con EN 1751, clase 4  
Estanqueidad de la carcasa en cumplimiento con EN 1751, clase C



**EASYLAB**

- **Función controlador de sala:** todos los datos y configuraciones de la sala se registran en un único controlador.
- **Interfaces BMS:** Analógica, digital, LON, Modbus, BACnet y Ethernet
- **Plug & play:** intercambio automático de información entre controladores; no requiere de direccionamiento; puesta en servicio interactiva
- **Mantenimiento sencillo, diagnóstico y configuración de la sala**
- **Línea única de comunicación** entre unidades de control, sin direccionamiento
- **Control rápido y preciso** para mantener los valores de consigna
- **Medición estática**
- **Estructura modular** del hardware con múltiples opciones para ampliación

Para más soluciones y productos, visitar:  
[www.trox.es/clima\\_limpio](http://www.trox.es/clima_limpio)

► **Equilibrado de sala** ►►

**Red segura**

La presión positiva es una forma sencilla de evitar físicamente la contaminación en salas blancas. La presión positiva evita el acceso de partículas no deseadas existentes en el flujo del aire a la sala. TROX ofrece soluciones que garantizan el correcto mantenimiento de la presión efectiva.

Un equipamiento técnico avanzado y un software, así como un amplio número de unidades terminales VAV para control electrónico satisfacen todos los posibles escenarios para control de la presión de sala. En función del nivel exigido de estanqueidad, mayor importancia cobra la planificación del control de presión. Las soluciones neumáticas siguen siendo una opción válida, en la actualidad un sistema electrónico también posibilita alcanzar una presión exacta, por ejemplo, con un controlador con válvula de by-pass. El uso de control electrónico ofrece sus ventajas; menor esfuerzo de coordinación, no requiere de aire presurizado como requiere el control de tipo neumático y una fácil integración en el sistema de gestión centralizado del edificio (BMS).

La demostrada comunicación de plug & play e integración en el BMS con LON, BACnet, ModBus, o comunicación IP con cable Ethernet permiten una integración sencilla y eficaz del sistema.

**Soluciones a medida**

Un edificio flexible juega un rol inmensamente importante en la planificación de una sala blanca.

Deberá posibilitar el cambio de uso del edificio en una fase posterior, implicando el mínimo coste. La tecnología de distribución de aire y el sistema de medición y control de TROX están listos para asumir el reto. Nuestro sistema de gestión de aire cuenta con una estructura modular, de este modo puede extenderse y adaptarse a modificaciones posteriores de manera flexible y sencilla.



Las áreas críticas pueden aislarse controlando la pérdida de carga y el caudal de aire.



# ► Filtración de aire ►►

## Alcanzando la pureza del aire

Los filtros absolutos de aire garantizan el máximo nivel de higiene. El uso de materiales innovadores de elevada calidad, pliegues de mayor precisión y unidades filtrantes optimizadas aerodinámicamente contribuyen a alcanzar un nivel superior de eficiencia.



## ► Protección de materiales y personas ►►

En la mayoría de plantas de procesos productivos, el ambiente debe estar ultra limpio, como por ejemplo ocurre en la industria para la producción de productos alimenticios o farmacéuticos. Así como en la fabricación de semiconductores. En la industria electrónica es necesario el control no sólo de partículas submicrométricas sino también de gases, como por ejemplo, de átomos y de moléculas de determinadas sustancias, para evitar la contaminación, y por lo tanto, los efectos adversos en el producto.

En la actualidad y con carácter internacional, las directrices para salas blancas se definen en la norma GMP. Consultar la tabla de la página 17.

Tipo de sala blanca (GMP): ejemplo de pasos de fabricación para productos estériles	partículas en el aire CFU/m <sup>2</sup>
<b>A</b> Productos embotellados con riesgo inusual; fabricación con seguridad microbiológica o área de trabajo citostática	< 1
<b>B</b> Ambiente con clasificación A	10
<b>C</b> Fabricación con riesgo inusual: productos embotellados	100
<b>D</b> Fabricación y preparación de componentes justo antes de embotellar	200

Fuente de información: Christian Ernst et al., Systeme und Konzepte der Reinraumtechnik (Sistemas y conceptos para tecnología de salas blancas).

