

PRODISYS PROYECTOS CONFIABLES S.A.S.	DISEÑO DE PRUEBAS PARA FILTROS DE MICROBURBUJAS WEMCO	Nº OXY
		REV. 0

BASES Y CRITERIOS DE DISEÑO

P	Para incluir observaciones del cliente	20/06/2016	PMS	HG	
A	Revisión interna	17/06/2016	PMS	HG	HG
REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ

TABLA DE CONTENIDO

1.	ALCANCE	3
1.1.	ACTIVIDADES	3
1.2.	ENTREGABLES.....	3
2.	DOCUMENTOS DE REFERENCIA.....	3
2.1.	DOCUMENTOS DEL PROYECTO.....	3
2.2.	NORMAS Y CÓDIGOS	3
2.3.	ESTÁNDARES OXY	3
3.	GENERALES	3
3.1.	UNIDADES DE MEDIDA	3
3.2.	LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO Y DE EQUIPOS	4
4.	BASES DE DISEÑO DE PROCESOS.....	4
4.1.	ESTUDIOS PREVIOS.....	4
4.2.	CARACTERÍSTICAS DE LOS FLUIDOS	4
4.3.	CONDICIONES DE OPERACIÓN	5
5.	CRITERIOS DE DISEÑO DE PROCESOS	5
5.1.	ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO.....	5
5.2.	PRESIÓN DE DISEÑO	10
5.3.	TEMPERATURA DE DISEÑO.....	10
5.4.	DIMENSIONAMIENTO DE LÍNEAS	10
6.	RECOMENDACIONES	11
7.	ANEXO 1 – Ficha técnica elemento filtrante.....	1
8.	ANEXO 2 – Ejemplo de cámara de alta velocidad.....	3
	http://www.xataka.com/fotografia-y-video/la-camara-de-alta-velocidad-asequible-existe-y-se-llama-edgertronic.....	3
	La cámara de alta velocidad asequible existe, y se llama Edgertronic.....	3
9.	ANEXO 3 – Ejemplo de medidor de oxígeno en agua	5

1. ALCANCE

1.1. ACTIVIDADES

El alcance de este diseño consiste en:

- La revisión hidráulica del sistema de alimentación de aire comprimido, incluyendo dos casos; el primero con la configuración del montaje ya realizado por el cliente en campo; y el segundo con dejando una de las 4 cámaras de la celda WEMCO sin el sistema de micro burbujas.
- El diseño de las pruebas para los filtros de micro burbujas con el propósito de poder verificar condiciones de producción de burbujas, para posteriormente replicarlas en el equipo real de campo y para estandarizar el recibo de los cerámicos que OXY realiza del proveedor.

1.2. ENTREGABLES

- Memorias de cálculo hidráulico.
- Especificaciones del sistema de pruebas.
- Planos del sistema de pruebas.
- Especificación de instrumentos.
- Procedimiento de ejecución de la prueba.

2. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

2.1. DOCUMENTOS DEL PROYECTO

07-16 Reporte Resultados Salinidad de Wemcos PF2 (28-Abr-2016) – Suministrado por OXY.

1145763-PF2-401-2.dwg.dwf Planos As Built del Sistema de micro burbujas.

OX-WEM-P-IF-002 Memorias de cálculo hidráulico.

OX-WEM-ME-IF-003 Procedimiento de ejecución de la prueba.

OX-WEM-ME-IF-001 Especificaciones del sistema de pruebas.

OX-WEM-TB-PL-001 Plano del sistema de pruebas de Micro burbujas.

OX-WEM-IC-PL-001 Plano del sistema de pruebas de Micro burbujas.

