

**WATER TECHNOLOGIES**

**VWS MÉXICO, S.A. DE C.V.**  
Corporativo Tlalnepantla, Vía Dr. Gustavo  
Baz No. 2160, C.P. 54070 Tlalnepantla,  
Edo. De México. Tel. (52) 55 5366 6300

Resourcing the world



## **REPORTE PARA REMOCIÓN DE FIERRO Y MANGANESO**

**Cliente: CAASIM**

**24 de Agosto del 2015**

**VWS México, S.A. de C.V.**

---

**VWS México, es una empresa con registro ISO 9001:2008**

24 de Agosto de 2015

**SITIO**

Planta potabilizadora  
Pachuca, Hidalgo.

**OBJETIVO**

Describir las observaciones y analizar los resultados obtenidos para la remoción de fierro y manganeso mediante un sistema de filtración basado en la utilización de Zeolita (Clinoptilolita) recubierta con  $MnO_2$ .

**INTRODUCCIÓN**

Debido a problemas de Fierro y Manganeso presente en el afluente de la planta potabilizadora se decidió hacer un pilotaje mediante la utilización de un sistema de filtración y remoción de metales, basado en Zeolita (Clinoptilolita) recubierta con  $MnO_2$  con nombre comercial Katalyst-Light.

El Katalyst-Light es un medio filtrante con una alta capacidad para eliminar metales como son Fierro y Manganeso, Sulfuro de Hidrogeno, y para reducir el contenido de Arsénico y sustancias orgánicas del agua potable y aguas residuales.

**CONDICIONES DE OPERACIÓN**

Se utilizó un filtro con las siguientes características

- Dimensiones del filtro de 12" x 30"
- Volumen de zeolita utilizada: 1 ft<sup>3</sup> de medio filtrante
- Flujo de operación promedio: 2.5 gpm.
- Tiempo de contacto en cama vacía (TCCV) promedio: 3 min
- Flujo de retro-lavado promedio: 4 gpm.
- Tiempo de retro-lavado: 15 min.

**Nota:** el retro-lavado se hacía cuando la presión diferencial entre los manómetros de la entrada y la salida registraban 10 psi (0.7 kg/cm<sup>2</sup>) de caída de presión o a las 9 hrs. de operación

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

La calidad de agua de entrada se presenta a continuación:

Parámetros	Unidades	Método	Resultado	Maximo Permissible NOM-127-SSA1-1994** AGUA MUNICIPAL	Maximo Permissible NOM-041-SSA1-1994 AGUA PURIFICADA ENVASADA
TURBIEDAD	UTN	e	990	5	5
COLOR APARENTE	UPC	f	2200	20	15
COLOR VERDADERO	UPC	f	0	20	15
POTENCIAL HIDRÓGENO	UpH	i	6.78	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5
CLORO RESIDUAL LIBRE	mg/l	e	1	0.2 - 1.50	0.1
DUREZA TOTAL	mg/l*	a/k	1280	500	200
CALCIO	mg/l*	a	1140	-	-
MAGNESIO	mg/l*	a/h	140	-	-
SODIO	mg/l	g/h	ND*	200	-
ALCALINIDAD TOTAL	mg/l*	a/m	172	-	300
BICARBONATOS	mg/l*	a/m	172	-	-
CARBONATOS	mg/l*	a/m	0	-	-
HIDRÓXIDO	mg/l*	a/m	0	-	-
CLORUROS	mg/l	a/n	50	250	250
SULFATOS	mg/l	d	2200*	400	250
NITRITOS	mg/l	d	ND*	1	0.05
NITRATOS	mg/l	d	ND*	10	10
MANGANESO	mg/l	d	19.92	0.15	0.05
SILICE (SiO <sub>2</sub> )	mg/l	e	ND*	-	-
FIERRO	mg/l	e	20	0.30	0.30
CONDUCTIVIDAD	µS/cm	j	2260	-	-
STD.	ppm	j	1674	1000	500
TEMPERATURA	°C	j	20.9	-	-
COLOIDES	PRESENCIA AUSENCIA	g	ND	-	-

Figura 1: Calidad de entrada de agua a filtros (17-07-2015).

