

# **Datos Generales del proyecto.**

**Para atención de:** La Ensambladora Militar, perteneciente a la Dirección General de Industria Militar.

**Requisición No.** FA15-TM-R002/2025

Invitación a Cuando Menos Tres Personas Electrónica Internacional Bajo la Cobertura de Tratados

**No. IA-07-112-007000997-T-637-2025.**

**Proyecto:** “Adquisición de conjunto de sistema de extracción de aire para la Ensambladora Militar”

**Fecha de apertura:** 26 de diciembre del 2025

**Licitante:** HGW Process and Solutions, S.A. de C.V.

**hgw@hgprocessolutions.com**

**Av. Jorge Jiménez Cantú No. Ext. 1, No. Int. 124, Valle Escondido, 52937, Atizapán de Zaragoza, Estado de México;**

**Teléfonos: 56 1080 9920 – 55 4556 6367**

**Tabla de cálculos del Proyecto del Sistema de Extracción de Aire para la Ensambladora Militar.**

Unidad de Extracción o Colección	Marca	Modelo	Caudal de extracción total	Superficie de filtración unitaria	Velocidad de transporte promedio	Potencia del Motor	Dimensionamiento		
							Diámetro de la superficie de colección o extracción	Longitudes de ductos	Diámetros
Unidad de extracción localizada ambiental en área general	S&P Filtros ULTRA-WEB	CM900 Filtros ULTRA-WEB	144,415 m <sup>3</sup> /h (85,000 CFM)	0.6574 m <sup>2</sup>	15.24 m/s (3,000 ft/min)	20 Hp	0.91489 m	De 180 metros a 300 metros	4" – 64"
Unidad de colección localizada en el área de soldadura	DONALDSON Filtros ULTRA-WEB	EASY TRUNK Filtros ULTRA-WEB	3,025 m <sup>3</sup> /h (1,780 CFM)	0.0182 m <sup>2</sup>	19.45 m/s	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Potencia del motor de la unidad de colección portátil: 1.5 Hp</li> <li>• Potencia del motor de la unidad de colección aérea: 5 Hp</li> <li>• Potencia del motor de la unidad de colección portátil: 10 Hp</li> </ul>	6"	De 1 metro a 10 metros	4" – 64"
Unidad de colección localizada en el área de esmerilado	DONALDSON Filtros ULTRA-WEB	DFE-3-6 Filtros ULTRA-WEB	6,626 m <sup>3</sup> /h (3,900 CFM)	0.0364 m <sup>2</sup>	17.78 m/s (3,500 ft/min)		6"	De 1 metro a 10 metros	4" – 64"
Unidad de colección localizada en el área de carpintería	Grizzly	G0673	3,822 m <sup>3</sup> /h (2,250 CFM)	0.0597 m <sup>2</sup>	17.78 m/s (3,500 ft/min)	10 Hp	4" -12"	De 1 metro a 4 metros	4" -12"
Unidad de colección localizada en el área de prototipos	DONALDSON Filtros ULTRA-WEB	EASY TRUNK Filtros ULTRA-WEB	1,275 m <sup>3</sup> /h (750 CFM)	0.0182 m <sup>2</sup>	19.45 m/s	1.5 Hp	6"	De 2 metros a 3 metros	6"
Unidad de colección localizada en el área de corte por láser	DONALDSON Filtros ULTRA-WEB	DOWNFLO EVOLUTION DFE 2-8 Filtros ULTRA-WEB	8,495 m <sup>2</sup> /h 5,000 CFM	0.0165 m <sup>2</sup>	17.78 m/s	15 Hp	4" -12"	De 1 metro a 6 metros	4" -12"
Unidad de colección localizada en el área de corte por plasma	DONALDSON Filtros ULTRA-WEB	DOWNFLO DFE-2-12 Filtros ULTRA-WEB	22,936 m <sup>3</sup> /h (13,500 CFM)	0.0298 m <sup>2</sup>	17.78 m/s	7.5 Hp	4" -12"	De 1 metro a 6 metros	4" -12"
Unidad de extracción localizada en el área de compresores	S&P Filtros ULTRA-WEB	CM 355 Filtros ULTRA-WEB	6,920 m <sup>3</sup> /h (4,000 CFM)	0.1081 m <sup>2</sup>	17.78 m/s	10 Hp	0.3709 m	De 1 metro a 10 metros	4" – 64"
Unidad de colección localizada en el área de pinturas	DONALDSON Filtros ULTRA-WEB	DOWNFLO DFE-2-8 Filtros ULTRA-WEB	15,290 m <sup>3</sup> /h (9,000 CFM)	0.0298 m <sup>2</sup>	17.78 m/s	7.5 Hp	4" -12"	De 1 metro a 10 metros	4" -12"

Notas:

- A. Hay datos que no se indican en la ficha; sin embargo, se calcularon para seleccionar los equipos de acuerdo a los mismos datos proporcionados.
- B. Las longitudes de ductos se consideran tomando en cuenta que la instalación se apegará a lo establecido en el anexo técnico correspondiente a un máximo de 2.44 metros, así como a la junta de aclaraciones.
- C. Para los diámetros se consideran en rangos, toda vez que conforme el principio de Bernoulli y Mecánicas de fluidos, se pueden presentar diversos factores que afectan la extracción de aire, y un factor importante también será la sujeción de los equipos a las estructuras localizadas en la Ensambladora Militar, empleando en todo momento los protocolos de seguridad acorde a los pesos de los equipos.
- D. Asimismo, los diámetros calculados de las tuberías se ajustarán a valores comerciales en el mercado nacional.
- E. Los equipos, componentes y accesorios se programan de acuerdo a las especificaciones técnicas solicitadas en la ficha de especificaciones técnicas, anexo técnico y junta de aclaraciones.

## Memoria de Cálculo.

### Superficie de filtración unitaria del área general.

Considerando el caudal de **144,415 m<sup>3</sup> / h** (equivalente en **40.115 m<sup>3</sup> / s**), y las **4 piezas** de unidades de ventilación centrifuga, se obtiene el siguiente caudal por unidad:

$$\text{Caudal} = \text{Caudal total} / 4 = (40.115 \text{ m}^3 / \text{s}) / 4 = 10.02 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Por el punto anterior, se calcula la superficie de filtración por unidad:

Recordando que  $Q = A * v$

Donde:

$Q$  = Caudal volumétrico ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

$A$  = Área de la sección transversal del conducto ( $\text{m}^2$ )

$v$  = Velocidad media del fluido ( $\text{m/s}$ )

y despejando el área, se obtiene lo siguiente:

$$A = Q / v$$

$$A = (10.02 \text{ m}^3 / \text{s}) / (15.24 \text{ m/s})$$

$$A = 0.6574 \text{ m}^2$$

Por lo que el área de filtración de cada colector en el “área general” será de **0.6574 m<sup>2</sup>**

### **Diámetro de superficie de extracción del área general.**

$$A = (\text{diámetro}/2)^2 * \text{PI}; \text{ de donde diámetro es igual a: } \text{Diámetro} = 2 * \sqrt{A / \text{PI}}$$

$$\text{Diámetro} = 2 * \sqrt{0.6574 \text{ m}^2 / \text{PI}}$$

**Diámetro = 0.91489 m = 36.0193 pulgadas, aprox.**; En el concepto que se manejaron los diámetros entre 4” y 64”, para mejorar la eficiencia de la extracción y ajustarse a valores comerciales en el mercado nacional.