### Reemplazo de filtro

Se recomienda el recambio de la unidad filtrante de manera habitual, no sólo por la eficacia filtrante de la unidad, sino también por consumo de energía. TROX ha desarrollado diferentes tecnologías que facilitan y contribuyen a llevar a cabo esta práctica de modo seguro. Marcos para diferentes anchuras de filtro y unidades filtrantes para diferentes aplicaciones en función de la manta filtrante, facilitan estas labores. Un embalaje especial protege nuestros equipos ante cualquier daño que éstos pudieran sufrir durante el transporte o instalación.

### Filtros absolutos clasificación U16, ensayados según norma EN 1822: Sólo una partícula penetra en el filtro.

Un filtro U16 con un nivel de eficacia filtrante de un 99,99995% está expuesto a 2 millones de partículas, y tan sólo una partícula lo atraviesa. Comparativamente, un filtro H13 (eficacia filtrante de un 99,95%) es atravesado por 1000 partículas, y un filtro M6 (eficacia filtrante de un 50%) por un millón de partículas.

Los filtros absolutos se ensayan en fábrica para comprobar su eficacia filtrante antes de su suministro. La eficacia global se calcula basándose en la eficacia de filtración de la sala de medición. Cuando un filtro es estanco y cumple con los niveles de eficacia filtrante, se le asigna un número de filtro individual.



M5/6



F7/9



H13/14



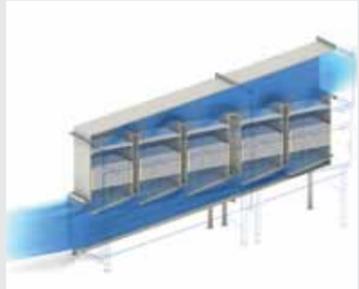
U15/16





**Filtros absolutos para conducto KSFS** para paneles filtrantes minipliegue, células de filtro minipliegue y células de filtro de carbón activo.

- Recambio de filtro libre de contaminación



#### Bocas

Mayor seguridad, mayor ciclo de vida y mejor clasificación energética: Nuevos y patentados cuellos de conexión a conducto para filtros absolutos (KSFS), desarrollados en colaboración con la Universidad RWTH de Aachen, Alemania. Un sofisticado sistema para distribución de aire, garantiza una distribución homogénea del flujo del aire por toda la superficie del filtro. A pesar de que existe un mayor nivel de exposición del filtro, la vida útil del filtro se alarga de manera considerable. Además de contribuir con un ahorro energético, ya que ofrecen menores pérdidas de carga.



## ► Sistemas TROX para filtración de aire ►►

Además de la separación del polvo en unidades de tratamiento de aire, los filtros HEPA y ULPA se emplean como filtros absolutos para la separación de partículas en salas blancas. Estos elementos garantizan un nivel especialmente elevado de higiene en el aire, separando gérmenes y partículas submicrométricas. Los filtros absolutos se montan en el techo en el interior de unidades terminales con difusor, de igual modo, pueden emplearse como filtros finales en sistemas de techos laminares.

#### Filtros TROX de alta eficacia

TROX suministra una amplia gama de filtros y elementos filtrantes que se adaptan tanto a necesidades técnicas como económicas: los filtros TROX se pueden instalar en paredes, conductos de aire y techos, además de en elementos filtrantes, adaptando su eficacia filtrante al nivel de exigencia requerida de cada área de aplicación.

Los filtros TROX para polvo fino con eficacia filtrante M5-F9 (según norma EN 779) y cuentan con certificación EUROVENT.

La estanqueidad de cada filtro con eficacia filtrante H14, U15 ó U16 es ensayada para garantizar su eficiencia global.

TROX fabrica todos los componentes de una unidad filtrante, desde la carcasa y la manta filtrante, hasta los difusores: las plantas de TROX para producción de estas unidades, se sitúan en Alemania, y se caracterizan por estar equipadas con las tecnologías más modernas del mercado. Con el software Easy Product Finder se simplifican las labores de cálculo y selección.

*Fabricación de filtros TROX: Equipamiento de última generación y avanzados procedimientos de ensayo llevados a cabo en los diferentes bancos de ensayo de TROX, garantizando una elevada eficiencia y la máxima seguridad.*



# ► Distribución de aire ►►

## Comportamiento del flujo de aire

La construcción de entradas y salidas de aire - su combinación - y lugar de instalación, define el comportamiento del flujo de aire de ventilación, por lo tanto, la eficacia y eficiencia de la estrategia de la sala blanca.

