

		Nº OXY OXY-WEM-P-INF-002
		28 OCTUBRE 2016
		ELABORÓ: H.GASCA
		REV. 0

**REPORTE DE RESULTADOS DE PRUEBAS DE
FILTROS PARA MICROBURBUJAS**

0	EMITIDO PARA APROBACIÓN DEL CLIENTE		11-08-2016	H.GASCA	H. GASCA		
REV	DESCRIPCIÓN		FECHA	ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ	
AREA DE DISTRIBUCIÓN	DISTRIBUIDO POR: H.G.(CT)			ARCHIVO MAGNÉTICO			
				OXY-WEM-P-INF-002			

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	3
2. OBJETIVO	3
3. RESULTADOS	3
4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA	7
5. FICHA DE REFERENCIA DE LA PRUEBA	7
6. ANEXOS	11

1. INTRODUCCIÓN

OXY solicita realizar pruebas que permitan estandarizar el funcionamiento de los elementos porosos que está evaluando en las celdas de flotación WEMCO para el reemplazo de los rotores actuales de las mismas.

Se esperaba en este caso, realizar una prueba para definir instrumentos y elementos de medición de mayor precisión para hacer los ensayos definitivos. Sin embargo, con base en las primeras observaciones se encontró que sin mayores inversiones por parte de OXY se podrían obtener resultados de interés y se extendió la realización de ensayos, con los resultados que a continuación se explican.

2. OBJETIVO

Realizar pruebas para la ejecución de futuras pruebas utilizando el sistema construido por OXY para:

Verificar parámetros del sistema de filtros para producir Micro burbujas en las celdas de flotación WEMCO existentes.

Determinar procedimientos y variables que permitan estandarizar el uso de los filtros adquiridos por OXY en las celdas WEMCO.

Conocer el comportamiento de las burbujas en la flotación de aceite en agua.

Conocer el comportamiento de los filtros a diferentes condiciones de presión y caudal de aire.

3. RESULTADOS

Se recurre en este informe a los videos y fotografías anexos, que hacen parte integral del mismo.

De las observaciones se pudo determinar lo siguiente:

No.	Resultado	Análisis	Fotos y Videos
1	<p>Existen dos comportamientos del flujo de las burbujas que se pueden diferenciar claramente en las pruebas realizadas para un filtro a la vez:</p> <p>El primero se caracteriza por producirse a bajo caudal y baja presión (del orden de 5 SCFH @2.5psig), y en este se producen burbujas pequeñas de patrón uniforme y que generan poca turbulencia en el agua. No podemos afirmar que estas burbujas se puedan catalogar como Micro burbujas, por lo que hablaremos de burbujas pequeñas.</p> <p>El segundo se caracteriza por producirse a caudales y/o presiones mayores a los del rango anteriormente mencionado, donde se</p>		<p>Carpeta:</p> <p><u>1. Tipos de burbujas</u></p>