## **Superficie de filtración unitaria del Área de Soldadura.**

Colección portátil por brazo articulado con un diámetro de 6" (15.24 centímetros = 0.1524 metros) como mínimo, por lo que puede calcular el área de filtración:

$$A = (\text{diámetro}/2)^2 * \text{PI}$$

$$A = (0.1524 / 2)^2 * (3.1416)$$

$$A = 0.0182 \text{ m}^2$$

Para el colector portátil de brazo articulado:

$$Q = A * v$$

$$v = Q / A$$

$$v = (0.3541) / (0.0182)$$

$$v = 19.45 \text{ m/s}$$

---

## **Superficie de filtración unitaria del Área de Esmerilado.**

Unidad de extracción aérea (**2 piezas**) con un diámetro de 6" (15.24 centímetros = 0.1524 metros) como mínimo, por lo que puede calcular el área de filtración:

$$A = 2 * (\text{diámetro}/2)^2 * \text{PI}$$

$$A = 2 * (0.1524 / 2)^2 * (3.1416)$$

$$A = 0.0364 \text{ m}^2$$

## Área de Carpintería.

Superficie de filtración: **6.5 m<sup>2</sup>**

**Caudal de extracción = 3,822 m<sup>3</sup> / h = (1.0616 m<sup>3</sup> / s)**

Para el área de filtración del colector:

$$Q = A * v$$

$$A = Q / v$$

$$A = (1.0616 \text{ m}^3 / \text{s}) / (17.78 \text{ m/s})$$

$$A = \mathbf{0.0597 \text{ m}^2}$$

Recordando que el **Diámetro** =  $2 * \sqrt{A / \text{PI}}$

$$\text{Diámetro} = 2 * \sqrt{0.0597 \text{ m}^2 / \text{PI}}$$

**Diámetro = 0.2757 m = 10.854 pulgadas, aprox.; En el concepto que se manejaron los diámetros entre 4" y 12", para mejorar la eficiencia de la extracción y ajustarse a valores comerciales en el mercado nacional.**

---

## Área de Prototipos.

Se solicita 1 pieza de colección portátil con un diámetro de 6" (15.24 centímetros = 0.1524 metros) como mínimo, por lo que el área de filtración es:

$$A = (\text{diámetro}/2)^2 * \text{PI}$$

$$A = (0.1524 / 2)^2 * (3.1416)$$

$$A = \mathbf{0.0182 \text{ m}^2}$$

**Velocidad de transporte, extracción o colección ( m/s )**

$$Q = A * v$$

$$v = Q / A$$

$$v = (0.3541) / (0.0182)$$

$$v = \mathbf{19.45 \text{ m/s}}$$

## Área de corte por láser.

Caudal de extracción o colección ( $\text{m}^3 / \text{h}$ ) =  $8,495 \text{ m}^3 / \text{h} = 2.3597 \text{ m}^3 / \text{s}$

Para el área de filtración de cada filtro, considerando que son 8, se obtiene:

$$Q = A * v$$

$$A = Q / v$$

$$A = (2.3597 \text{ m}^3 / \text{s}) / (17.78 \text{ m/s})$$

$$A (\text{total}) = 0.1327 \text{ m}^2$$

$$A (\text{por filtro}) = 0.1327 \text{ m}^2 / 8$$

$$A (\text{por filtro}) = 0.0165 \text{ m}^2$$

$$\text{Recordando que el Diámetro} = 2 * \sqrt{A / \text{PI}}$$

$$\text{Diámetro} = 2 * \sqrt{0.0165 \text{ m}^2 / \text{PI}}$$

Diámetro =  $0.1449 \text{ m} = 5.705 \text{ pulgadas, aprox.}$ ; En el concepto que se manejaran los diámetros entre 4" y 12", para mejorar la eficiencia de la extracción y ajustarse a valores comerciales en el mercado nacional.

---

## Área de corte por plasma.

Caudal de extracción o colección (m<sup>3</sup> / h) = 22,936 m<sup>3</sup> / h = 6.3711 m<sup>3</sup> / s

Superficie de filtración en área de corte por plasma: 211 m<sup>2</sup>

Para el área de filtración de cada filtro, considerando que son 12, es la siguiente:

$$Q = A * v$$

$$A = Q / v$$

$$A = (6.3711 \text{ m}^3 / \text{s}) / (17.78 \text{ m/s})$$

$$A (\text{total}) = 0.3583 \text{ m}^2$$

$$A (\text{por filtro}) = 0.3583 \text{ m}^2 / 12$$

$$A (\text{por filtro}) = 0.0298 \text{ m}^2$$

Recordando que el Diámetro=  $2 * \sqrt{A / \text{PI}}$

$$\text{Diámetro} = 2 * \sqrt{0.0298 \text{ m}^2 / \text{PI}}$$

Diámetro= 0.1947 m = 7.67 pulgadas, aprox.; En el concepto que se manejaron los diámetros entre 4" y 12", para mejorar la eficiencia de la extracción y ajustarse a valores comerciales en el mercado nacional.

Velocidad de transporte, extracción o colección ( m/s )

$$Q = A * v$$

$$v = Q / A$$

$$v = (6.3711 \text{ m}^3 / \text{s}) / (0.3583 \text{ m}^2)$$

$$v = 17.78 \text{ m/s}$$

## Área de compresores.

**Caudal de extracción o colección (m<sup>3</sup> / h) = 6920 m<sup>3</sup> / h = 1.9222 m<sup>3</sup> / s**

$$Q = A * v$$

$$A = Q / v$$

$$A = (1.9222 \text{ m}^3 / \text{s}) / (17.78 \text{ m/s})$$

$$A = 0.1081 \text{ m}^2$$

Recordando que el **Diámetro**=  $2 * \sqrt{A / \pi}$

$$\text{Diámetro} = 2 * \sqrt{0.1081 \text{ m}^2 / \pi}$$

**Diámetro= 0.3709 m = 14.60 pulgadas, aprox.; En el concepto que se manejaron los diámetros entre 4" y 64", para mejorar la eficiencia de la extracción y ajustarse a valores comerciales en el mercado nacional.**

---

## Área de pinturas.

**Caudal de extracción o colección (m<sup>3</sup> / h) = 15,290 m<sup>3</sup> / h = 4.2472 m<sup>3</sup> / s**

Superficie de filtración en área de pinturas: **141 m<sup>2</sup>**

Para el área de filtración de cada filtro, considerando que son 8, es la siguiente:

$$Q = A * v$$

$$A = Q / v$$

$$A = (4.2472 \text{ m}^3 / \text{s}) / (17.78 \text{ m/s})$$

$$A (\text{total}) = 0.2388 \text{ m}^2$$

$$A (\text{por filtro}) = 0.2388 \text{ m}^2 / 8$$

$$A (\text{por filtro}) = 0.0298 \text{ m}^2$$

Recordando que el **Diámetro**=  $2 * \sqrt{A / \pi}$

$$\text{Diámetro} = 2 * \sqrt{0.0298 \text{ m}^2 / \pi}$$

**Diámetro= 0.1947 m = 7.67 pulgadas, aprox.; En el concepto que se manejaron los diámetros entre 4" y 12", para mejorar la eficiencia de la extracción y ajustarse a valores comerciales en el mercado nacional.**

## Cálculo del Consumo Energético

Como regla general, 1 Hp eléctrico = 0.746 KW, por lo que un motor eléctrico de 1 HP consumiría 0.746 kW por hora a plena carga y con una eficiencia del 100 %. Sin embargo, esto último rara vez ocurre en la práctica, por lo que el consumo eléctrico real se puede calcular mediante las siguientes fórmulas:

**Potencia (kW) = HP x 0.746 / Eficiencia (para la potencia nominal)**

**Consumo energético = Energía (kWh o kilovatios-hora) = Potencia (kW) x Tiempo (horas)**

La **Eficiencia** se considera ideal del 100% o 1 como valor nominal.