La distribución de aire en la zona de ocupación se consigue aportando aire a la sala con elevado nivel de inducción, lo que conlleva una rápida reducción de la velocidad del flujo de aire y de las diferencias de temperatura existentes entre el aire de la sala y el de impulsión. Si el objetivo es obtener un flujo laminar de aire, se deberá mantener la velocidad del flujo de aire y un flujo constante de aire.

## ► Estrategias de distribución de aire para salas blancas ►►

### Flujo laminar de bajo índice de turbulencia

Un flujo de aire laminar con bajo índice de turbulencia se caracteriza por un perfil de velocidad homogénea y líneas de flujo casi en paralelo en la totalidad de la sala blanca. El aire contaminado, y las partículas que éste conduce, son desplazadas o "barridas" fuera de la sala blanca. Con un flujo de aire laminar de bajo índice de turbulencia, las partículas conducidas por el aire permanecen en la sala un periodo de tiempo muy reducido. En caso de que una mayor cantidad de partículas perdurara en la sala, éstas desaparecerían con la renovación del aire. Los filtros de aire absolutos (HEPA, ULPA) son los que se encargan de impulsar aire a la sala ya que funcionan como filtros finales.

El mayor nivel de pureza de aire se consigue con un flujo de aire laminar con bajo índice de turbulencia, incluso en salas blancas de gran tamaño. La velocidad media del flujo de aire se sitúa entre 0.2 y 0.5 m/s. En otras palabras: el aire en el interior de una sala blanca se renueva más de cien veces en una hora. Lo que implica un elevado consumo de energía.

### Flujo de aire turbulento

Un flujo de aire turbulento se caracteriza por que el aire primario se mezcla con el aire inducido de la sala. El aire no se distribuye por toda la superficie de la sala, sino solamente por un determinado número de puntos, habitualmente esta labor se lleva a cabo con difusores rotacionales de techo. Una elevada inducción garantiza una buena mezcla entre el aire impulsado y el aire existente en la sala.

### Flujo de aire por mezcla

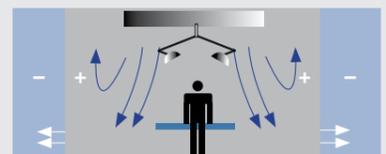
Un flujo por mezcla de aire se caracteriza por la mezcla de un flujo de aire con bajo índice de turbulencia y un flujo de aire turbulento. Se emplea para minimizar el número de salas ultra blancas, ya que los sistemas de flujo con bajo índice de turbulencia implican un coste muy elevado. Una ventilación de flujo mixto se emplea para diferentes zonas de una sala blanca: zona de ocupación y zonas sin ocupar. Las zonas con mayor exigencia de pureza de aire, como por ejemplo, las denominadas "zonas blancas", es decir, aquellas zonas con mayor exigencia en seguridad. En función de la estructura del sistema de la sala blanca, y de las exigencias de proceso, en una zona blanca nos podremos referir a zonas individuales o a la totalidad de la sala blanca, incluyendo todas las instalaciones.

### Flujo de aire por desplazamiento

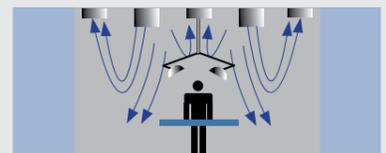
El flujo de aire con bajo índice de turbulencia se impulsa a la sala muy próximo al suelo. El aire impulsado y el aire de la sala se unen para crear una cortina de aire. La convección con las personas existentes en la sala y otras fuentes de calor provocan que esa cortina de aire se eleve. De este modo, las personas pueden respirar aire primario. Por otro lado, la contaminación existente en el aire se eleva con el aire primario (por convección) manteniéndola alejada de la zona de ocupación.