No.	Resultado	Ánálisis	Fotos y Videos
	producen burbujas de mayor tamaño que generan patrón turbulento en el fluido.		
2	<p>Gotas de aceite de tamaño visible (diámetro 1mm o más.). Suben en el agua sin inyección de burbujas a una velocidad de 0.25 ft/s.</p> <p>El mismo tipo de gotas de aceite sube, en agua con generación de burbujas pequeñas, a velocidad promedio de 0.43ft/s. (Siendo la velocidad más alta la que está dentro del flujo de las burbujas 0.59 ft/s y la más baja la que está alejada del flujo de burbujas y cerca de la pared del tanque de 0.27ft/s).</p> <p>Para el caso de burbujas grandes y flujo turbulento las gotas de aceite suben (No se midió la velocidad), pero parte de las que suben se quedan dando vueltas en un remolino que se forma por la turbulencia en la parte superior del tanque.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Las burbujas de mayor tamaño generan fenómenos de alta turbulencia y baja densidad aparente en el agua, los cuales producen en el aceite un patrón de movimientos ascendentes y descendentes que no favorecen la separación y podrían acelerar posibles mezclas de los fluidos (emulsión). <p>Este resultado está limitado a tamaño de gotas de aceite en el rango visible al ojo humano (diámetro>1mm).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Si se quisiera estudiar el comportamiento de burbujas más pequeñas sería necesario sofisticar sustancialmente las pruebas. - Se pudo establecer cómo nueva hipótesis de trabajo, que las zonas de agua altamente ocupadas por burbujas grandes pueden tener una densidad promedio inferior a la del aceite, lo que puede generar el descenso de este último, hasta que vuelve a subir al encontrar una corriente de ascenso. Esto ayudaría a explicar el fenómeno de ascenso y descenso de aceite que se observó, y que puede sumarse al generado por la turbulencia. - A pesar de haber encontrado que el patrón de burbujas pequeñas es favorable para la mejora de la velocidad de ascenso del aceite, no se puede establecer si esta mejora es suficiente para superar la eficiencia de la celda WEMCO original. 	Carpeta: <u>2. Flotación de aceite</u>
3	El caudal de aire que produce burbujas pequeñas en un filtro es del orden de 0,1 SCFM.	<ul style="list-style-type: none"> - El dato teórico que se preveía para el diseño de la prueba era de 60SCFM, que según la literatura estudiada por OXY sería el apropiado para producir la separación requerida en las celdas WEMCO. - De acuerdo con este resultado se requeriría incrementar la 	Carpeta: <u>3. Caudal de aire</u>

No.	Resultado	Ánalisis	Fotos y Videos
		cantidad de filtros por celda de 84 a 50.000 (no práctico) para obtener el aire teórico con burbujas pequeñas, o en su defecto cambiar el tipo de filtros por unos que produzcan este tipo de burbujas a un caudal de al menos 600 veces el que manejan los actuales filtros.	
4	El volumen efectivo de transito de las burbujas está limitado por una proyección vertical de la sección del filtro vista de planta. Este comportamiento ocurre ya que las burbujas en todos los casos se proyectan verticalmente hacia arriba y no radialmente.	<p>Se observó que las burbujas no se proyectan lateralmente, en su lugar se proyectan verticalmente inmediatamente a la salida del filtro. Las que vienen del semicírculo inferior se pegan al filtro para unirse con las de arriba, lo que hace que el área efectiva de producción de burbujas se reduzca al semicírculo superior del filtro multiplicada por la longitud del filtro.</p> <p>Si se requiere mayor capacidad de producción de burbujas se debería aumentar el área ocupada por la proyección en planta de los filtros.</p>	Carpeta: <u>4. Zona de influencia de burbujas</u>
5	Para la estandarización de filtros a instalar se planteó como parte de las pruebas (Documento OX-WEM-P-IF-001), verificar si la medida de caída de presión a través de los estos en seco, permitiría identificar lotes con porosidades similares. Se hicieron estas pruebas y no se encontró práctico el método, esto debido a que la diferencia de caída de presión es imperceptible para diversos filtros distintos.	<ul style="list-style-type: none"> Como mecanismo alternativo para este fin se encontró un mejor resultado en verificar el caudal a través de un filtro sumergido antes de que ocurra el paso de producción de micro burbujas a burbujas. Hay que tener en cuenta de los resultados, que en un mismo filtro puede haber distintas porosidades, lo que se puede percibir bien de forma visual, pero no se detecta a través de la caída de presión. 	Carpeta: <u>5. Pruebas para estandarización</u>
6	Se probó utilizando sopladores para la producción de burbujas de forma que se pudiera determinar si las burbujas grandes estaban asociadas a la presión de inyección o al caudal de aire. Se pudo verificar que el caudal de aire determina el tipo de burbujas producidas.	Se debe verificar que la cabeza de trabajo de los sopladores (en caso de usarse), sea suficiente para vencer las perdidas, la caída de presión a través del filtro y la cabeza estática del agua. De otro modo el aire no podrá formar burbujas como se verificó con los sopladores de prueba (El primero presentó recalentamiento por incremento en la caída de presión y el segundo solamente produjo	Carpeta: <u>6. Sopladores</u>

