

## ÍNDICE ANEXOS

Índice Anexos.....	1
Anexo I: Métodos de degradación.....	3
Anexo II: Fichas de seguridad .....	7
Anexo III: Tablas de resultados de las calibraciones.....	63
Anexo IV: Tablas y gráficos de los datos experimentales .....	71
Anexo V: Datos primarios de los experimentos .....	95
Anexo VI: Resultados analíticos HPLC .....	135
Anexo VII: Estudio estadístico .....	157
Anexo VIII: Estudios previos al PFC-1 .....	161
Anexo IX: Comunicación enviada al congreso CHISA.....	171
Anexo X: Comunicación enviada al congreso Mediterráneo .....	183
Anexo XI: Comunicación enviada al congreso SPEA5.....	187



# **Anexo I: Métodos de degradación**

### **Incineración**

La incineración es uno de los métodos más usados para pequeñas cantidades de aguas residuales con altas concentraciones de contaminante, difícilmente recuperable. Presenta la desventaja de los elevados costes de la instalación y el elevado coste de consumo de energía del proceso. Además se prevén restricciones de este método porque se contribuye al aumento de la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera.

### **Adsorción**

La adsorción mediante carbón activo es un método avanzado de tratamiento de aguas residuales que se utiliza para extraer compuestos orgánicos refractarios a otros tratamientos, para extraer compuestos inorgánicos y para eliminar cloro, malos sabores y olores. Es un método de separación que transfiere el contaminante desde la fase acuosa en la cual está disuelto a la superficie del carbón activo, donde queda retenido y se acumula. Las desventajas son que el carbón activado es caro y que los contaminantes quedan retenidos en su superficie por lo que se debe realizar una posterior desadsorción del contaminante para su recuperación o bien se debe desechar el carbón como residuo sólido. Este residuo sólido debe tratarse de forma especial si el contaminante absorbido es tóxico.

### **Oxidación húmeda con aire (WAO)**

La oxidación húmeda mediante aire (Wet Air Oxidation) consiste en transferir los compuestos orgánicos volátiles desde la fase líquida al aire, mediante aireación con torres, difusores o mediante borboteo de aire comprimido. En el borboteo se puede emplear oxígeno en vez de aire comprimido y en ambos casos el oxígeno oxida a la materia orgánica. Estos métodos están más extendidos que la oxidación química porque las emisiones a la atmósfera no son todavía muy restrictivas.

Son los métodos más simples y económicos para eliminar los compuestos orgánicos volátiles presentes en aguas residuales, pero al igual que en el caso de la incineración cada vez más se están limitando las emisiones VOC's a la atmósfera lo que implicará un retroceso de estos métodos.

### **Oxidación húmeda supercrítica**

En el proceso de oxidación húmeda supercrítica se oxidan los compuestos orgánicos e inorgánicos a altas presiones y temperaturas.

La temperatura a aplicar depende del contaminante a degradar. Suele oscilar entre los 150 °C y los 350 °C.

El mecanismo de la oxidación húmeda supercrítica ha sido profundamente estudiado y se considera que tiene lugar mediante radicales libres.

### **Oxidación electroquímica**

El uso de la oxidación electroquímica para la destrucción de los compuestos orgánicos en soluciones acuosas se ha estudiado en el laboratorio y a escala piloto, pero su uso a nivel industrial implica un coste operativo muy elevado.

Una de las ventajas del proceso electroquímico es que los electrones que se ceden y los que se roban para reducir y oxidar especies químicas tiene lugar en los respectivos electrodos, sustituyendo a reactivos oxidantes. Es como si se tratase de reactivos limpios.

Como contrapartida el proceso es muy caro y además los contaminantes a ser tratados deben ser conductores.

### **Oxidación fotoquímica**

Se han llevado a cabo investigaciones de la oxidación fotoquímica empleando luz ultravioleta, pero hay una serie de limitaciones. El fundamento del proceso es simplemente que al irradiar con luz el contaminante, éste absorbe energía pasando a un estado excitado en el que es capaz de reaccionar químicamente con otras especies.