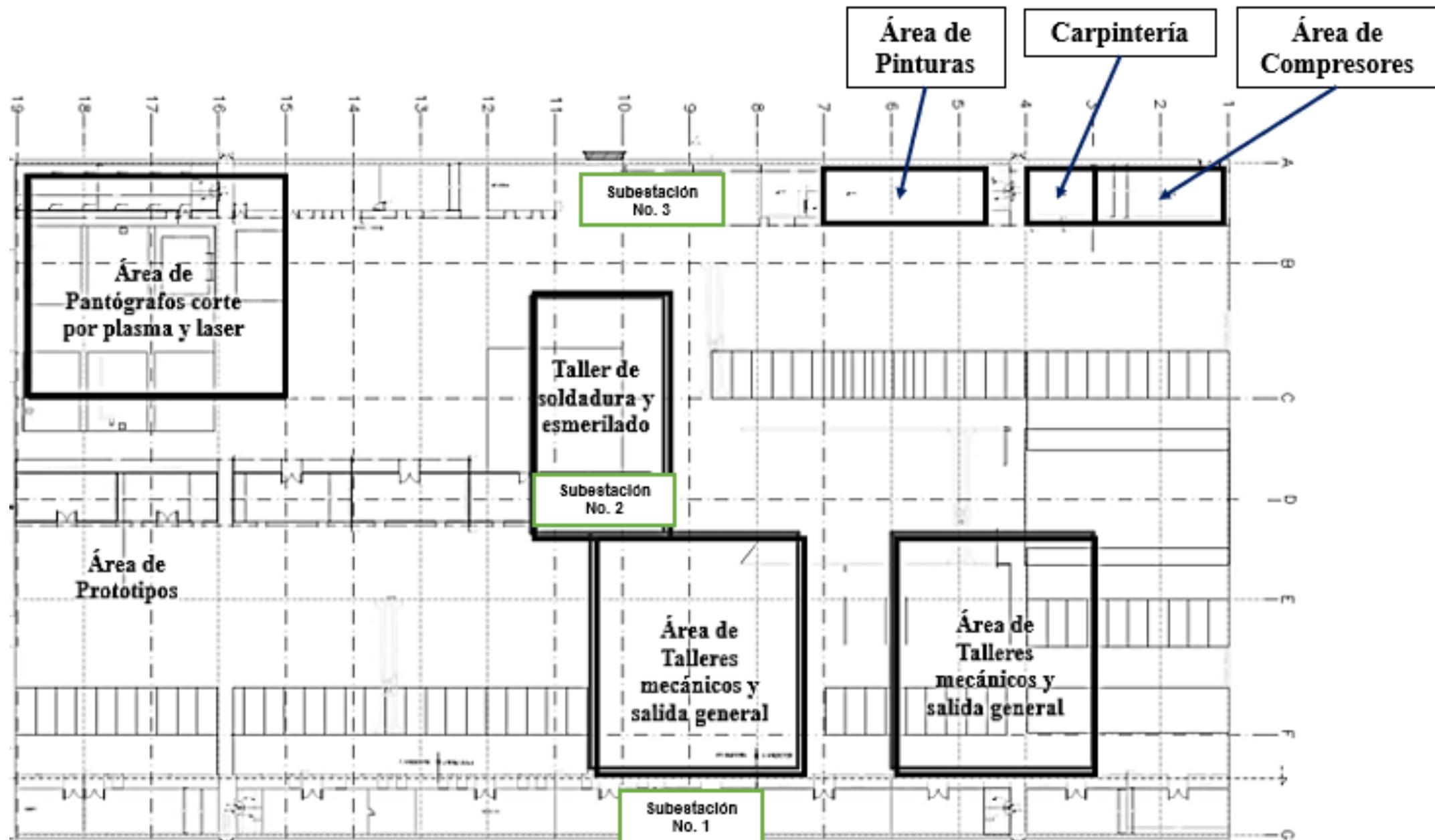
Y recordando que el tiempo de horas laborables para las pruebas de funcionamiento será de **6 horas**, de conformidad con lo establecido en el anexo técnico, motivo por el cual se considerará este valor para los siguientes cálculos:

Unidad de Extracción o Colección	Marca	Modelo	Potencia del Motor (Hp)	Potencia nominal del Motor (KW) Hp x 0,746	Consumo Energético Potencia (kW) x Tiempo (horas)
Unidad de extracción localizada ambiental en área general	S&P Filtros ULTRA-WEB	CM900 Filtros ULTRA-WEB	20 Hp	20 Hp * 0.746 = 14.92 KW	14.92 KW * 6 horas = 89.52 kilovatios-hora (kWh)
Unidad de colección localizada en el área de soldadura	DONALDSON Filtros ULTRA-WEB	EASY TRUNK Filtros ULTRA-WEB	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Potencia del motor de la unidad de colección portátil: 1.5 Hp</li> <li>• Potencia del motor de la unidad de colección aérea: 5 Hp</li> <li>• Potencia del motor de la unidad de colección portátil: 10 Hp</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Potencia del motor de la unidad de colección portátil: 1.5 Hp * 0.746 = 1.119 KW</li> <li>• Potencia del motor de la unidad de colección aérea: 5 Hp * 0.746 = 3.73 KW</li> <li>• Potencia del motor de la unidad de colección portátil: 10 Hp * 0.746 = 7.46 KW</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumo energético del motor de la unidad de colección portátil: 1.119 KW * 6 horas = 6.714 kilovatios-hora (kWh)</li> <li>• Consumo energético del motor de la unidad de colección aérea: 3.73 KW * 6 horas = 22.38 kilovatios-hora (kWh)</li> <li>• Consumo energético del motor de la unidad de colección portátil: 7.46 KW * 6 horas = 44.76 kilovatios-hora (kWh)</li> </ul>
Unidad de colección localizada en el área de esmerilado	DONALDSON Filtros ULTRA-WEB	DFE-3-6 Filtros ULTRA-WEB	10 Hp	10 Hp * 0.746 = 7.46 KW	7.46 KW * 6 horas = 44.76 kilovatios-hora (kWh)
Unidad de colección localizada en el área de carpintería	Grizzly	G0673	1.5 Hp	1.119 Hp * 0.746 = 1.119 KW	1.119 KW * 6 horas = 6.714 kilovatios-hora (kWh)
Unidad de colección localizada en el área de prototipos	DONALDSON Filtros ULTRA-WEB	EASY TRUNK Filtros ULTRA-WEB	15 Hp	15 Hp * 0.746 = 11.19 KW	11.19 KW * 6 horas = 67.14 kilovatios-hora (kWh)
Unidad de colección localizada en el área de corte por láser	DONALDSON Filtros ULTRA-WEB	DOWNFLO EVOLUTION DFE 2-8 Filtros ULTRA-WEB	7.5 Hp	7.5 Hp * 0.746 = 5.595 KW	5.595 KW * 6 horas = 33.57 kilovatios-hora (kWh)
Unidad de colección localizada en el área de corte por plasma	DONALDSON Filtros ULTRA-WEB	DOWNFLO DFE-2-12 Filtros ULTRA-WEB	10 Hp	10 Hp * 0.746 = 7.46 KW	7.46 KW * 6 horas = 44.76 kilovatios-hora (kWh)
Unidad de extracción localizada en el área de compresores	S&P Filtros ULTRA-WEB	CM 355 Filtros ULTRA-WEB	7.5 Hp	7.5 Hp * 0.746 = 5.595 KW	5.595 KW * 6 horas = 33.57 kilovatios-hora (kWh)
Unidad de colección localizada en el área de pinturas	DONALDSON Filtros ULTRA-WEB	DOWNFLO DFE-2-8 Filtros ULTRA-WEB			