No.	Resultado	Ánálisis	Fotos y Videos
		burbujas hasta una profundidad del filtro de menos de 1 metro).	
7	Se verificó que existen variaciones en los patrones de producción de burbujas entre diferentes filtros y en algunos casos a lo largo de un mismo filtro.	Se requiere estandarización respecto a la porosidad de los filtros. Con los filtros evaluados no se obtiene.	Carpeta: <u>7. Diferencias entre filtros</u>
8	Se verificó que el sello actual del ensamble de los filtros con el tubo de soplado en los extremos tiene un diseño que permite fugas de manera aleatoria. De esta manera el sello no tiene un diseño robusto que pueda dar confiabilidad en la operación.	Se debe mejorar este sello ya que se producen escapes de burbujas de gran tamaño que producen turbulencia.	Carpeta: <u>8. Sello de filtros</u>
9	Patrón de micro burbujas.	Se pudo ver en pruebas de algunos de los filtros un patrón de burbujas muy favorable, este se puede asociar con porosidad baja y uniforme.	Carpeta: <u>9. Mejor patrón encontrado</u>
10	Cambio de Volumen del agua con el aire inyectado.	La medición realizada permitió detectar cambio de volumen en el agua con burbujas grandes. Esta medición no fue relevante para burbujas pequeñas. Si se quieren obtener datos de cantidad de oxígeno aportado por las burbujas se deberá utilizar un método de mayor precisión.	Carpeta: <u>10. Cambio de volumen</u>
11	Se encontró agua en el Manifold de soplado después de una prueba con un filtro con extremos bien sellados.	No se verificó si se trata de una entrada a través del medio filtrante. Se deberá verificar en caso de usar estos filtros ya que generaría problemas hidráulicos en el Manifold de soplado.	
12	Patrón de flujo ascendente y vórtice descendente.	Según se diseñó el experimento no hay entrada y salida de agua, sólo entrada de aire, por esta razón al generarse un patrón ascendente del flujo por continuidad se genera también un vórtice descendente. Se debe tener en cuenta que este comportamiento no será igual en la celda debido a la velocidad horizontal del trayecto del agua que entra y sale de la misma. Para pruebas futuras sería adecuado generar flujo de agua a través del tanque.	Carpeta: <u>9. Mejor patrón encontrado</u>

Tabla 1: Análisis.

4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

4.1 Documentos:

OX-WEM-P-IF-001.

5. FICHA DE REFERENCIA DE LA PRUEBA

Según se aclara en la introducción de este documento la precisión de la prueba realizada está limitada por una instrumentación muy básica que se utilizó como parte de pruebas preliminares y los equipos que se describen a continuación.

5.1 Tanque transparente.



- El tanque fue fabricado por OXY de acuerdo con las recomendaciones dadas por PRODISYS en documento previo de este proyecto. Las paredes son translúcidas y las dimensiones corresponden con el espacio de acción de un filtro en la celda de flotación real.

- Los patrones de flujo esperados corresponden a una aproximación de lo que se puede esperar en la operación de campo, pero existen diferencias que se deben tener en cuenta:
 - No se simula la interacción de varios filtros.
 - No se simula el patrón de flujo del agua en la celda.