La primera limitación es que el contaminante debe absorber la luz con la que es irradiado, compitiendo con otros compuestos e incluso con el propio efluente acuoso a depurar. La segunda limitación es que se pueden generar subproductos más complejos que el contaminante inicial.

### **Oxidación química**

Dentro de la oxidación química se engloba a todos los tratamientos de oxidación convencionales (reacciones Redox de transferencia de electrones), empleando los reactivos químicos oxidantes: cloro, dióxido de cloro, lejía, permanganato de potasio, oxígeno, peróxido de hidrógeno y ozono.

### **Oxidación biológica**

Los tratamientos biológicos para la destrucción de compuestos orgánicos presentan incuestionables ventajas respecto a los anteriores procesos por su bajo coste económico. Sin embargo muchos compuestos orgánicos no pueden ser eliminados con estos tratamientos.

Hay dos tipos de tratamientos biológicos: el aeróbico y el anaeróbico. El más utilizado es el aeróbico por eficiencia y simplicidad.



# **Anexo II: Fichas de seguridad**

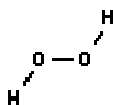
## Ficha de seguridad del Peróxido de Hidrógeno 30 %(p/v)

Panreac

CODIGO PRODUCTO: 131077

### Hidrógeno Peróxido 33% p/v (110 vol.) PA-ACS-ISO

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>



M.= 34,01

CAS [7722-84-1]

EINECS 231-765-0

NC 2847 00 00

**SINONIMOS:** Hidrógeno Dióxido • Hidroperóxido •

**DATOS FISICOS:** Líquido transparente e incoloro • Miscible con agua • D a 20/4: 1,12 • P. F.: -26 ° C • P. E.: 107 ° C • Pres. Vap. a 20 ° C 18 hPa •

**APLICACIONES:** Reactivo en análisis: USP 29 • Ph. Eur. 5.0 •

**BIBLIOGRAFIA:** Merck Index 12 , 4839 13 , 4819 • Sax HIB 000 • Safety 2 , 2546 B • Kühn-Birett W 2 • Ullmann (5.) 13 , 443 • Fieser 1 , 457 2 , 216 3 , 154 4 , 253 5 , 337 6 , 286 7 , 174 8 , 247 9 , 241 10 , 201 12 , 242 13 , 145 14 , 176 15 , 166 • ACS IX , 340 X , 360 • ISO 6353/2-1983R - 14 , 19 • USP 28 , 972 2 , 3493 29 , 1225 • BP 2007 • Ph. Eur. IV , 1340 (2002) 5.0, 1763 (2005) • F.C.C. IV , 197 •

**PELIGROSIDAD:** C.E.: 008-003-00-9 • RTECS: MX 0899000 • DL L<sub>0</sub> oral hmn 1429 mg/Kg • VLA-ED: 1,4 mg/m<sup>3</sup> •



R: 22-41

S: 17-26-28a-36/37/39-45

**NORMAS DE TRANSPORTE:** UN: 2014 • ADR: 5.1/II • IMDG: 5.1/II • IATA: 5.1/II • PAX: 501 • CAO: 506 •

**INFORMACION PESO/VOLUMEN:** 1lX1,11kg 1kgX0,90l

#### ESPECIFICACIONES:

Riqueza (Perm.) p/p	30,0-32,0 %
---------------------	-------------

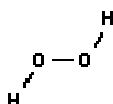
Riqueza (en vol. O <sub>2</sub> )(Perm.)	110 vol.
--	----------



**CODIGO PRODUCTO:** 121076

## Hidrógeno Peróxido 30% p/v (100 vol.) PA

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>



M.= 34,01

CAS [7722-84-1]

EINECS 231-765-0

NC 2847 00 00

**SINONIMOS:** Hidrogeno Dióxido • Hidroperóxido • Agua Oxigenada •

**DATOS FISICOS:** Líquido transparente e incoloro • Miscible con agua • D a 20/4: 1,10 • P. F.: -26 °C • P. E.: 107 °C • Pres. Vap. a 20 °C 18 hPa •

