



SEPARADOR DE HIDROCARBUROS FSH

Los separadores de hidrocarburos tienen como misión la separación de los restos de aceites y grasas minerales, combustibles y otras fases flotantes presentes en las aguas de vertido.

Su instalación se hace necesaria en: talleres de vehículos y maquinaria, garajes, parkings, estaciones de servicio, lavacoches y túneles de lavado, aguas de refrigeración de maquinaria, limpieza de tanques y cisternas, limpieza de barcos... para preservar al medio ambiente de la agresión que provoca el vertido directo ó las complicaciones que generan en las depuradoras municipales cuando se vierte al alcantarillado.

Este tipo de vertidos se caracterizan principalmente por la presencia de aceites y grasas minerales en concentraciones que van de los 100 a los 500 ppm. El límite máximo de vertido varía según las normativas, si bien debe de ser inferior a los 50 ppm.





DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

Además de aceite flotante, el aceite puede estar en el agua residual como glóbulos grandes e inestables, como glóbulos finos y estables, como aceite adherido a sólidos o como una cantidad pequeña de aceite disuelto.

El diseño de un separador está basado en la completa eliminación de glóbulos de aceite con una cierta tasa de separación. La elección de la tasa de separación, adoptada para el diseño, depende de la cantidad presente de aceite finamente dispersado.

Por otra parte la solubilidad de los hidrocarburos en el agua es insignificante o muy reducida. La solubilidad está en relación a la cantidad de átomos de carbono en la molécula, además está relacionada con las configuraciones de la molécula y aumenta con la temperatura. La solubilidad aumenta considerablemente con menores pesos moleculares y los hidrocarburos aromáticos son más solubles que los parafínicos con el mismo número de carbonos.

En contraste con la reducida solubilidad mencionada anteriormente, se puede dar un incremento considerable de la solubilidad si la fase acuosa contiene una concentración bastante alta de materiales superficialmente activos que son capaces de la disociación electrolítica como por ejemplo detergentes. Esta propiedad se denomina solubilización y está relacionada con la formación de micelas del material superficialmente activo. La micela tiene una estructura interna coloidal, altamente solvatada, y el aumento de solubilidad se puede considerar como un pasaje de moléculas de hidrocarburos dentro y alrededor de la estructura ordenada de la micela.

Así la solubilización es una propiedad de los electrolitos coloidales, es un caso especial de solubilidad que se puede definir como un pasaje de una sustancia insoluble a una solución de detergente.

La instalación completa está compuesta por:

1. Predecantación.
2. Flotación y separación del aceite.
3. Almacenamiento del aceite.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

1. PREDECANTACIÓN

El tratamiento comienza con un decantador en el que se separan las partículas sólidas contenidas en el agua bruta tales como arenas, tierras, virutas metálicas, etc.

Su función es la de proteger del ensuciamiento a los separadores y la de evitar las descargas continuas de sólidos sobre éstos. Su instalación es recomendable siempre que se prevea la llegada de importantes cantidades de sólidos a la instalación (pluviales de patios de estacionamiento, zonas de limpieza y paso de vehículos pesados,...). En los casos en que estemos seguros de que no llegarán cantidades importantes de sólidos se podrá prescindir de este equipo debido a que el separador de hidrocarburos dispone de un sistema de purga para los sólidos decantados.

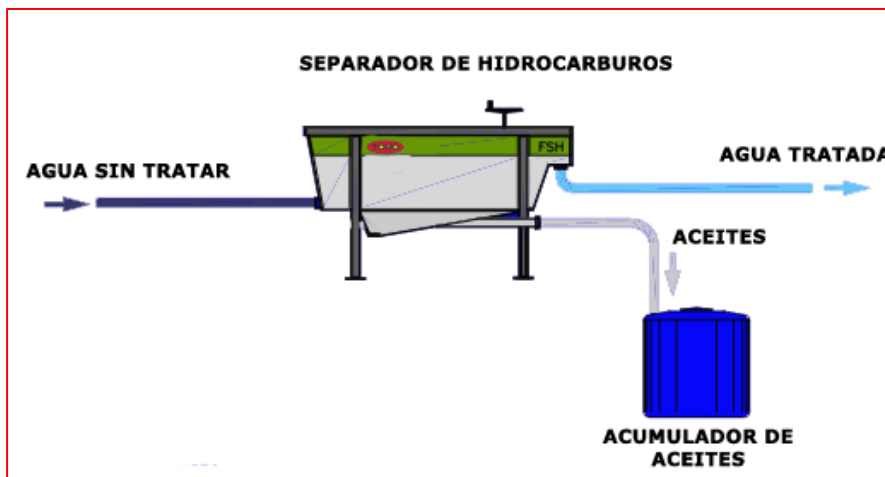
2. FLOTACIÓN Y SEPARACIÓN DE FASES LIGERAS