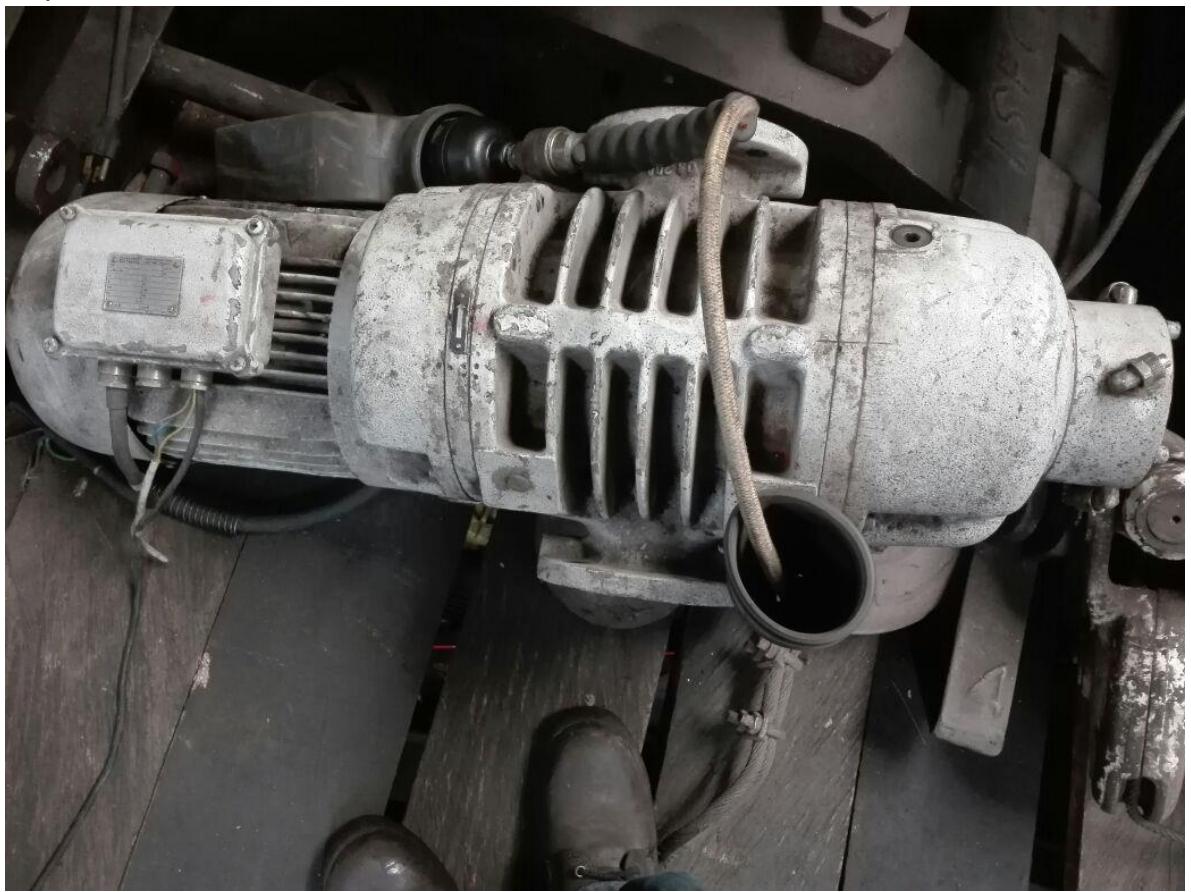
5.2 Suministro de aire.