2.2. NORMAS Y CÓDIGOS

ANSI 8573-1 :2001

API 650

2.3. ESTÁNDARES OXY

3. GENERALES

3.1. UNIDADES DE MEDIDA

- | | |
|--------------------------|---|
| • Área | m ² . |
| • Corriente | A. |
| • Densidad | lb/pie ³ , kg/m ³ . |
| • Diámetro tubería | in. |
| • Dimensiones de equipos | ft, in, m. |

• Espesor tubería	in.
• Flujo de gases	ft3/s, MMSCFD, lb/h.
• Flujo de líquidos	gpm, BWPD, lb/h.
• Masa	lb, kg.
• Potencia	BTU/h, HP, kW, kVA, kVAR.
• Presión absoluta	psia.
• Presión diferencial	psi.
• Presión manométrica	psig.
• Temperatura	°F, °C.
• Velocidad	ft/s, m/s.
• Voltaje	V.
• Volumen, gases	ft3 (act. o std), m3.
• Volumen, líquidos	ft3, gal, bbl, m3.

3.2. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO Y DE EQUIPOS

El proyecto se realizará para ser instalado en la bodega de entrega del proveedor de OXY.

4. BASES DE DISEÑO DE PROCESOS

4.1. ESTUDIOS PREVIOS

El área de proceso de OXY ha realizado previamente análisis para determinar analíticamente variables como la proporción de aire requerido con respecto a la producción de campo, el tamaño de gota y potencia de soplado requerida.

4.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS FLUIDOS

4.2.1. Agua:

El agua a tratar dentro de las celdas WEMCO tiene las siguientes características.

Salinidad: Ver Figura 1

Temperatura: Ver figura 1

Densidad: 965 Kg/m³

REPORTE DE RESULTADOS					
DETERMINACIÓN DE SALINIDAD WEMCOS PF2					
EL PRESENTE LISTADO CONTIENE EL CONTROL DE LAS REVISIONES REALIZADAS A ESTE DOCUMENTO. TODAS LAS REVISIONES ANTERIORES A LA ÚLTIMA REGISTRADA DEBEN SER RETIRADAS Y/O DESTRUIDAS.					
Revisión No.	Fecha Reporte (dd/mm/aa)	Elaboró	Revisó	No. Páginas	Descripción
0	29/4/2016	Marcos León	Norbe Arias	1	Emitido para revisión del cliente
1. RESULTADOS					
Punto Monitoreo	pH	Temperatura (°C)	Conductividad, µS/cm	Resistividad, Ohm-m	Salinidad, partes por mil
OUT S-701B	6.99	22.4	579	17.27	0.333
OUT S-701E	7.01	22.3	593	16.86	0.341
OUT S-701H	6.73	22.5	588	17.01	0.338
OUT S-701G	6.96	22.3	572	17.48	0.329

Tabla 1: Análisis de agua celdas WEMCO (Datos de entrada suministrados por OXY).

Para efectos prácticos durante las pruebas de este alcance se trabajará inicialmente con agua potable de Bogotá con las siguientes características.

Salinidad: <0.5 mg/L
Temperatura: 20 °C
Densidad: 998 Kg/m³

Con los resultados obtenidos durante las pruebas se determinará la necesidad de replicar o no las condiciones del agua de producción en cuanto a salinidad y temperatura.

4.2.2. Aire:

En la entrada al equipo de medición.

Presión ambiente:
Temperatura (Max/min) = 25 / 5 °C.
Humedad relativa (Max/min/Media) = 85 / 30 /50
Flujo de salida max= 100 scfm
Presión de operación max = 10psig
Calidad del aire **1 / 2 / 1 Partículas / Agua / Aceite**

4.3. CONDICIONES DE OPERACIÓN

El sistema de pruebas será utilizado para realizar pruebas de sistemas filtrantes de manera intermitente

5. CRITERIOS DE DISEÑO DE PROCESOS

5.1. ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO

Se requiere por parte de OXY del diseño de un sistema de pruebas para los cerámicos a ser utilizados en las celdas WEMCO a ser modificadas. Se busca obtener un estándar de medición que permita realizar el recibido de los cerámicos además de poder efectuar pruebas que repercutan positivamente en la operación de los equipos de campo.

5.1.1. Tanque de pruebas:

Se debe diseñar un tanque que permita realizar pruebas a la mayor escala posible y que tenga en cuenta límites de espacio, costos de fabricación y/o la reutilización de elementos existentes del cliente.

Se determinó en conjunto con el cliente realizar un tanque que contendrá agua y permitirá hacer pruebas para un solo elemento (filtro) a la vez.