**APLICACIONES:** Reactivo en análisis: RFE • USP 26 • BP • Ph. Eur. IV • Reactivo utilizado para la descomposición de muestras orgánicas e inorgánicas ; R. Bock , "Aufschlussmethoden der Anorg. & Org. Chemie" , Verlag Chemie , Weinheim (1972) • Para la determinación del contenido de nitrógeno en leche según **ISO 8968-3:2004** •

Reactivo en síntesis: Preparación de alquenos a partir de alquilfenil-seleniuros y alquilfenil-teluluros secundarios ; S. Uemura , *J. Chem. Soc. Chem. Comm.* , 1037 (1985) •

**BIBLIOGRAFIA:** Merck Index 12 , 4839 13 , 4819 • Sax HIB 000 • Safety 2 , 2546 B • Kühn-Birett W 2 • Fieser 1 , 457 2 , 216 3 , 154 4 , 253 5 , 337 6 , 286 7 , 174 8 , 247 9 , 241 10 , 201 12 , 242 13 , 145 14 , 176 15 , 166 17 , 145 • Ullmann (5.) 13 , 443 • ACS VIII , 376 IX , 340 • ISO 6353/2-1983R - 14 , 19 • USP 24 , 836 25 , 865 26 , 927 1 , 2969 • Ph. Eur. III , 991 (1997) IV , 1340 (2002) • F.C.C. IV , 197 V , 222 •

**PELIGROSIDAD:** C.E.: 008-003-00-9 • RTECS: MX 0899000 • DL L<sub>0</sub> oral hmn 1429 mg/Kg • VLA-ED: 1,4 mg/m<sup>3</sup> •



R: 22-41

S: 17-26-28a-36/37/39-45

**NORMAS DE TRANSPORTE:** UN: 2014 • ADR: 5.1/II • IMDG: 5.1/II • IATA: 5.1/II • PAX: 501 • CAO: 506•

**INFORMACION PESO/VOLUMEN:** 1lX1,10kg 1kgX0,91l

**Ficha de Datos de Seguridad Según Directiva 2001/58/CE**

**211077 Hidrógeno Peróxido 33% p/v (110 vol.) estabilizado QP**

**1. Identificación de la sustancia/preparado y de la sociedad o empresa**

**1.1 Identificación de la sustancia o del preparado**

Denominación:  
Hidrógeno Peróxido 33% p/v (110 vol.)

**1.2 Uso de la sustancia o preparado:**

Para usos de laboratorio, análisis, investigación y química fina.

**1.3 Identificación de la sociedad o empresa:**

PANREAC QUIMICA, S.A.U.  
C/Garraf, 2  
Polígono Pla de la Bruguera  
E-08211 Castellar del Vallès  
(Barcelona) España  
Tel. (+34) 937 489 400  
Urgencias:  
Número único de teléfono para llamadas de urgencia: 112 (UE)  
Tel.:(+34) 937 489 499

**2. Composición/Información de los componentes**

Solución acuosa

Hidrógeno Peróxido 33% p/v (110 vol.)  
CAS [7722-84-1] Fórmula:  $H_2O_2$  M.=34,01  
Número CE (EINECS): 231-765-0  
Número de índice CE: 008-003-00-9  
R: 22-41

**3. Identificación de los peligros**

Nocivo por ingestión. Riesgo de lesiones oculares graves.

#### **4. Primeros auxilios**

##### **4.1 Indicaciones generales:**

En caso de pérdida del conocimiento nunca dar a beber ni provocar el vómito.

##### **4.2 Inhalación:**

Trasladar a la persona al aire libre. En caso de que persista el malestar, pedir atención médica.

##### **4.3 Contacto con la piel:**

Lavar abundantemente con agua. Quitarse las ropas contaminadas. En caso de irritación, pedir atención médica.

##### **4.4 Ojos:**

Lavar con agua abundante (mínimo durante 15 minutos), manteniendo los párpados abiertos. Pedir atención médica.

##### **4.5 Ingestión:**

Beber agua abundante. Evitar el vómito (existe riesgo de perforación). Pedir inmediatamente atención médica. No neutralizar.