## Distribución espacial

No.	Unidad de Extracción o Colección	Marca	Modelo	Referencia	Posición
1	Unidad de extracción localizada ambiental en área general	S&P Filtros ULTRA-WEB	CM900 Filtros ULTRA-WEB	<b>Toda la Ensambladora</b>  Renovar el aire en las zonas con las siguientes coordenadas conforme la Ficha Técnica. 1. Del eje No. 19 al 15 y del eje A al eje C. 2. Del eje No. 11 al 9 y del eje B al eje D. 3. Del eje No. 10 al 7 y del eje D al eje F. 4. Del eje No. 6 al 3 y del D al eje F.	<b>Largo:</b> 180 metros <b>Ancho:</b> 100 metros <b>Alto:</b> 15 metros
2	Unidad de colección localizada en el área de soldadura	DONALDSON Filtros ULTRA-WEB	EASY TRUNK Filtros ULTRA-WEB	<b>Centro de la Nave, a un costado de la subestación No. 2</b>  Del eje No. 12 al 9 y del eje B al eje E.	<b>Valores mínimos de referencia:</b> 28 in x 40.9 in x 38.6 in Con altura máxima de instalación de 15 metros
3	Unidad de colección localizada en el área de esmerilado	DONALDSON Filtros ULTRA-WEB	DFE-3-6 Filtros ULTRA-WEB	<b>Centro de la Nave, a un costado de la subestación No. 2</b> Del eje No. 12 al 9 y del eje B al eje E.	<b>Valores de referencia:</b> 28 in x 40.9 in x 38.6 in Con altura máxima de instalación de 15 metros
4	Unidad de colección localizada en el área de carpintería	Grizzly	G0673	<b>En el taller de Carpintería</b> Del eje No. 3 al 4 y del eje A al eje B.	<b>Valores de referencia:</b> 53 in x 46 in x 31 in Con altura máxima de instalación de 15 metros
5	Unidad de colección localizada en el área de prototipos	DONALDSON Filtros ULTRA-WEB	EASY TRUNK Filtros ULTRA-WEB	<b>En el área de prototipos</b> Del eje No. 16 al 19 y del eje D al eje E.	<b>Valores mínimos de referencia:</b> 28 in x 40.9 in x 38.6 in Con altura máxima de instalación de 15 metros
6	Unidad de colección localizada en el área de corte por láser	DONALDSON Filtros ULTRA-WEB	DOWNFLO EVOLUTION DFE 2-8 Filtros ULTRA-WEB	<b>En el área de pantógrafos de corte por láser.</b> Del eje No. 15 al 19 y del eje A al eje C.	<b>Valores mínimos de referencia:</b> 120 in x 48 in x 101 in Con altura máxima de instalación de 15 metros
7	Unidad de colección localizada en el área de corte por plasma	DONALDSON Filtros ULTRA-WEB	DOWNFLO DFE-2-12 Filtros ULTRA-WEB	<b>En el área de pantógrafos de corte por plasma</b> Del eje No. 15 al 19 y del eje A al eje C.	<b>Valores mínimos de referencia:</b> 120 in x 48 in x 101 in Con altura máxima de instalación de 15 metros
8	Unidad de extracción localizada en el área de compresores	S&P Filtros ULTRA-WEB	CM 355 Filtros ULTRA-WEB	<b>En el área de compresores</b> Del eje No. 1 al 3 y del eje A al eje B.	<b>Valores mínimos de referencia:</b> 120 in x 48 in x 101 in Con altura máxima de instalación de 15 metros
9	Unidad de colección localizada en el área de pinturas	DONALDSON Filtros ULTRA-WEB	DOWNFLO DFE-2-8 Filtros ULTRA-WEB	<b>En el taller de pinturas</b> Del eje No. 4 al 7 y del eje A al eje B.	<b>Valores mínimos de referencia:</b> 120 in x 48 in x 101 in Con altura máxima de instalación de 15 metros

## Vista superior del plano de la distribución de los equipo de extracción y colección de aire en la Ensambladora Militar



## Vista isométrica del plano de la distribución de los equipo de extracción y colección de aire en la Ensambladora Militar

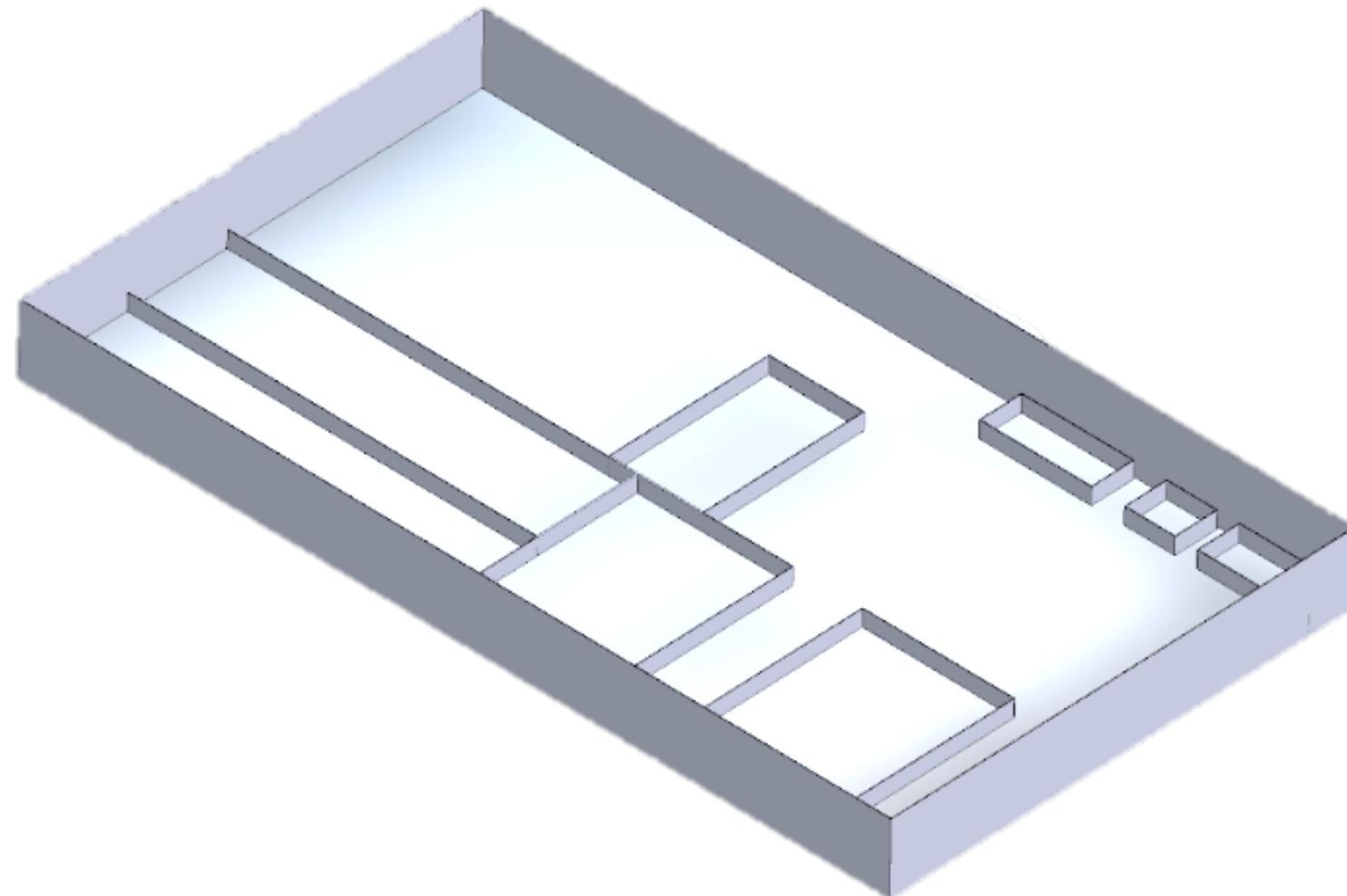


Imagen representativa de la Ensambladora Militar

**Nota:** el plano es únicamente representativo, toda vez que se requiere hacer un levantamiento más a detalle de toda la instalación de la Ensambladora Militar; sin embargo, personal técnico de HGW Process and Solutions, S.A. de C.V. tiene la capacidad de realizar todos los renders y memorias de cálculo correspondientes a lo solicitado en la ficha de especificaciones técnicas No. FET(H)-FA15-MYEI-085, Versión 01, 13/ENE/2025, anexo técnico y junta de aclaraciones, para que se entregado todo el sistema para su correcto funcionamiento.