Para conseguir similitud hidráulica con el equipo real en campo se utilizarán las dimensiones de la instalación en la celda WEMCO (para un filtro Anexo 1), ver Figuras 1 y 2, como base para el diseño.

De acuerdo con este criterio las dimensiones mínimas operativas del tanque para pruebas serán:

Longitud >1096 mm
Altura > 525+**hmax operación** mm
Ancho> 354 mm

A estas dimensiones de operación deberá agregarse el espacio necesario para boquillas u otros elementos que requieran espacio adicional dentro del equipo.

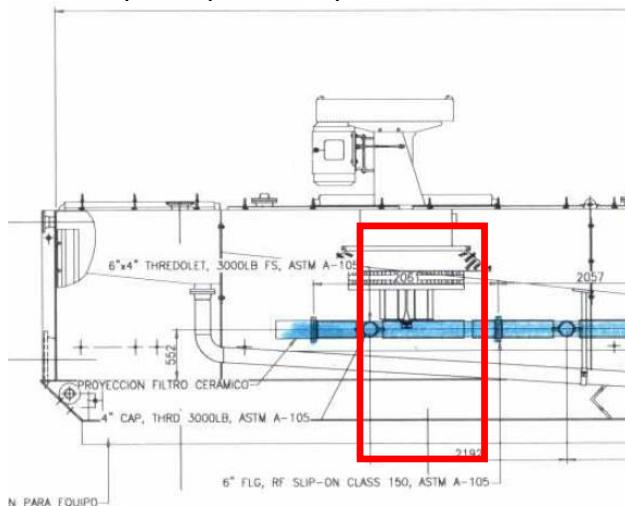


Figura 1. Celda WEMCO modificada sección vista lateral

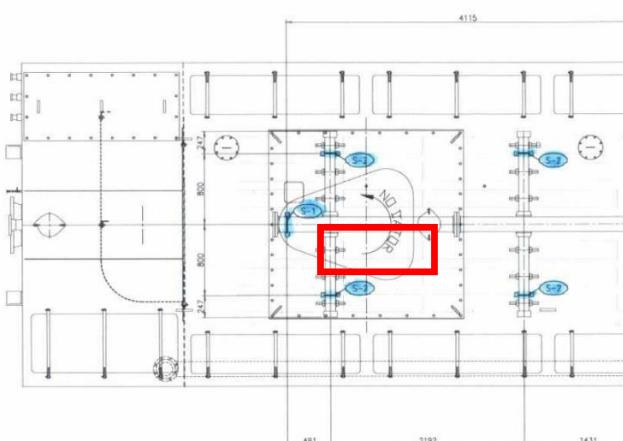


Figura 2. Celda WEMCO modificada sección vista de planta

5.1.2. Manifold de regulación y medición de presión y caudal de aire:

Para obtener algún tipo de resultado que sea repetible es necesario realizar una medición precisa del caudal y presión del aire para conseguir esto se requiere un Manifold con capacidad de medición de los siguientes rangos:

Presión mínima: 2 psig

Presión máxima: 10 psig

Precisión: $\pm 2\%$

Caudal mínimo: 5 scfm

Caudal máximo: 60 scfm

Precisión: $\pm 3\%$

Los rangos anteriores se calcularon de acuerdo con los datos teóricos y de campo suministrados por OXY.

COMPARATIVA DE LOS DISTINTOS SENSORES DE FLUJO						
Sensor de flujo	Líquidos recomendados	Pérdida de presión	Exactitud típica en %	Medidas y diámetros	Efecto viscoso	Coste Relativo
Orificio	Líquidos sucios y limpios; algunos líquidos viscosos	Medio	± 2 a ± 4 of full scale	10 a 30	Alto	Bajo
Tubo Venturi	Líquidos viscosos, sucios y limpios	Bajo	± 1	5 a 20	Alto	Medio
Tubo Pitot	Líquidos limpios	Muy bajo	± 3 a ± 5	20 a 30	Bajo	Bajo
Turbina	Líquidos limpios y viscosos	Alto	± 0.25	5 a 10	Alto	Alto
Electromagnet.	Líquidos sucios y limpios; líquidos viscosos y conductores	No	± 0.5	5	No	Alto
Ultrasonic. (Doppler)	Líquidos sucios y líquidos viscosos	No	± 5	5 a 30	No	Alto
Ultrasonic. (Time-of-travel)	Líquidos limpios y líquidos viscosos	No	± 1 a ± 5	5 a 30	No	Alto

Tabla 2. Precisión de medidores de caudal de aire.