#### **5. Medidas de lucha contra incendio**

##### **5.1 Medios de extinción adecuados:**

Agua.

##### **5.2 Medios de extinción que NO deben utilizarse:**

Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Polvo seco. Espuma.

##### **5.3 Riesgos especiales:**

Incombustible. Favorece la formación de incendios. Mantener alejado de sustancias combustibles.

##### **5.4 Equipos de protección:**

-----

#### **6. Medidas a tomar en caso de vertido accidental**

##### **6.1 Precauciones individuales:**

No inhalar los vapores.

##### **6.2 Precauciones para la protección del medio ambiente:**

	<p>No permitir el paso al sistema de desagües. Evitar la contaminación del suelo, aguas y desagües.</p> <p><b>6.3 Métodos de recogida/limpieza:</b></p> <p>Recoger con materiales absorbentes (Absorbente General Panreac, Kieselguhr, etc.) o en su defecto arena o tierra secas y depositar en contenedores para residuos para su posterior eliminación de acuerdo con las normativas vigentes. Limpiar los restos con agua abundante.</p>
<p><b>7. Manipulación y almacenamiento</b></p> <p><b>7.1 Manipulación:</b></p> <p>Sin indicaciones particulares.</p> <p><b>7.2 Almacenamiento:</b></p> <p>Recipientes bien cerrados. Mantener alejado de sustancias inflamables, fuentes de ignición y calor. Protegido de la luz. Temperatura ambiente. Almacenar en recipientes cuyo cierre permita el escape de la presión interna (p.e. provistos de válvula de seguridad).</p>	
<p><b>8. Controles de exposición/protección personal</b></p> <p><b>8.1 Medidas técnicas de protección:</b></p> <p>Asegurar una buena ventilación y renovación de aire del local.</p> <p><b>8.2 Control límite de exposición:</b></p> <p>VLA-ED: 1 ppm ó 1,4 mg/m<sup>3</sup></p> <p><b>8.3 Protección respiratoria:</b></p> <p>En caso de formarse vapores/aerosoles, usar equipo respiratorio adecuado. Filtro NOX. Filtro P<sub>3</sub>.</p> <p><b>8.4 Protección de las manos:</b></p> <p>Usar guantes apropiados</p> <p><b>8.5 Protección de los ojos:</b></p> <p>Usar gafas apropiadas.</p> <p><b>8.6 Medidas de higiene particulares:</b></p> <p>Quitarse las ropas contaminadas. Usar ropa de trabajo adecuada. Lavarse manos y cara antes de las pausas y al finalizar el trabajo.</p> <p><b>8.7 Controles de la exposición del medio ambiente:</b></p>	

Cumplir con la legislación local vigente sobre protección del medio ambiente.

El proveedor de los medios de protección debe especificar el tipo de protección que debe usarse para la manipulación del producto, indicando el tipo de material y, cuando proceda, el tiempo de penetración de dicho material, en relación con la cantidad y la duración de la exposición.

## 9. Propiedades físicas y químicas

Aspecto:

Líquido transparente e incoloro.

Olor:

Característico.

pH <~2-4

Punto de ebullición :107°C

Punto de fusión : -26°C

Presión de vapor: 18 hPa (20°C)

Densidad (20/4): 1,12

Solubilidad: Miscible con agua

## 10. Estabilidad y reactividad

### 10.1 Condiciones que deben evitarse:

Temperaturas elevadas.

### 10.2 Materias que deben evitarse:

Alcoholes. Aldehídos. Eteres. Ácidos. Anhídridos. Aminas. Amoníaco. Hidracina y derivados. Metales alcalinotérreos. Metales alcalinos. Sales alcalinas. Hidróxidos alcalinos. Metales y sus aleaciones. Metales en polvo. Óxidos metálicos. Sales metálicas. No metales. Óxidos no metálicos. Hidruros. Sustancias inflamables. Agentes oxidantes. Compuestos orgánicos. Peróxidos. Impurezas/polvo.  $\text{KMnO}_4$ . Disolventes orgánicos. Compuestos orgánicos de nitrógeno.