# Certificado o Calificación de Eficiencia de Filtración



Institución Avanzada JR, S.A. de C.V.

CALIFICACIÓN DE EFICIENCIA



INFORME No. INAV-1500/1501-25 FECHA DE EMISIÓN: 16/12/2025

HOJA: <sup>1</sup>/<sub>2</sub>

## DATOS DEL CLIENTE:

COMPAÑÍA: HGW PROCESS AND SOLUTIONS S.A. DE C.V.

DIRECCIÓN: AV. JORGE JIMÉNEZ CANTÚ NO. EXT. 1, NO. INT. 124, VALLE ESCONDIDO, 52937, ATIZAPÁN DE ZARAGOZA, ESTADO DE MÉXICO.

## EQUIPO:

DESCRIPCIÓN: FILTRO TIPO CARTUCHO ULTRA-WEB®

MARCA: DONALDSON LOTE: L-3011-M11

FECHA DE RECEPCIÓN: 09/12/2025

SERIE: 80025300

IDENTIFICACIÓN: -

FECHA DE LA PRUEBA: 14/12/2025

## MÉTODO DE ENSAYO:

ESTÁNDAR ASHRAE 52.2-2017.

ISO/IEC 17025:2017

PROCEDIMIENTO: PI-HVAC-25 Rev. 5

## EQUIPO UTILIZADO:

- CONTADOR DE PARÍCULAS ÓPTICO

SERIE: AT9306-19482.

RANGO: 0.3 – 0.5  $\mu\text{m}$ .

CALIBRACIÓN: 12/03/2025.

TRAZABILIDAD: ISO/IEC 17025 VIGENCIA: 24 MESES.

- INSTRUMENTAL ADICIONAL

MANÓMETRO DIFERENCIAL TESTO 512.

CAUDALÍMETRO ALNOR BALOMETER EBT731.

TERMO-HIGRÓMETRO Vaisala HM40.

TEMPERATURA DE CALIBRACIÓN: 22.4 °C.

ACREDITACIÓN: MERV 15.

HUMEDAD RELATIVA: 46%.

PRESIÓN ATMOSFÉRICA: 101.2 kPa.

CAUDAL DE ENSAYO: 2 000  $\text{m}^3/\text{h}$ .

INCERTIDUMBRE: SE INDICA EN LA HOJA 2.

VIGENTE A PARTIR DEL: 16/12/2025

## METODOLOGÍA DE ENSAYO:

El filtro fue instalado en un banco de pruebas HVAC. Se realizaron mediciones de concentración de partículas upstream y downstream, con tres repeticiones por canal. La eficiencia se calculó conforme a:

$$E(\%) = \left( 1 - \frac{C_{\text{down}}}{C_{\text{up}}} \right) \times 100$$

OPERADOR: Ing. Hugo Ramírez Aguilar.  
GERENTE TÉCNICO

APROBÓ: Ing. Alberto Suárez Salazar.  
GERENTE DE CALIDAD

1500



Institución Avanzada JR, S.A. de C.V.

CALIFICACIÓN DE EFICIENCIA



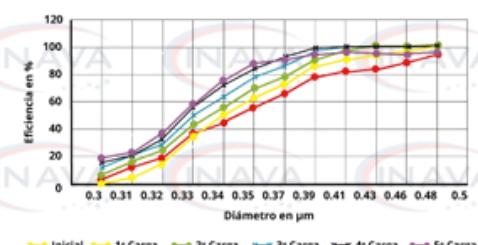
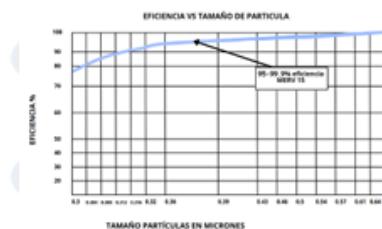
INFORME No. INAV-1500/1501-25 FECHA DE EMISIÓN: 16/12/2025

HOJA: <sup>2</sup>/<sub>2</sub>

## RESULTADOS DEL ENSAYO:

### CONTEO DE PARÍCULAS PROMEDIO

Rango ( $\mu\text{m}$ )	Upstream (part./ $\text{m}^3$ )	Downstream (part./ $\text{m}^3$ )	Eficiencia (%)
0.3 – 0.5	9 980 000	1 100	99.99 %



## INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida fue estimada conforme a ISO/IEC Guide 98.3 (GUM):

$U = \pm 3.0 \%$

$k = 2$

Nivel de Confianza  $\approx 95 \%$

## DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD

Considerando los resultados obtenidos, la incertidumbre asociada y la política de decisión de INAVA.

## OBSERVACIONES

- No se observaron fugas ni deformaciones durante el ensayo.
- La presión inicial medida fue de 245 Pa a caudal nominal.

## CONCLUSIÓN

El filtro Ultra-Web cumple con los requisitos de eficiencia de remoción de partículas establecidos para MERV 15, conforme ASHRAE 52.2.

OPERADOR: Ing. Hugo Ramírez Aguilar.  
GERENTE TÉCNICO

APROBÓ: Ing. Alberto Suárez Salazar.  
GERENTE DE CALIDAD

1501

## Factor de Corrección por densidad

De conformidad en la visita técnica a las instalaciones de la Ensambladora Militar, localizada en Oriental, del estado de Puebla, se analiza la densidad del aire, misma que debe corregirse utilizando un factor de corrección de temperatura apropiado, tomando como referencia las Normas **ASTM D1298** y **ASTM Petroleum** o equivalente o un software de computadora que incorpore estas tablas o la fórmula:

**Factor de corrección por densidad** = Densidad (en el aire) a 150 °C X [1- {(T<sub>0C</sub> – 150 °C) X 0,00065}],

Donde T<sub>0C</sub> es la temperatura del aire en grados Celsius.

Donde la densidad del aire a 150°C es: **0.84 kg/m<sup>3</sup>** y la tomando como referencia la temperatura actual en Puebla de alrededor de **17 °C**, se obtiene lo siguiente:

**Factor de corrección por densidad** = 0.84 kg/m<sup>3</sup> X [1- {(17 °C – 150 °C) X 0,00065}]

**Factor de corrección por densidad = 0.9126**

Tomando como referencia el ejemplo de calculo anterior, se puede hacer una proyección de este factor, considerando un rango de temperaturas más amplio, de acuerdo a las variaciones de temperatura que se presentan en la zona de Oriental, Puebla, como se indica la siguiente gráfica y tabla:

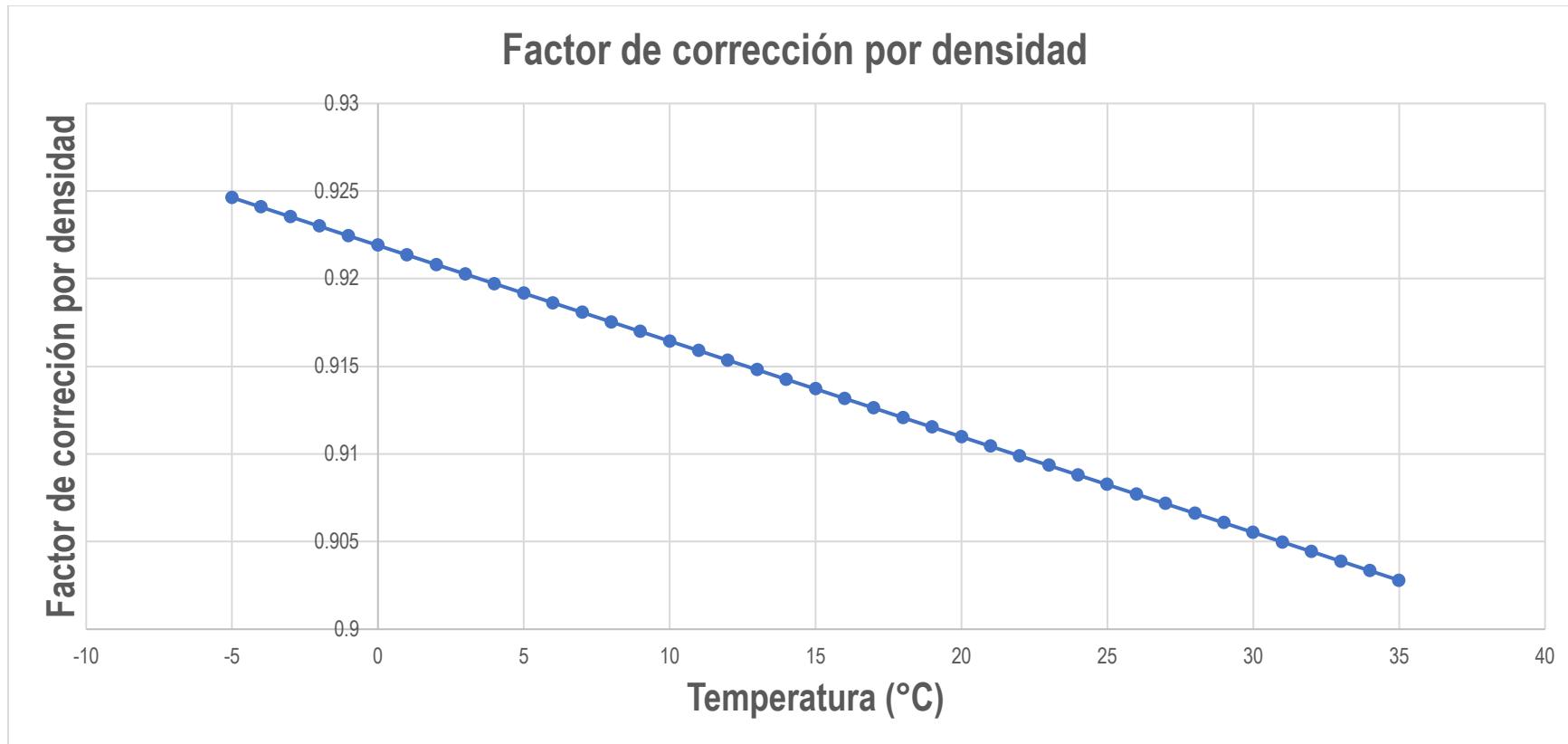


Tabla de factores de corrección por densidad desde -5 °C a 35 °C

Temperatura (°C)	Factor de corrección por densidad
-5	0.924630
-4	0.924084
-3	0.923538
-2	0.922992
-1	0.922446
0	0.921900
1	0.921354
2	0.920808
3	0.920262
4	0.919716
5	0.919170
6	0.918624
7	0.918078
8	0.917532
9	0.916986
10	0.916440
11	0.915894
12	0.915348
13	0.914802
14	0.914256
15	0.913710
16	0.913164
17	0.912618
18	0.912072
19	0.911526
20	0.910980
21	0.910434
22	0.909888
23	0.909342
24	0.908796
25	0.908250
26	0.907704
27	0.907158
28	0.906612
29	0.906066
30	0.905520
31	0.904974
32	0.904428
33	0.903882
34	0.903336
35	0.902790

Lo anterior va en sentido de que este factor varia acorde a la **temperatura de la zona geográfica de Oriental, Puebla**, entre otros factores que afectan en esa zona y sus alrededores, motivo por el cual se considerará el factor de corrección por densidad en la correcta instalación y funcionamiento de todo el sistema de extracción de aire para la **Ensambladora Militar**.

## **CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD, MANTENIMIENTO Y NORMATIVIDAD APLICABLE.**

Para los análisis cuantitativos y cualitativos de los sistemas de ventilación en naves industriales y en particular para el “Conjunto de sistema de extracción de aire para la Ensambladora Militar”, se considera los aspectos siguientes:

**A. Inyección de Aire**

Es el proceso en el que se inyecta aire del exterior ya sea filtrado o controlado (en humedad y temperatura) por medio de equipos especializados, como pueden ser una manejadora de aire, una lavadora de aire, gabinetes de filtros, entre otros.

**B. Extracción de Aire**

Es el proceso inverso a la inyección, consiste en extraer el aire viciado y regularmente es por medios. Es el proceso inverso a mecánicos como ventiladores axiales.

El principal beneficio de instalar un sistema de inyección y extracción de aire es garantizar un aire limpio y una temperatura adecuada, cumpliendo con la normatividad vigente.

El equipo de trabajo de HGW Process and Solutions, S.A. de C.V. cuenta con una amplia experiencia en el diseño, instalación y mantenimiento de sistemas de inyección y extracción de aire industrial. Trabajamos en estrecha colaboración con nuestros clientes para entender sus necesidades específicas y ofrecer soluciones personalizadas que se ajusten a sus presupuestos.

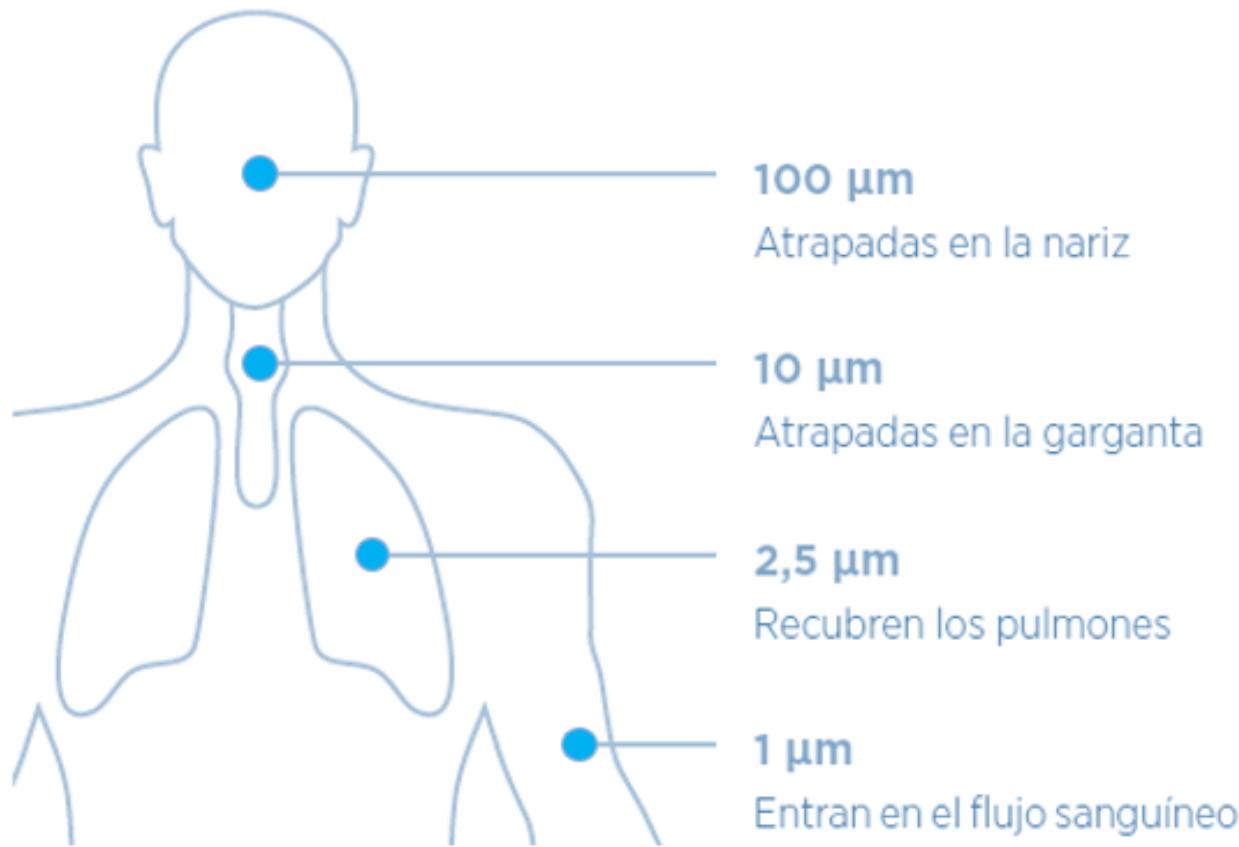
Además, se utilizan tecnologías innovadoras y respetuosas con el medio ambiente en todas nuestras soluciones de inyección y extracción de aire. Desde sistemas de filtración de alta eficiencia hasta unidades de ventilación de última generación, nos esforzamos por ofrecer soluciones efectivas y sostenibles que mejoren la calidad del aire y la seguridad en el lugar de trabajo.