5.1.3. Medición de cambio de nivel de agua durante soplado:

El propósito de esta medición es el de verificar el volumen instantáneo ocupado por el aire dentro del agua como parámetro a correlacionar con otros definidos como por ejemplo el grado de oxigenación del agua.

Las diferencias de nivel que se pueden detectar son muy pequeñas, por lo tanto, se dejará diseñado un sistema de medida que se implementara sólo después de verificar que sean detectables.

De manera preliminar se estima para efectos de diseño una medición de cambio de altura de:

$$\Delta H \text{ max} = 5\text{mm}$$

5.1.4. Medición de oxigenación del agua:

Se deberá utilizar un equipo que permita medir la proporción de oxígeno disuelto en el agua con respecto al tiempo de soplado, esto para poder diseñar posteriores procesos químicos con secuestrante de oxígeno para evitar corrosión en los materiales de tuberías y equipos después de la celda WEMCO. En el anexo 3 se muestra el ejemplo de un equipo portátil que tendría las características necesarias para la prueba.

Este ensayo podrá ser realizado con algún equipo disponible del cliente, con la compra de un equipo según se especifique en este trabajo o mediante el servicio de algún laboratorio especializado.

5.1.5. Medición de área de influencia del burbujeo:

Previendo los costos que implicará la medición del tamaño de burbuja según se explica más adelante en este documento, se propone realizar una medición del área seccional afectada por el burbujeo para distintos caudales y presiones de operación.

Esta medición permitirá prever condiciones de operación (presión, caudal) bajo las cuales se obtenga la mayor cobertura posible de las burbujas ascendentes

en la sección de trabajo, se estima que a mayor cobertura mejor será el proceso. También se podrá determinar si la distancia actual en la modificación ya efectuada en campo es ideal o se pudiera mejorar.

5.1.6. Medición de caída de presión en seco para filtros:

De las pruebas ya realizadas por el cliente con los filtros (Anexo 1), adquiridos por OXY se conoce que existen diferentes lotes en lo referente a la porosidad. Para mejorar el uso de estos elementos filtrantes en campo, se diseñará una prueba de caída de presión que permita de manera rápida determinar lotes diferentes y así clasificar y enviar a campo los diferentes lotes.

Se debe registrar en el resto de las pruebas aquí propuestas el lote de caída de presión al que pertenece cada uno de los cerámicos usados en las mismas para así obtener las correlaciones necesarias para obtener conclusiones válidas.

5.1.7. Medición de velocidad de ascenso:

Siendo la velocidad de ascenso generada por el campo de burbujas una característica que se relaciona directamente con el comportamiento de la separación requerida.

Se diseñará una prueba utilizando el mecanismo de coloreado del agua mediante la inyección de gotas o partículas de densidad similar a la de agua para establecer medidas de velocidad de ascenso, ya sea por mecanismos fotográficos o por medición con cronómetro según se determine en este trabajo.

5.1.8. Medición de tamaño de Burbuja:

Inicialmente se realizarán tomas fotográficas que se compararán visualmente, si los resultados de la experimentación de esta guía lo hacen indispensable se deberán solucionar varios puntos para producir un resultado de medición de tamaño de burbuja que resultará costoso por ser requerido resolver los siguientes problemas prácticos.

- Medición microscópica de porosidad.
- Producción de una lámina de burbujas para que las diferentes capas no generen interferencia en la fotografía.
- Fotografía de alta velocidad (i.e. Anexo 2).
- Software de reconocimiento de imágenes.
- Algoritmos de medida y estadística basados en las fotografías.