### 10.3 Productos de descomposición peligrosos:

-----

### 10.4 Información complementaria:

Sensible a la luz.

## 11. Información toxicológica

### 11.1 Toxicidad aguda:

DL<sub>50</sub> oral rata: 2000 mg/kg (sol. 90%)  
DL<sub>50</sub> dermal rata: 4060 mg/kg (sol. 90%)  
CL<sub>50</sub> inh rata: 2000 mg/m<sup>3</sup>/4h (sol. 90%)

### 11.2 Efectos peligrosos para la salud:

Por inhalación de vapores: Irritaciones en vías respiratorias.  
En contacto con la piel: Quemaduras en mucosas, piel y ojos  
Por contacto ocular: quemaduras.  
Por ingestión: Quemaduras en el aparato digestivo. Puede provocar náuseas, vómitos.  
Por absorción de grandes cantidades: Puede provocar perforación intestinal y de esófago.  
No hay conclusiones objetivas definitivas sobre el efecto cancerígeno de esta sustancia.

## 12. Información Ecológica

### 12.1 Movilidad :

-----

### 12.2 Ecotoxicidad :

12.2.1 - Test EC<sub>50</sub> (mg/l) :  
Peces (Leuciscus Idus) = 35 mg/l ; Clasificación : Extremadamente tóxico.  
12.2.2 - Medio receptor :  
Riesgo para el medio acuático = Medio  
Riesgo para el medio terrestre = Medio  
12.2.3 - Observaciones :  
Ecotoxicidad aguda en la zona de vertido.

### 12.3 Degradabilidad :

12.3.1 - Test :-----  
12.3.2 - Clasificación sobre degradación biótica :  
DBO<sub>5</sub>/DQO Biodegradabilidad = -----  
12.3.3 - Degradación abiótica según pH : -----  
12.3.4 - Observaciones :  
-----

### 12.4 Acumulación :

12.4.1 - Test :  
-----  
12.4.2 - Bioacumulación :  
Riesgo = -----  
12.4.3 - Observaciones :  
-----

#### **12.5 Otros posibles efectos sobre el medio natural :**

No deben esperarse interferencias en depuradoras si se usa adecuadamente.

### **13. Consideraciones sobre la eliminación**

#### **13.1 Sustancia o preparado:**

En la Unión Europea no están establecidas pautas homogéneas para la eliminación de residuos químicos, los cuales tienen carácter de residuos especiales, quedando sujetos su tratamiento y eliminación a los reglamentos internos de cada país. Por tanto, en cada caso, procede contactar con la autoridad competente, o bien con los gestores legalmente autorizados para la eliminación de residuos. 2001/573/CE: Decisión del Consejo, de 23 de julio de 2001, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE de la Comisión en lo relativo a la lista de residuos.

Directiva 91/156/CEE del Consejo de 18 de marzo de 1991 por la que se modifica la Directiva 75/442/CEE relativa a los residuos.

En España: Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos. Publicada en BOE 22/04/98.

ORDEN MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos. Publicada en BOE 19/02/02.

#### **13.2 Envases contaminados:**

Los envases y embalajes contaminados de sustancias o preparados peligrosos, tendrán el mismo tratamiento que los propios productos contenidos.

Directiva 94/62/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de diciembre de 1994, relativa a los envases y residuos de envases.

En España: Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases. Publicada en BOE 25/04/97.

Real Decreto 782/1998, de 30 de abril, por el que se aprueba el Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases. Publicado en BOE 01/05/98.

### **14. Información relativa al transporte**

Terrestre (ADR):

Denominación técnica: PERÓXIDO DE HIDRÓGENO EN SOLUCIÓN ACUOSA con un mínimo del 20% y un máximo del 60%, de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (estabilizado)

ONU 2014 Clase: 5.1 Grupo de embalaje: II

Marítimo (IMDG):

Denominación técnica: PERÓXIDO DE HIDRÓGENO EN SOLUCIÓN ACUOSA con un mínimo del 20% y un máximo del 60%, de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (estabilizado)

ONU 2014 Clase: 5.1 Grupo de embalaje: II

Aéreo (ICAO-IATA):  
Denominación técnica: Peróxido de hidrógeno en solución acuosa  
ONU 2014 Clase: 5.1 Grupo de embalaje: II  
Instrucciones de embalaje: CAO 506 PAX 501

## 15. Información reglamentaria

### 15.1 Etiquetado según Directiva de la CE



Símbolos:

Indicaciones de peligro: Nocivo

Frases R: 22-41 Nocivo por ingestión. Riesgo de lesiones oculares graves.