Del decantador pasamos al Separador de Hidrocarburos. En éste se realiza la separación de las dos fases: fase agua y fase aceite (fase ligera que contendrá aceites, grasas, disolventes inmiscibles,...). Este equipo es el núcleo de la instalación. En él se canaliza el agua hacia un flujo laminar, haciendo pasar al efluente por el paquete de lamelas coalescedoras. La fase ligera es separada y vertida hacia el depósito de almacenaje. Los niveles han sido cuidadosamente estudiados para que la separación sea efectiva y sólo sea vertido el aceite con las impurezas que arrastre, pero nunca con agua.

3. ALMACENAJE DE ACEITE

El aceite separado es conducido por gravedad a un depósito independiente donde se almacena. Esto permite que sea vaciado sin entorpecer el funcionamiento del separador. El vertido podrá ser succionado desde el exterior por los mismos vehículos que habitualmente recogen los aceites usados y gestionado por las mismas empresas.

Los tiempos de llenado de estos depósitos dependerán mucho de las características de la actividad, si bien normalmente se dimensionan para prever períodos medios de tres a seis meses.



PRINCIPIO DE SEPARACIÓN

El aceite puede presentarse de distintas formas y, según éstas, se tratará por distintos medios:

1. En forma libre, sin disolverse ni emulsionarse.
2. En forma emulsionada.
3. En forma disuelta.

1. EN FORMA LIBRE, SIN DISOLVERSE NI EMULSIONARSE.

Se puede separar mediante simples cámaras de flotación en las cuales se somete al efluente a tratar a un tiempo de retención suficiente. Estas cámaras no consiguen grandes niveles de tratamiento incluso para tiempos de retención elevados. Habitualmente las concentraciones de aceite en el efluente son del orden de 100 - 150 ppm.

2. EN FORMA EMULSIONADA.

En estos casos el aceite se encuentra libre, pero en forma emulsionada ó dispersa. La emulsión puede estar provocada por dos causas: mecánicas ó químicas.

La emulsión mecánica está generada principalmente por un proceso de agitación debido a un bombeo, agitación, transporte.... Los tamaños de partículas generadas alcanzan las 60 μm ó incluso menos. La separación ya no será posible por una mera cámara de separación. Sólo con procesos de tratamiento posteriores podrán ser separados.

Las emulsiones químicas se producen debido a la presencia de productos tensoactivos (detergentes, emulsionantes). Si la emulsión no es muy estable puede ser separada mediante un separador de hidrocarburos convencional mientras que las emulsiones muy estables sólo se pueden tratar mediante sistemas químicos de ruptura de la misma o por separación tangencial por membranas.

3. EN FORMA DISUELTA.

La disolución de un aceite (solute) en un líquido (disolvente), sólo se puede separar por procesos como por ejemplo la extracción mediante otros disolventes en los cuales es más soluble el aceite y a su vez presentan una fase separable del agua.



PRINCIPIO DE SEPARACIÓN

La separación se realizará siempre que la velocidad de ascensión de la gota de aceite ó grasa a separar en el medio acuoso sea suficiente para permitirle contactar con la capa de la fase aceite y se den las condiciones de flujo laminar adecuadas.

Los factores que rigen esta velocidad de ascensión de la partícula ó gota de aceite vienen dados por la **Ley de Stokes** en flujo laminar y estable:

$$V_s = (\varphi_w - \varphi_o) D^2 g / 18\mu$$

Siendo:

V_s : velocidad ascensional de la gota de aceite m/s

g : aceleración de la gravedad (9,81 m/s²).

μ : viscosidad del agua (a 20°C 0,001 Kg / m·s).

φ_w : densidad específica del agua, Kg/m³.

φ_o : densidad específica del aceite, Kg/m³ .

D : diámetro de la gota de aceite, m.