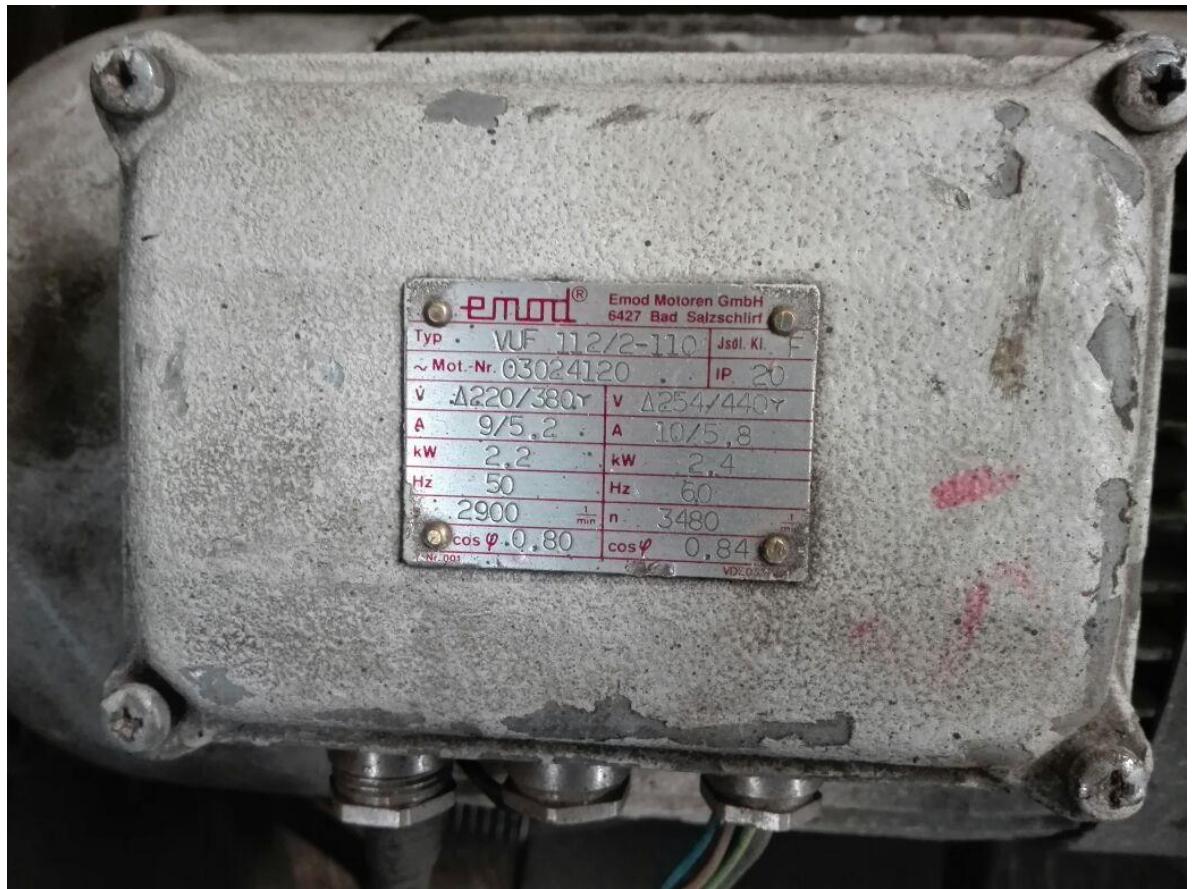
Como medios de introducir el aire se probaron 3 opciones, la primera correspondió a un compresor de aire convencional que produce presión de hasta 120 psi con caudales de hasta 15 scfm, la segunda fue un soplador cuya curva de operación se presenta más adelante y un tercer soplador del que se tiene poca información.

5.2.1 Compresor



5.2.2 Soplador





5.2.3 Soplador pequeño



5.3 Instrumentación.



- Se dispuso del mismo sistema de medición utilizado por el señor Gustavo Mahecha para realizar las pruebas de los filtros antes de suministrarlos.
- Cómo ya se indicó el objetivo de estas pruebas preliminares era el de establecer un procedimiento preciso y parámetros para pruebas estándar futuras. Sin embargo, se estima que los resultados obtenidos fueron superiores a la infraestructura de medición y soplado utilizados lo que motivó la elaboración de este informe.

6. ANEXOS

Se anexan a este informe:

- Fotos y videos tomados en el desarrollo de las pruebas, carpeta: A839-OXY-WEM-MEC-P-002-Informe Burbujas Anexo Informe.