Como se puede observar los valores de entrada de fierro (20 mg/L) y manganeso (19.92 mg/L) son valores altos respecto al valor que pide la NOM-127-SSA1-1994 (Fierro=0.30 mg/L y Manganeso 0.15 mg/L).

Se presenta una turbiedad de 990 UTN lo que es una turbiedad bastante alta respecto a lo que la norma establece NOM-127-SSA1-1994 (<5 UTN)

Parámetros	Unidades	Método	Resultado	Máximo Permissible NOM-122-SSA1-1995** AGUA MUNICIPAL	Máximo Permissible NOM-041-SSA1-1993 AGUA PURIFICADA EN FASADA
TURBIEDAD	UTN	e	109.4	5	5
COLOR APARENTE	UPC	f	300	20	15
COLOR VERDADERO	UPC	f	0	20	15
POTENCIAL HIDRÓGENO	UpH	i	6.85	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5
COLOR RESIDUAL LIBRE	mg/l	e	1.1	0.2 - 1.50	0.1
DUREZA TOTAL	mg/l *	a/k	1348	500	200
CALCIO	mg/l *	a	1260	-	-
MAGNESIO	mg/l *	a/h	88	-	-
SODIO	mg/l	g/b	ND *	200	-
ALCALINIDAD TOTAL	mg/l *	a/m	172	-	300
BICARBONATOS	mg/l *	a/m	172	-	-
CARBONATOS	mg/l *	a/m	0	-	-
HICRÓXIDO	mg/l *	a/m	0	-	-
CLORUROS	mg/l	a/n	50	250	250
SULFATOS	mg/l	d	1800*	400	250
NITRITOS	mg/l	d	ND*	1	0.05
NITRATOS	mg/l	d	ND*	10	10
MANGANESO	mg/l	d	3	0.15	0.05
SÍLICE (SiO2)	mg/l	e	ND*	-	-
FIERRO	mg/l	e	3	0.30	0.30
CONDUCTIVIDAD	µS/cm	j	2266	-	-
STD.	ppm	j	1675	1000	500
TEMPERATURA	°C	j	20.9	-	-
CCLOIDES	PRESENCIA AUSENCIA	g	ND	-	-

Figura 2: Calidad de salida de agua a filtros después antes del retro-lavado.

Justo antes del retro-lavado se tomaron muestras del efluente y se pudo observar que continuaba la remoción de fierro (3 mg/L) y manganeso (3 mg/L) pero por arriba de los límites buscados debido a que saturó el filtro antes de las 9 horas de operación por la cantidad tan alta de fierro y manganeso presente en el agua de entrada.

La turbiedad está arriba de la norma ya que se presenta 109.4 NTU.

Parámetros	Unidades	Método	Resultado	Máximo Permissible NOM-017-SSA1-2014** AGUA MUNICIPAL	Máximo Permissible NOM-011-SSA1-1992 AGUA PURIFICADA ENVASADA
TURBIEDAD	UTN	e	5.36	5	5
COLOR APARENTE	UPC	f	30	20	15
COLOR VERDADERO	UPC	f	0	20	15
POTENCIAL HIDRÓGENO	UpH	i	7.09	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5
COLORO RESIDUAL LIBRE	mg/l	c	4	0.2 - 1.50	0.1
DUREZA TOTAL	mg/l *	a/k	1620	500	200
CALCIO	mg/l *	a	1310	-	-
MAGNESIO	mg/l *	a/h	310	-	-
SCODIO	mg/l	g/h	ND *	200	-
ALCALINIDAD TOTAL	mg/l *	a/m	206	-	300
BICARBONATOS	mg/l *	a/m	206	-	-
CARBONATOS	mg/l *	a/m	0	-	-
HIDRÓXIDO	mg/l *	a/m	0	-	-
CLORUROS	mg/l	a/n	50	250	250
SULFATOS	mg/l	d	1800*	400	250
NITRITOS	mg/l	d	ND*	1	0.05
NITRATOS	mg/l	d	ND*	10	10
MANGANESO	mg/l	d	0.6	0.15	0.05
SÍLICE (SiO2)	mg/l	c	ND*	-	-
FIERRO	mg/l	c	1	0.30	0.30
CONDUCTIVIDAD	µS/cm	j	2277	-	-
STD.	ppm	j	1688	1000	500
TEMPERATURA	°C	j	20.9	-	-
COLOIDES	PRESENCIA AUSENCIA	g	ND	-	-

Figura 3: Calidad de salida de agua a filtros después del retro-lavado.