Gravedad g	Viscosidad agua a 20°C μ	Densidad del agua φ _w	Densidad del aceite φ _o	Diámetro gota aceite. Ø	Velocidad ascensión V _s
m /s ²	kg/m ·s (poises)	kg/m ³	kg/m ³	μ m	m/h
9,8	0,001	1.000	850	20	0,1176
9,8	0,001	1.000	850	40	0,4704
9,8	0,001	1.000	850	60	1,0584
9,8	0,001	1.000	850	80	1,8816
9,8	0,001	1.000	850	100	2,94
9,8	0,001	1.000	850	200	11,76
9,8	0,001	1.000	850	300	26,46

AREA EFECTIVA DE SEPARACIÓN

Se denomina AREA EFECTIVA HORIZONTAL DE SEPARACIÓN al cociente entre la capacidad del separador y la velocidad de desbordamiento del fluido. Un separador correctamente diseñado eliminará de la corriente del fluido entrante, todas las partículas con una velocidad de elevación (o sedimentación) igual o mayor que la tasa de desbordamiento a través del separador.

El Área efectiva de separación de un separador de placas onduladas, vendrá dado por la longitud anchura y número de placas, así como el ángulo de inclinación de las placas en el separador y el rendimiento de éste (90%). La superficie necesaria para la separación será el resultado de dividir el caudal de tratamiento entre la velocidad ascensional.

COALESCENCIA

Como se puede deducir de la Ley de Stokes, para aumentar la eficacia de la separación (aumentar V_s) sólo podremos aumentar el diámetro de la gota (D). Los demás parámetros o son constantes o vendrán determinados por las características inherentes al vertido. Un aumento de D será además de gran importancia, por encontrarse este término elevado al cuadrado.

Al planteamos el aumentar el tamaño de las gotas vemos que sólo podemos hacerlo formando gotas mayores por la unión de varias pequeñas. Para conseguir esta unión ha de generarse la turbulencia necesaria para que se provoque el mayor número de choques posibles entre las gotas pequeñas y se unan para formar gotas mayores.

El separador de TORO EQUIPMENT está equipado con un sistema de lamelas para provocar flujos que activen el número de choques entre las partículas, y lograr unir las de forma rápida para separar así partículas incluso de 20 μm . Esta tecnología es la que nos permite garantizar concentraciones de aceite libre menores de 5-10 ppm a la salida de nuestros equipos.

El flujo de agua a través de las lamelas es de tipo CROSSFLOW. En este tipo de flujo el agua atraviesa el paquete de lamelas, colándose entre ellas en dirección perpendicular al flujo ascendente de las partículas flotadas y descendente de los sólidos pesados.

Con el flujo en CROSSFLOW, se obtiene un aumento del rendimiento de separación (comparado con el convencional flujo en counter current) ya que en el paquete de lamelas el flujo es completamente laminar excepto en la parte de la cresta de los corrugados, en la cual se generan microturbulencias controladas. La turbulencia hace que las partículas aire/sólido choquen formando conglomerados con un diámetro de 250 a 300 μm , que a modo de racimos constituyen una especie de floculo de aire y sólidos estable. Este tamaño es el ideal.

La velocidad de flotación de las partículas de aire generadas, 40 a 60 μm , con un diferencial gravitatorio entre el agua y las partículas de 0,2 g/cm^2 es de 1 m/h. Esto implica que la flotación ha de realizarse a una carga superficial menor de 1,75 $\text{m}^3/\text{m}^2/\text{h}$.

El sistema tiene una carga superficial equivalente a la mitad de la que su superficie útil desarrolla, es decir: con idéntico rendimiento trata el doble de caudal que otro.

SEPARADORES DE HIDROCARBUROS. SELECCIÓN

Los criterios básicos a la hora de seleccionar un Separador de Hidrocarburos tipo TORO EQUIPMENT S.L. son dos:

- Caudal
- Composición de las aguas

El parámetro principal que se ha de tener en cuenta es el caudal de vertido. Este podrá evaluarse por distintos métodos. Básicamente habrán de tenerse en cuenta los consumos de agua de abastecimiento, los vertidos de pluviales, máquinas ó puntos de vertido significativos, aguas de refrigeración...