Normatividad que se considera como referencia en la aplicación del sistema de extracción a nivel nacional e internacional son las siguientes:

1. **La ISO 16890** es una norma internacional de clasificación para filtros de aire que, desde el 1 de julio de 2018, ha sustituido a la norma EN 779. La ISO 16890 clasifica los filtros de aire en función del material particulado (PM), lo que permite ver directamente las conexiones con nuestra salud y los contaminantes del aire. La norma también permite planificar la calidad del aire interior (CAI) de una manera completamente diferente a la anterior.

Cuando organismos públicos como la Organización Mundial de la Salud hablan de la contaminación del aire, por lo general lo hacen en términos de las partículas PM10, PM2,5 y PM1, es decir, partículas en suspensión más pequeñas que 10  $\mu\text{m}$ , 2,5  $\mu\text{m}$  y 1  $\mu\text{m}$  respectivamente. Y hay una buena razón para esto. El cuerpo humano está adaptado para impedir la penetración de partículas mayores de 10  $\mu\text{m}$ , pero las partículas de tamaños inferiores traspasan nuestras defensas y lo lejos que pueden llegar depende de su tamaño.

Repercusiones de las partículas para la salud.

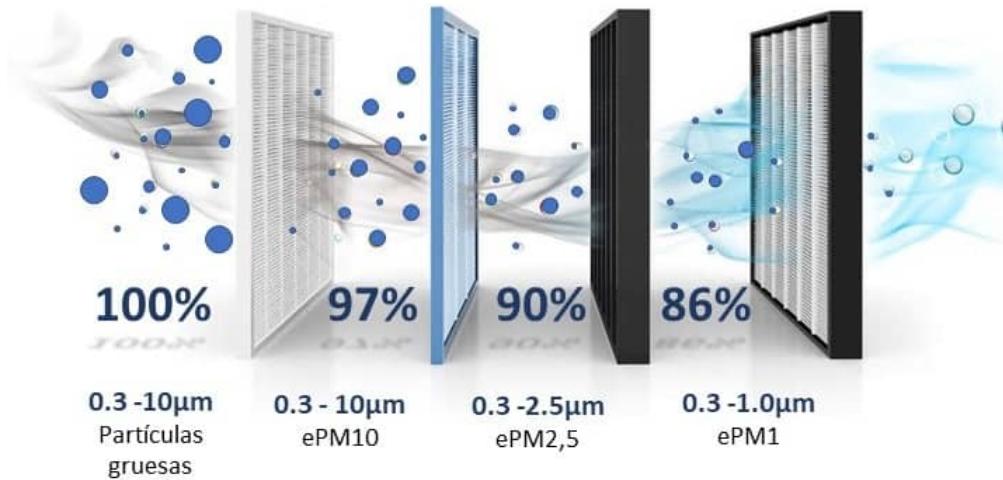


Tomando como referencia a la Organización Mundial de la Salud, la contaminación atmosférica es el mayor riesgo medioambiental para la salud humana, llegando a causar cada año más de tres millones de muertes prematuras en todo el mundo. Y la lista de trastornos de salud atribuidos a las partículas no deja de crecer: desde enfermedades cardiovasculares y pulmonares hasta cáncer y enfermedades respiratorias infantiles.

Nuestros organismos cuentan con defensas para protegernos de las partículas que sean mayores de 10 μm. Por debajo de esa cifra, la función de los filtros es proporcionar protección contra las partículas que nuestros organismos no pueden detener.

Por eso la nueva norma ISO 16890 se centra en la capacidad de un filtro para capturar las partículas de un tamaño aproximado de 10 μm o inferior. Clasifica un filtro dependiendo de su capacidad para capturar polvo grueso (partículas con un tamaño superior a 10 μm), partículas PM10, PM2,5 y PM1. Y estos constituyen los cuatro grupos de filtros con arreglo a la nueva norma.

La norma anterior EN 779 clasificaba los filtros de aire de G1 a F9 y el grado de eficacia de M5 a F9 se basaba en un tamaño medio de partículas de 0,4 μm (micras). En cambio, la norma ISO 16890 calcula el grado de filtración en función de la masa de partículas en tres fracciones de tamaño diferentes PM1 (0,3-1,0 μm), PM2,5 (0,3-2,5 μm) y PM10 (0,3-10 μm). A continuación, se asigna al filtro una clase de filtración en uno de estos tres grupos o se clasifica como Coarse (filtro grueso).



Esta diferencia quiere decir que a los filtros que anteriormente tenían la misma clase según la norma EN 779 se les pueden asignar clases diferentes según la norma ISO 16890. Por lo tanto, no existe una comparación o conversión directa de las clasificaciones de los filtros de las diferentes normas.

El procedimiento de ensayo descrito en esta parte de la Norma ISO 16890 es aplicable a caudales de aire entre 0,25 m<sup>3</sup>/s (900 m<sup>3</sup>/h, 530 ft<sup>3</sup>/min) y 1,5 m<sup>3</sup>/s (5 400 m<sup>3</sup>/h, 3 178 ft<sup>3</sup>/min), referidos a un banco de ensayo con un área frontal nominal de 610 mm x 610 mm (24 pulgadas x 24 pulgadas).

La Norma ISO 16890 (todas las partes) se refiere a elementos de filtrado de partículas en el aire para ventilación general teniendo una eficiencia ePM1 igual o menor al 99% cuando se ensaya siguiendo los procedimientos definidos en las Normas ISO 16890-1, ISO 16890-2, ISO 16890-3 e ISO 16890-4. Los elementos de filtrado de aire con una eficiencia inicial superior se evalúan mediante otros métodos de ensayo aplicables (Normas ISO 29463-1, ISO 29463-2, ISO 29463-3, ISO 29463-4 e ISO 29463-5).

Los elementos de filtrado utilizados en equipos portátiles de filtrado de aire están excluidos del alcance de esta parte de la Norma ISO 16890.

Los resultados de las prestaciones obtenidos de acuerdo con la Norma ISO 16890 (todas las partes) no pueden, por sí mismos, ser aplicados cuantitativamente para predecir la prestación en servicio en relación con la eficiencia y la vida útil.