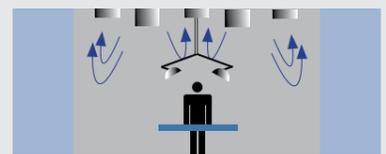
Flujo laminar de bajo índice de turbulencia



Flujo turbulento



Mezcla de aire



Flujo por desplazamiento

Los cajones portafiltro absoluto TFC para instalación en techo, se emplean como filtros finales con paneles filtrantes minipliegue

- Construcción compacta, indicada para techos de altura reducida
- Ofrecen la posibilidad de ser combinados con otros sistemas de techo existentes en el mercado



#### Módulos filtro absoluto TFM

se emplean como filtros finales con paneles filtrantes minipliegue

- Módulos individuales para instalación combinada con otras secciones de techo de mayores dimensiones



#### Cajón portafiltro absoluto TFP para salas blancas

para paneles de filtro minipliegue con juntas fluidas antes de la unidad adecuado para satisfacer las exigencias higiénicas más elevadas

- Placa frontal de difusor unida por imanes que permiten su extracción
- Fácil limpieza y comprobación; para reemplazo del filtro no requiere el uso de herramientas adicionales



**Cajón portafiltro absoluto TFW para instalación en pared** que incorpora paneles de filtro minipliegue como filtros finales, indicados para la separación de partículas suspendidas

- Diferentes variantes constructivas para su adaptación a diferentes elementos filtrantes, disponibles en distintas anchuras de marco



## ► Unidades terminales de aire ►►

Las unidades terminales de aire TROX han sido aerodinámicamente optimizadas. Sus propiedades aerodinámicas garantizan la máxima seguridad y confort térmico.