5.1.9. Verificación de estanqueidad de los sellos de los extremos entre la pieza de acero y el filtro cerámico:

Actualmente se realiza prueba de estanqueidad de los filtros, la prueba genera los resultados necesarios por lo que se puede mantener como está y estandarizar en cuanto a las variables de caudal y presión de aire.

De igual manera se notan en la práctica algunos defectos que deben corregirse para poder garantizar el correcto funcionamiento de este sello.

- Se debe verificar la no existencia de fisuras en el filtro.



Figura 3. Fisuras en extremo de filtros

- Se deben reemplazar los empaques de asbesto por materiales de mayor resistencia que garanticen el sello.



Figura 4. Rotura de empaques

- Se deben reemplazar los empaques de asbesto por materiales de mayor resistencia que garanticen el sello.



Figura 4. Pieza de empalme.

5.1.10. Equipo de soplado:

Teniendo en cuenta que la presión de operación para el aire es de máximo 10 psig el equipo más adecuado para obtener las condiciones del proceso será un soplador.

En caso de que el soplador no se pueda conseguir para las condiciones especificadas o que su costo no justifique la adquisición se especificará como equipo de producción de aire un compresor y se diseñará el Mánifold de medida y regulación para las necesidades de las pruebas.

5.2. PRESIÓN DE DISEÑO

Se determina como presión de diseño la máxima producida por el compresor disponible en el taller del proveedor de OXY.

P diseño = 120 psig

5.3. TEMPERATURA DE DISEÑO

T diseño = 25 °C

5.4. DIMENSIONAMIENTO DE LÍNEAS

Para el dimensionamiento de líneas de tubería se considera la velocidad y la caída de presión.

Como regla de diseño se utilizará la indicada en la tabla siguiente.

Velocidades de fluido en líneas de tubería.

Descripción	Aire Comprimido
Velocidad, ft/s	20 - 33

6. RECOMENDACIONES

Además de lo mencionado se recomienda el rediseño de la pieza de acero que conecta con el extremo de los filtros para generar un límite de movimiento en dirección radial que evite futuro desajuste en la zona del sello ver Figura 5.

7. ANEXO 1 – Ficha técnica elemento filtrante



MER

MAQUINARIA EQUIPOS Y REPUESTOS SAS

Nit. 900.660.285-8



1: General Description of Material:

Corundum filter element is a porous filter ceramic composed of corundum grains (α -Al₂O₃) sintered by analumosiliceous bond. Main components are splintery, dense electro-corundum grains that build a fine filtering ceramic structure with very narrow pore size distribution. The special feature of this filter media is its highly porous structure with its large internal surface area. Therefore it is suitable especially for depth filtration applications. This filter elements are successfully used for the filtration of liquids and gases.

2: Physical Properties:

Corundum filter element

	UNIT	
FILTRATION FINENESS	UM	0.25 - 100
POROSITY	%	35 - 45
MATERIAL DENSITY	G/CM	1.8
BENDING STRENGTH	MPA	20 - 80
MAX.TEMPERATURE RESISTACE	C°	600
OPERATING PRESSURE	MPA	-0.1 - 8
EXPANSION COEFFICIENT(25-800°C)	10 ⁶ /K	8.5
Depending on operating conditions		

ARAUCA-ARAUCA
Calle 15 No 7-375
Tel: 8852522
Cel:3153666870

www.maequierepuestos.com
imamahecha@hotmail.com

BOGOTÁ
Av 6 No 18b-14
La Estanzuela
Tel: 3608945
Cel:3153997134



MER

MAQUINARIA EQUIPOS Y REPUESTOS SAS

Nit. 900.660.285-8

e: Filtration of fertilizer industry, e.g. mixed gas filtration for HNO₃ synthesis; methane, sludge gas,
bio gas.

f: Filtration of sands from various kinds of medium: e.g. extracting oil, pumping water from the well;

Contact Information:

Gustavo Mahecha
MER SAS
Bogotá - Colombia
Tel: +57 315 366-6870

MER SAS

ARAUCA-ARAUCA
Calle 15 No 7-375
Tel: 8852522
Cel: 3153666870

www.maequipuestos.com
imamahecha@hotmail.com

BOGOTÁ
Av 6 No 18b-14
La Estanzuela
Tel: 3608945
Cel: 3153997134

8. ANEXO 2 – Ejemplo de cámara de alta velocidad

<http://www.xataka.com/fotografia-y-video/la-camara-de-alta-velocidad-asequible-existe-y-se-llama-edgertronic>