Justo después del retro-lavado se tomaron muestras del efluente y se pudo observar una remoción mejor de hierro (1 mg/L) y manganeso (0.6 mg/L) pero por arriba de los límites buscados debido a la cantidad tan alta de hierro y manganeso a la entrada.

Parámetros	Unidades	Método	Resultado	Máximo Permissible NOM-127-SSA1-1994** AGUA MUNICIPAL	Máximo Permissible NOM-041-SSA1-1993 AGUA P. ÚTIL PARA ENTASADA
TURBIEDAD	UTN	e	253.6	5	5
COLOR APARENTE	UPC	f	500	20	15
COLOR VERDADERO	UPC	f	0	20	15
POTENCIAL HIDRÓGENO	UpH	i	7.09	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5
CLORO RESIDUAL LIBRE	mg/l	e	4	0.2 - 1.50	0.1
DUREZA TOTAL	mg/l*	a/k	1348	500	200
CALCIO	mg/l*	a	1200	-	-
MAGNESIO	mg/l*	a/h	148	-	-
SODIO	mg/l	g/h	ND*	200	-
ALCALINIDAD TOTAL	mg/l*	a/m	240	-	300
BICARBONATOS	mg/l*	a/m	240	-	-
CARBONATOS	mg/l*	a/m	0	-	-
HIDRÓXIDO	mg/l*	a/m	0	-	-
CLORUROS	mg/l	a/n	50	250	250
SULFATOS	mg/l	d	1800*	400	250
NITRITOS	mg/l	d	ND*	1	0.05
NITRATOS	mg/l	d	ND*	10	10
MANGANESO	mg/l	d	9	0.15	0.05
SÍLICE (SiO2)	mg/l	c	ND*	-	-
FIERRO	mg/l	c	20	0.30	0.30
CONDUCTIVIDAD	µS/cm	j	2254	-	-
STD.	ppm	j	1670	1000	500
TEMPERATURA	°C	j	20.9	-	-
COLOIDES	PRESENCIA AUSENCIA	g	ND	-	-

Figura 4: Calidad de entrada de agua a filtros (24-07-2015).

Como se puede observar los valores de entrada de fierro (20 mg/L) y manganeso (9 mg/L) son valores altos respecto al valor que pide la NOM-127-SSA1-1994 (Fierro=0.30 mg/L y Manganeso 0.15 mg/L).

Se presenta una turbiedad de 253.6 UTN y la norma establece <5 UTN.

Parámetros	Unidades	Método	* Resultado	Máximo Permissible NOM-127-SSA1-1994** AGUA MUNICIPAL	Máximo Permissible NOM-041-SSA1-1988 AGUA PURIFICADA ENVASADA
TURBIEDAD	UTN	e	0	5	5
COLOR	UPC	f	0	20	15
POTENCIAL HIDRÓGENO	UpH	i	8.11	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5
COLOR RESIDUAL LIBRE	mg/l	c	10	0.2 - 1.50	0.1
DUREZA TOTAL	mg/l*	a/k	1312	500	200
CALCIO	mg/l*	a	1126	-	-
MAGNESIO	mg/l*	a/h	186	-	-
SODIO	mg/l	g/h	32.3	200	-
ALCALINIDAD TOTAL	mg/l*	a/m	82	-	300
BICARBONATOS	mg/l*	a/m	46	-	-
CARBONATOS	mg/l*	a/m	36	-	-
HIDRÓXIDO	mg/l*	a/m	0	-	-
CLORUROS	mg/l	a/n	37	250	250
SULFATOS	mg/l	d	1200	400	250
NITRITOS	mg/l	d	0	1	0.05
NITRATOS	mg/l	d	0	10	10
MANGANESO	mg/l	d	0.06	0.15	0.05
SÍLICE (SiO <sub>2</sub> )	mg/l	b	30	-	-
FIERRO	mg/l	c	0.1	0.30	0.30
CONDUCTIVIDAD	µS/cm	j	2203	-	-
STD.	ppm	j	1627	1000	500
TEMPERATURA	°C	j	17.4	-	-
COLOIDES	PRESENCIA AUSENCIA	g	ND	-	-

Figura 5: Calidad de salida de agua a filtros después de 1 hora de operación.