EJEMPLO DE CÁLCULO DE SELECCIÓN:

Taller:	El caudal de consumo mensual medio es de 95 m ³ para 20 días/mes y 8 h/día aplicando un coeficiente de hora punta de 6.	3,6 m ³ /h
Lavadero:	Su consumo es independiente	2 m ³ /h
Pluviales:	9 l/m ² xh por 1,000 m ²	9 m ³ /h
TOTAL:		14,6 m³/h

Taller de reparación y mantenimiento de automóviles con 600 m² de superficie de naves y 400 m² de patios exteriores. Dispone de túneles de pintura y zonas de aspiración de polvo con cortinas de agua. Existe una máquina de limpieza automática de coches. Las aguas de cubiertas están unificadas con el resto del alcantarillado.

Considerando que el aceite y partículas a separar son de densidad estándar (95% > 100 µm) y el límite a cumplir es de 25 ppm, el separador a colocar habrá de tener una superficie total de:

$$\text{Superficie: } 14,6 \text{ (m}^3\text{/h)} / 2,94 \text{ (m/h)} = 4,96 \text{ m}^2$$

Considerando que el aceite y partículas a separar son de densidad estándar (95% > 60 µm) y el límite a cumplir es de 25 ppm, el separador a colocar habrá de tener una superficie total de:

$$\text{Superficie: } 15,6 \text{ (m}^3\text{/h)} / 1,0584 \text{ (m/h)} = 14,7 \text{ m}^2$$

Habr  que tener en cuenta que aproximadamente un 60% del caudal total corresponderá a aguas pluviales, pudiendo por lo tanto establecer que un 95% de partículas poseerán una densidad mayor de 100 μm , con lo cual la elección más correcta sería un FSH 5. La composición del agua residual es pues fundamental para saber qué equipo escoger, si bien en contadas ocasiones podremos conocer esto. De forma orientativa se podrán englobar las composiciones de los aceites según tres casos tipo:

Tamaño de la gota de aceite (μm)	% en peso		
	A	B	C
> 100	95	80	40
60 - 100	2,5	10	30
20 - 60	1,5	6	20
< 20	1	4	10
Concentración de aceite (mg/l)	50 a 200	200 a 500	300 a 2.000

A: Agua de lluvia procedente de aparcamientos y pistas.

B: Agua procedente de limpieza de talleres.

C: Agua procedente del lavaderos con detergentes

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

El Flotador Separador de Hidrocarburos, es un tanque rectangular abierto, construido en PRFV dividido en tres cámaras principales:

- Cámara de rebose
- Cámara de Flotación y Separación de Grasas
- Cámara de Recogida

El caudal de entrada se canaliza hacia un flujo laminar gracias a un vertedero especial dispuesto a tal efecto, haciendo pasar el efluente por el paquete de lamelas coalescedoras.

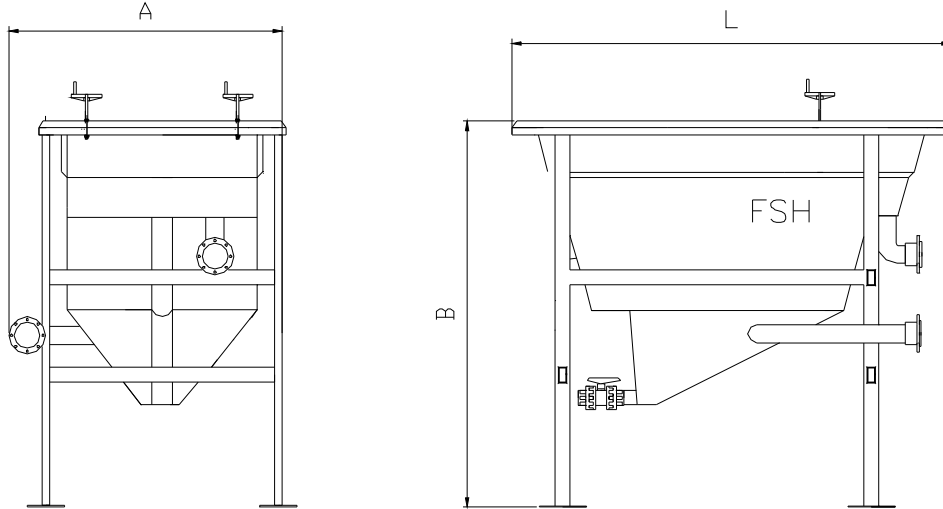
En la cámara de flotación y separación están colocados el paquete de lamelas coalescedoras, el canal de recogida y evacuación de grasas, accionado y regulado mediante dos volantes. Para ajustar el nivel en el flotador y la recogida de la capa de aceites en la cámara anterior. En esta cámara se realiza la separación de las dos fases: fase agua y fase aceite.