La cámara de alta velocidad asequible existe, y se llama Edgertronic



La **grabación de vídeo en alta velocidad** es una disciplina cara. Las cámaras capaces de lograr unas prestaciones profesionales pueden llegar a costar de 20.000 a 50.000 dólares, pero un experto llamado Mike Matter se propuso hacer que este mercado fuera bastante más accesible.

Su cámara, Edgertronic, es capaz de **grabar vídeo a 720p y a 700 fotogramas por segundo**, y también es capaz de ir más allá si usamos resoluciones más bajas, que permitirían grabar hasta a 18.000 fotogramas por segundo. ¿Quién no está dispuesto a pagar 5.495 míseros dólares por esa posibilidad?

Como era de esperar el proyecto de Matter se acabó lanzando en Kickstarter en octubre del año pasado, y este ingeniero **logró superar de largo sus expectativas** de inversión y más de 100 personas -que ya es mucho considerando el precio- se mostraron interesadas por el dispositivo, lo que hizo que se doblara la cantidad objetivo de la campaña de financiación colectiva.

La cámara tiene un diseño peculiar en el que destacan sus salidas, más propias de un ordenador portátil que de una cámara de vídeo. Así, contamos con dos puertos USB o **conectividad Ethernet 10/100**. Curiosamente la cámara ejecuta un servidor web propio que se conecta a un ordenador y que permite controlar sus funciones con un panel de administración.

9. ANEXO 3 – Ejemplo de medidor de oxígeno en agua

7

DISSOLVED OXYGEN



HI 9147 Dissolved Oxygen Meter for Aquaculture

- Designed specifically for aquaculture
- Galvanic DO probe
- Backlit LCD
- Automatic Temperature Compensation
- Manual salinity and altitude compensation
- Water-resistant

HI 9147 is designed for aquaculture applications. This unit is unique among our family of DO meters as it is supplied with a galvanic probe.

Unlike polarographic probes, galvanic DO probes require no conditioning time. When you need to measure multiple samples in a given period of time, pick it up and measure on demand.

HI 9147 is a must have for DO sensitive organisms or high bio-load environments.

DO Levels at 100% Saturation					
	Salinity (ppt)				
Temperature	0	10	20	30	40
10°C / 50°F	13.0	12.2	11.4	10.6	9.8
15°C / 59°F	10.3	9.7	9.2	8.6	8.1
20°C / 68°F	9.4	8.8	8.4	7.9	7.4
25°C / 77°F	8.5	8.0	7.6	7.2	6.7
30°C / 86°F	7.8	7.4	7.0	6.6	6.2

ORDERING INFORMATION

HI 9147-04 is supplied with HI 76409/4 probe with 4 m (13') cable and spare membranes (2), electrolyte solution (30 mL), batteries, screwdriver and instructions.

HI 9147-10 is supplied with HI 76409/10 probe with 10 m (32.8') cable and spare membranes (5), electrolyte solution (30 mL), batteries, screwdriver and instructions.

HI 9147-15 is supplied with HI 76409/15 probe with 15 m (49.2') cable and spare membranes (5), electrolyte solution (30 mL), batteries, screwdriver and instructions.

HI 9147-20 is supplied with HI 76409/20 probe with 20 m (65.6') cable and spare membranes (5), electrolyte solution (30 mL), batteries, screwdriver and instructions.

SOLUTIONS

HI7042S	Electrolyte solution for galvanic probes, 30 mL
HI7040M	Zero oxygen solution, 230 mL
HI7040L	Zero oxygen solution, 500 mL

ACCESSORIES

HI76409-0	Protective sleeve for HI 76409 probes
HI76409A/P	Membranes for HI 76409 probes (5)

For a complete list of Solutions, Probes and Accessories, see the end of this section.

www.hannainst.com

HANNA
Instruments

7.11