Después de una hora de operación se tomaron muestras del efluente y se pudo observar una remoción de hierro (0.1 mg/L) y manganeso (0.06mg/L) por debajo de la norma NOM-127-SSA1-1994 (Hierro=0.30 mg/L y Manganeso 0.15 mg/L).

La turbiedad es de 0.

Parámetros	Unidades	Método	Resultado	Máximo Permissible	Máximo Permissible
				NOM-127-SSA1-1994** AGUA MUNICIPAL	NOM-041-SSA1-1993 AGUA PURIFICADA ENVASADA
TURBIEDAD	UTN	e	7.67	5	5
COLOR APARENTE	UPC	f	30	20	15
COLOR VERDADERO	UPC	f	0	20	15
POTENCIAL HIDRÓGENO	UpH	i	7.43	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5
CLORO RESIDUAL LIBRE	mg/l	c	4	0.2 - 1.50	0.1
DUREZA TOTAL	mg/l*	a/k	1348	500	200
CALCIO	mg/l*	a	1200	-	-
MAGNESIO	mg/l*	a/h	148	-	-
SODIO	mg/l	g/h	ND*	200	-
ALCALINIDAD TOTAL	mg/l*	a/m	240	-	300
BICARBONATOS	mg/l*	a/m	240	-	-
CARBONATOS	mg/l*	a/m	0	-	-
HIDRÓXIDO	mg/l*	a/m	0	-	-
CLORUROS	mg/l	a/n	50	250	250
SULFATOS	mg/l	d	1800*	400	250
NITRITOS	mg/l	d	ND*	1	0.05
NITRATOS	mg/l	d	ND*	10	10
MANGANESO	mg/l	d	0.8	0.15	0.05
SÍLICE (SiO <sub>2</sub> )	mg/l	c	ND*	-	-
FIERRO	mg/l	c	5	0.30	0.30
CONDUCTIVIDAD	µS/cm	j	2254	-	-
STD.	ppm	j	1670	1000	500
TEMPERATURA	°C	j	20.9	-	-
COLOIDES	PRESENCIA AUSENCIA	g	ND	-	-

Figura 6: Calidad de salida de agua a filtros antes del retro-lavado.

Justo antes del retro-lavado se tomaron muestras del efluente y se pudo observar que continuaba la remoción de fierro (5 mg/L) y manganeso (0.8mg/L) pero por arriba de los límites buscados debido a que saturó el filtro antes de las 9 horas de operación por la cantidad tan alta de fierro y manganeso presente en el agua de entrada.



## RESUMEN

Tabla 1: Resumen 17-07-2015

	Entrada 17-07-2015	Salida antes de retro-lavado		Salida después de retro-lavado		NOM-127-SSA1-1994	Unidades	
Fe	20	3	85%	1	95%	0.3	mg/L	%rem.
Mn	19.92	3	85%	0.6	96%	0.15	mg/L	%rem.
Turbiedad	990	109.4	89%	5.36	99.5%	5	UTN	%rem.

Tabla 2: Resumen 24-07-2015

	Entrada 24-07-2015	Salida después de 1 hora de op.		Salida antes de retro-lavado		NOM-127-SSA1-1994	Unidades	
Fe	20	0.1	99%	5	75%	0.3	mg/L	%rem.
Mn	9	0.06	99%	0.8	91%	0.15	mg/L	%rem.
Turbiedad	253.6	0	100%	7.67	97%	5	UTN	%rem.

## CONCLUSIÓN

El sistema de filtración basado en zeolita enriquecida con  $MnO_2$  tiene la capacidad de remover metales de forma eficiente, alcanza valores de remoción de Hierro y Manganeseo de hasta el 99%, pero este valor depende principalmente de la calidad de agua de entrada.

Para valores tan altos como los que se presentan en el afluente de la planta potabilizadora se recomienda poner un sistema doble de filtración en serie para asegurar que la calidad de agua del efluente cumpla con la NOM-127-SSA1-1994 (Hierro=0.30 mg/L y Manganeseo 0.15 mg/L) en todo momento.