## 2. Estándar ANSI/ASHRAE 52.2: Base técnica del MERV

Desarrollada por ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers), la clasificación MERV mide la eficiencia de un filtro de aire para capturar partículas de entre 0.3 y 10 micrones (µm). Esta escala va del 1 al 16, donde un valor más alto indica una mayor capacidad de filtración.

Importancia de MERV en la filtración de aire industrial.

Seleccionar un filtro con la clasificación MERV adecuada garantiza:

- Protección del equipo: evita acumulación de polvo en componentes HVAC.

- Salud ocupacional: reduce la exposición a partículas nocivas.
- Eficiencia energética: mantiene el flujo de aire y evita caídas de presión excesivas.

Esto es clave en sectores como la industria automotriz, farmacéutica, alimentaria y electrónica.

Seleccionar un filtro con la clasificación MERV adecuada garantiza:



Tabla comparativa de niveles MERV y aplicaciones industriales

Ejemplo de aplicaciones según nivel MERV:

MERV	Aplicación recomendada
1-4	Oficinas básicas, almacenes sin control ambiental
5-8	Talleres, manufactura ligera
9-12	Laboratorios, manufactura electrónica
13-16	Industria farmacéutica, quirófanos, salas limpias

## Diferencia entre filtros MERV y HEPA

Los filtros HEPA superan el nivel MERV 16, capturando el 99.97% de partículas de 0.3  $\mu\text{m}$ . Aunque ofrecen mayor eficiencia, también generan mayor resistencia al flujo de aire y requieren equipos HVAC específicos.

Para la mayoría de las industrias, filtros MERV 13 o 14 proporcionan un equilibrio ideal entre eficiencia y compatibilidad con sistemas existentes.

Estándar ANSI/ASHRAE 52.2: Base técnica del MERV

El MERV se asigna tras aplicar el estándar ANSI/ASHRAE 52.2, que determina la eficiencia del filtro en la remoción de partículas de un tamaño específico. Este estándar utiliza:

- Un aerosol sintético (cloruro de potasio) en aire filtrado por HEPA.
- Contadores ópticos para medir las partículas en entrada y salida.
- Resultados divididos en 12 rangos de tamaño agrupados como:
  - ❖ E1: 0.30 – 1.00  $\mu\text{m}$
  - ❖ E2: 1.00 – 3.00  $\mu\text{m}$
  - ❖ E3: 3.00 – 10.00  $\mu\text{m}$

La menor eficiencia registrada entre estos tres grupos define el valor MERV asignado al filtro.

Ventajas de la norma 52.2:

- Estándares uniformes entre laboratorios.
- Comparabilidad objetiva entre marcas y modelos.
- Elección precisa de filtros por tipo de partícula.

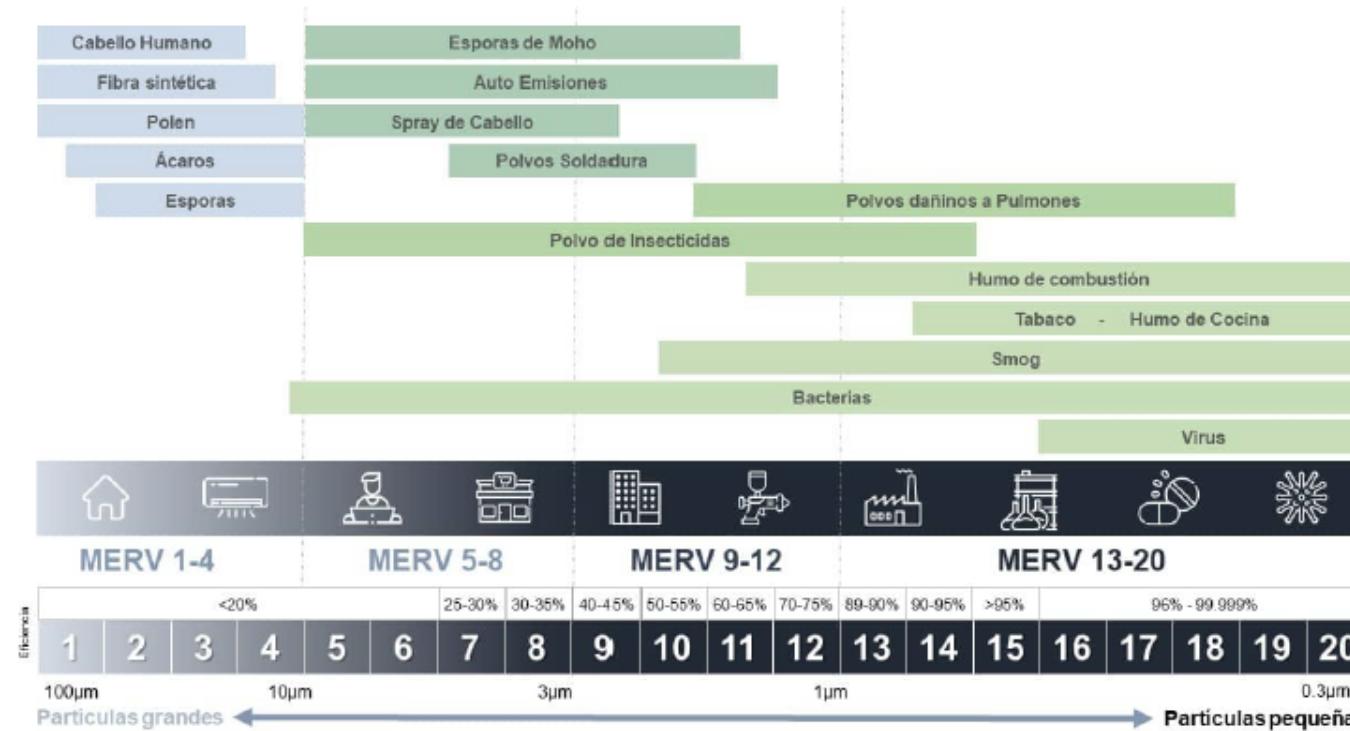
## MANTENIMIENTO Y REEMPLAZO DE FILTROS INDUSTRIALES

Un sistema de filtración eficaz también requiere:

- Monitoreo de presión diferencial: clave para saber cuándo reemplazar.
- Inspecciones mensuales: revisar acumulación y estado del filtro.
- Reemplazo programado: según condiciones de operación y recomendación del fabricante.

Un sistema de filtración eficaz requiere también:

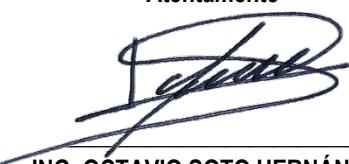
Comprender la clasificación MERV y su relación con el estándar ASHRAE 52.2 es fundamental para elegir filtros que maximicen la eficiencia, protejan al personal y cumplan con los estándares ambientales y de calidad en cualquier industria.



3. **NORMA Oficial Mexicana NOM-116-STPS-2009, Seguridad-Equipo de protección personal-Respiradores purificadores de aire de presión negativa contra partículas nocivas-Especificaciones y métodos de prueba.**

Establece las características, requisitos mínimos y métodos de prueba que deberán cumplir los respiradores purificadores de aire de presión negativa contra partículas nocivas presentes en el ambiente laboral, que se fabriquen, comercialicen, distribuyan e importen en el territorio nacional.

**Las condiciones de seguridad de la instalación serán acorde a protocolos de seguridad de conformidad con la normatividad antes citada y su equivalente, así como garantizar su instalación conforme los pesos de los equipos, garantizando además el correcto funcionamiento de todo el sistema de extracción.**

Atentamente  
  
 ING. OCTAVIO SOTO HERNÁNDEZ  
 Dir. Tecnología y RL