El agua ya tratada cae a un vertedero hasta la cámara de recogida, de donde se evacua mediante tubería.

En la parte inferior del flotador existe una válvula de purga para la eliminación de pequeños sólidos decantados y para vaciado del depósito.



DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO



Modelo	FSH-2	FSH-5	FSH-10	FSH-15	FSH-20	FSH-40	FSH-80
Capacidad media (m³/h)	5-7	15-30	45-65	70-80	80-1400	160-200	280-450
Dimensiones							
Anchura máxima A (mm)	795	1.500	1.450	1.500	1.500	2.546	2.736
Anchura (mm)	645	1.270	11.190	1.270	1.270	2.330	2.520
Anchura útil (mm)	530	1.010	1.010	1.010	1.010	1.700	2.130
Altura máxima B (mm)	1.300	2.075	2.290	2.295	2.280	2.500	2.500
Longitud L (mm)	2.120	2.330	3.360	4.670	5.900	7.200	9.200
Longitud útil (mm)	1.790	1.650	2.800	3.800	5.200	6.600	8.350
Superficie útil (mm)	0,95	1,66	2,83	3,84	5,25	11,22	17,78
Superficie equivalente (m ²)	2,38	9,96	22,53	31,19	36,39	75,39	152,52
Espacio para instalación m	3x1,5	3,2x2,5	4,5x2,5	6x2,5	7x2,5	8,5x4	10,5x4
Material	P.R.F.V.	P.R.F.V.	P.R.F.V.	P.R.F.V.	P.R.F.V.	P.R.F.V.	P.R.F.V.
Estructura	Acero galv.	Acero galv.	Acero galv.	Acero galv.	Acero galv.	Acero galv.	Acero galv.
Tubuladuras							
Entrada agua (mm)	63	75	110	110	160	200	315
Salida agua (mm)	63	110	110	125	160	250	2x200
Salida aceites (mm)	50	110	110	110	110	125	140
Purga de fondo (mm)	63	75	75	75	75	90	90
Paquete de lamelas							
Distancia entre placas, (mm)	26	26	26	26	26	26	26
Superficie placa (m ²)	0,275	0,55	1,1	1,65	2,2	3,3	4,4
Material	P.R.F.V.	P.R.F.V.	P.R.F.V.	P.R.F.V.	P.R.F.V.	P.R.F.V.	P.R.F.V.
Unidad de alarmas	Opcional	Opcional	Opcional	Opcional	Opcional	Opcional	Opcional

NOTA: La capacidad media de trabajo se ha calculado como la máxima para una separación del 100% de gotas mayores de 100 µm de aceite de densidad menor de 850 kg/m³ en agua a 20° C (V_g: 2,94 m/h). Para obtener salidas de menos de 10 ppm de aceite libre de estas características.

El equipo dispone de una pasarela para facilitar la inspección del correcto funcionamiento y maniobras de mantenimiento.

Cuando las condiciones así lo requieran y bajo pedido se podrá realizar la estructura del flotador en AISI 316.

CONSIDERACIONES

En cada punto de vertido la normativa varía las prescripciones en cuanto a la cantidad de aceites y grasas que se pueden verter. Como dato orientativo, en los casos menos estrictos se permiten hasta 100 ppm (vertidos a alcantarillados municipales); en vertidos a cuencas hidrográficas, según el nivel oscila entre 40 y 20 ppm. Cuando exista un tratamiento biológico posterior se deberá verter en concentraciones menores de 25 ppm.

Si el aceite a separar tiene una densidad entre $850 - 950 \text{ kg/m}^3$, será preciso escoger el separador teniendo en cuenta que la velocidad ascensional obtenida de la aplicación de la fórmula antes reseñada será mayor que la carga de trabajo para que se produzca la separación. En general podemos considerar que el tamaño será:

850 kg/m^3	SIMPLE
Entre 850 y 900 kg/m^3	DOBLE
Entre 900 y 950 kg/m^3	TRIPLE

Para densidades mayores de 950 kg/m^3 , será necesario recurrir a la flotación por aire disuelto.