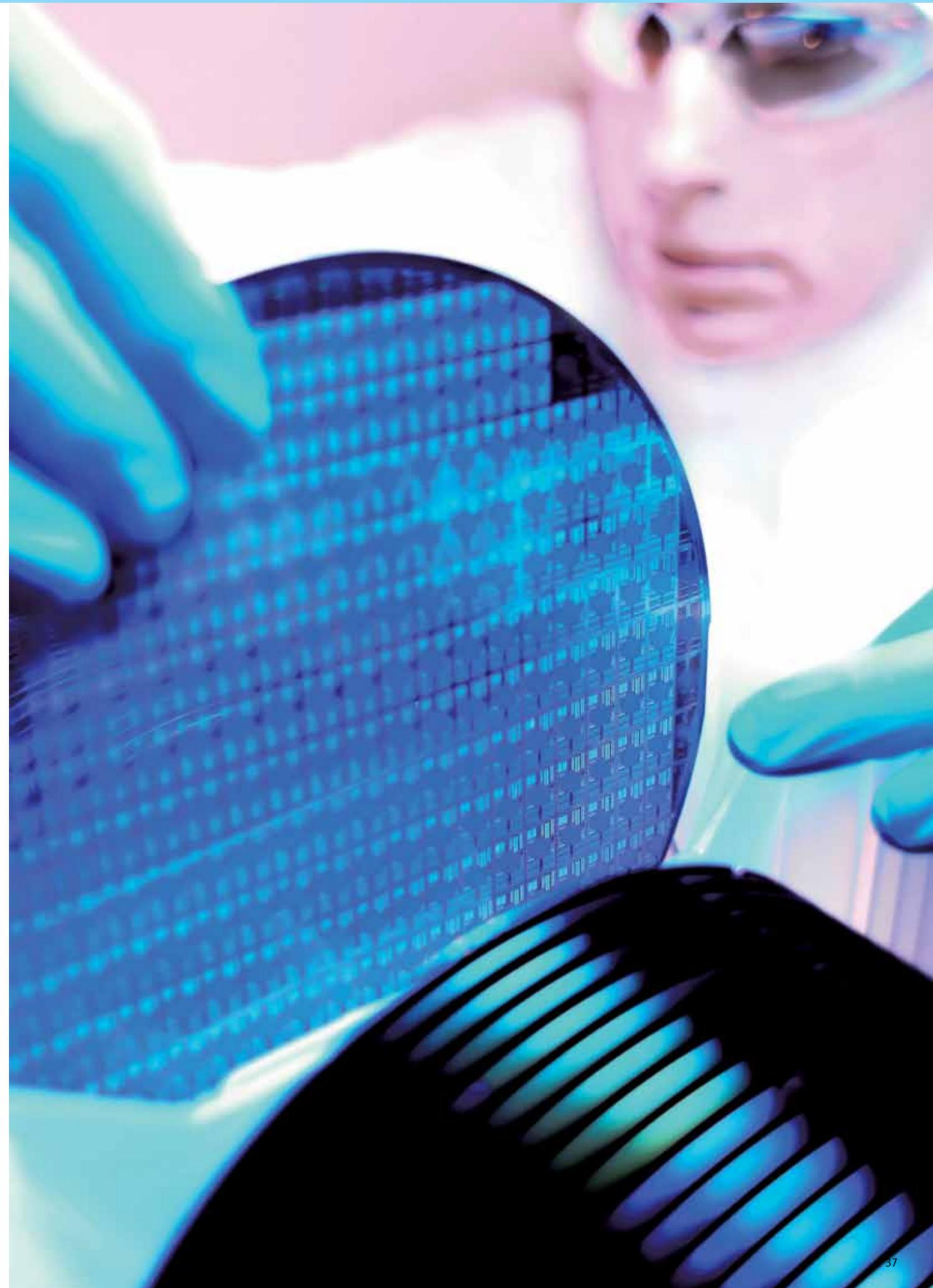
### Selección de la unidad terminal

La selección del difusor rotacional de aire, el punto de descarga y la altura de instalación, son tan importantes como las cargas de refrigeración. Si comparamos un sistema de climatización de una sala con una cadena, las unidades terminales de aire son el eslabón más crítico para la consecución del confort. Su uso deberá garantizar las máximas exigencias de confort térmico: una climatización confortable es aquella que ni se ve, ni se oye, ni se percibe.

No existen tan apenas proveedores en el mercado que puedan ofrecer una variedad tan amplia de unidades terminales de aire. Estos elementos se instalan suspendidos o enrasados del techo, integrándose perfectamente en el concepto arquitectónico de interior, gracias a la amplia oferta de variantes constructivas y diseños de placa frontal.

TROX ha desarrollado soluciones a medida satisfaciendo las necesidades más elevadas de salas blancas, por ejemplo, para su instalación en áreas especialmente críticas, como por ejemplo: del ámbito sanitario, biotecnología, industria farmacéutica y plantas para la producción de alimentos.

- Cumplen con las exigencias de la norma VDI 6022
- Para clases de limpieza de aire desde 5 hasta 8, en cumplimiento con UNE-EN ISO 14644-1
- Unidades terminales de aire que incorporan cajones portafiltro para filtros minipliegue, para la separación de partículas suspendidas de aire
- Reemplazo de unidad filtrante fácil, rápida y segura mediante marco con sistema push-up
- Desarrollo totalmente personalizado de difusores para satisfacer exigencias específicas



## ► Aire limpio con TROX ►►

La firma TROX ha suministrado sus innovadoras soluciones en hospitales y laboratorios de todo el mundo:

Hospital Universitario AACHEN • Hospital Oncológico Infantil ATENAS • Charité BERLÍN • Hospital de CARTAGENA • Unimed Hospital de Santa Bárbara BELO HORIZONTE • Hospital Albert Luthuli DURBAN • Hospitales Sana DUSSELDORF • Medisch Spectrum Twente (MZT) ENSCHEDE • Hospitales Essen-Süd ESSEN • Cone Memorial Hospital • Hospital Universitario de Eppendorf HAMBURGO • Hospital Magdalena KRAPINSKE TOPLICE • Hospital Kopernic LODZ • Hospital infantil de MELBURNE • Hospital femenino de MELBURNE • Clínica Pediátrica MOSCÚ • Centro Hospitalario Universitario Pontchaillou RENNES • Hospital Evangélico WESEL • BASF LUDWIGSHAFEN • Bayer AG WUPPERTAL y LEVERKUSEN • BMW MÜNCHEN-DINGOLFING • Merck DARMSTADT • Roche PENZBERG • Investigación VW WOLFSBURG • AFSI Instituto de Ciencias Forenses ARGEL • Organización Australiana de Ciencia y Tecnología de Energía Nuclear (ANSTO) LUCAS HEIGHTS • 3M SHANGHAI • Henkel SHANGHAI • Universidad de SHANGHAI • Universidad de Dinámicas ODENSE • Instituto Meteorológico Finandés y Centro de Investigaciones Marinas de Finlandia HELSINKI • Autoridad por la Seguridad Alimentaria Evira HELSINKI • Centro terapéutico ARK KUOPIO • Laboratorio Sophia Galderma ANTIPOLIS • Aventis LYON • Parque Científico CAMBRIDGE • Hospital Moorefields Eye LONDON • Universidad de OXFORD • Instituto Biológico Limited/MERCK & CO. Inc. HYDERABAD • Parque Industrial CAVANESE BIO • Eli Lilly FLORENCIA • Universidad de CATANIA • Escuela Superior de OSLO •

Campus 02 GRAZ •

Amphiagon

Pharma

PAMPLONA •

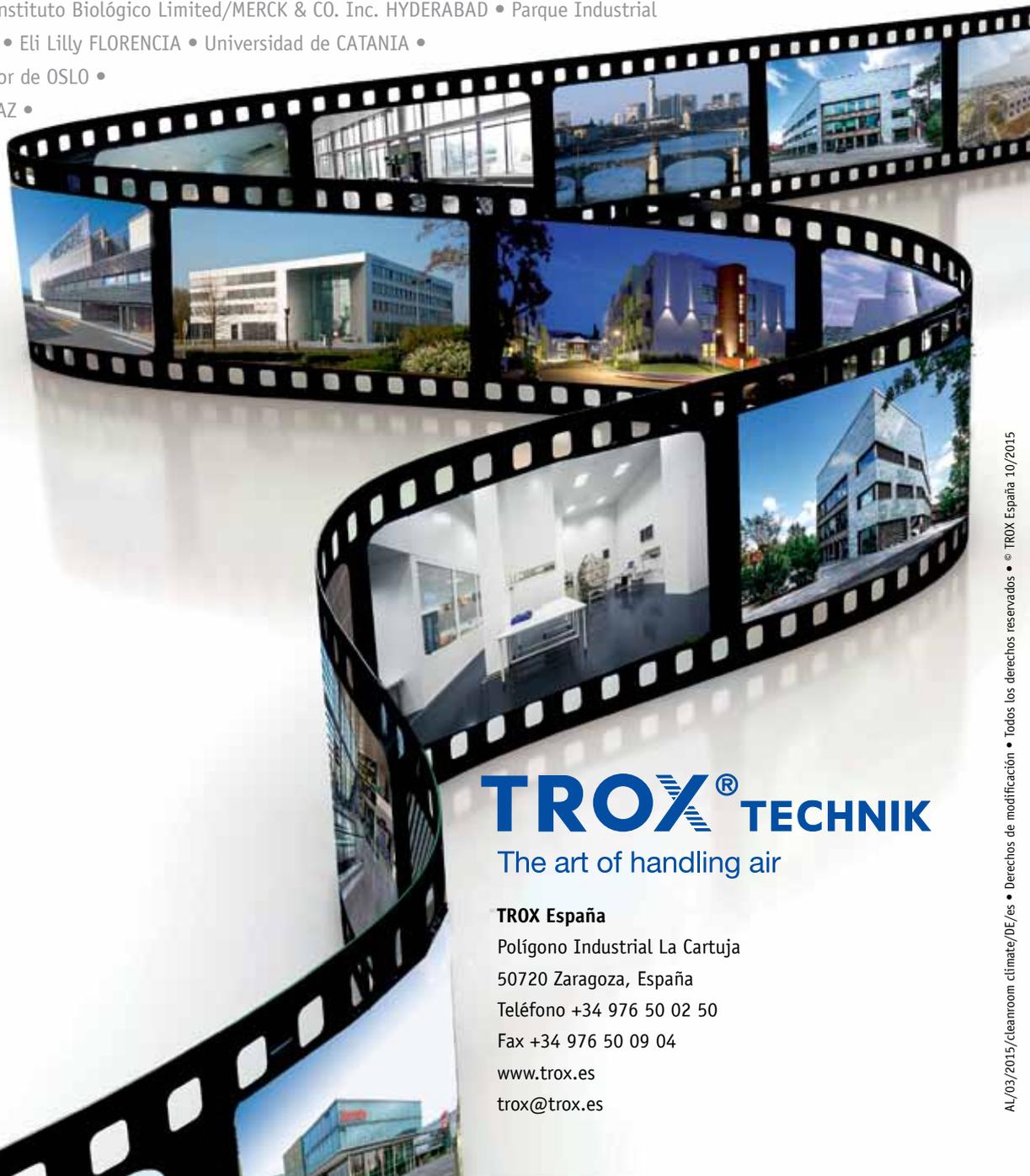
BASF

TARRAGONA •

Universidad

Sabancı

ESTAMBÚL ...



**TROX<sup>®</sup> TECHNIK**  
The art of handling air

**TROX España**

Polígono Industrial La Cartuja

50720 Zaragoza, España

Teléfono +34 976 50 02 50

Fax +34 976 50 09 04

[www.trox.es](http://www.trox.es)

[trox@trox.es](mailto:trox@trox.es)