Frases S: 17-26-28a-36/37/39-45 Manténgase lejos de materias combustibles. En caso de contacto con los ojos, lávese inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico. En caso de contacto con la piel, lávese inmediata y abundantemente con agua. Úsen se indumentaria y guantes adecuados y protección para los ojos-la cara. En caso de accidente o malestar, acuda inmediatamente al médico (si es posible, muéstrole la etiqueta).

Número de índice CE: 008-003-00-9

### 15.2 Disposiciones particulares en el ámbito comunitario:

## 16. Otras informaciones

Respecto a la revisión anterior, se han producido cambios en los apartados: 15.

Información de los componentes:

Hidrógeno Peróxido 33% p/v (110 vol.)

CAS [7722-84-1]  $H_2O_2$  M.=34,01

231-765-0 008-003-00-9



R: 22-41

Nocivo por ingestión. Riesgo de lesiones oculares graves.

Número y fecha de la revisión: 2 29.06.06

Los datos consignados en la presente Ficha de Datos de Seguridad, están basados en nuestros conocimientos actuales, teniendo como único objeto informar sobre aspectos de seguridad y no garantizándose las propiedades y características en ella indicadas.

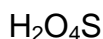
## Ficha de seguridad del Ácido Sulfúrico 96 % (p/p)

Panreac

CODIGO PRODUCTO: **211058**

**Acido Sulfúrico 96% QP**





M.= 98,08

CAS [7664-93-9]

EINECS 231-639-5

NC 2807 00 10

E -513

**DATOS FISICOS:** Líquido transparente e incoloro • Miscible con agua • D a 20/4: 1,84 • P. F.: -15 °C • P. E.: 330 °C •

**APLICACIONES:** Reactivo en análisis : USP **29** • BP **2007** • Ph. Eur. **5.0** • F.C.C. **V** • Componente en las soluciones de DQO (demanda química de oxígeno). UNE **77-004-89** (1989).ISO **6060**-1986. Norme Française NFT **90-101** (1988) •

**BIBLIOGRAFIA:** Merck Index **12** , 9147 **13** , 9064 • Sax SOI 500 • Römpf **8** , 3760 • Safety **2** , 2178 D • Kühn-Birett S 12 • Fieser **1** , 470 **5** , 633 **6** , 558 **7** , 347 **9** , 441 • ACS **IX** , 643 , 647 **X** , 670-674 • ISO **6353-2**/1983 R - 37 , 52 • USP- NF **28** , 3096 **29** , 3757 • BP **2007** • Ph. Eur. **IV** , 1989 (2002) **5.0**, 2520 (2005) • F.C.C. **IV** , 402 **V** , 461 • Directiva **2000/63/CE** , 22 •

**PELIGROSIDAD:** C.E.: 016-020-00-8 • RTECS: WS 5600000 • DL<sub>50</sub> oral rat 2150 mg/Kg • CL<sub>50</sub> ihl rat 510 mg/m<sup>3</sup>/2h • VLA-ED (H<sub>2</sub>O<sub>4</sub> S): 1 mg/m<sup>3</sup> • VLA-EC: 3 mg/m<sup>3</sup> •



R: 35

S: 26-30-45

**NORMAS DE TRANSPORTE:** UN: 1830 • ADR: 8/II • IMDG: 8/II • IATA: 8/II • PAX: 809 • CAO: 813•

**INFORMACION PESO/VOLUMEN:** 1lX1,84kg 1kgX0,54l

**OBSERVACIONES:** Producto regulado como precursor de drogas •

#### ESPECIFICACIONES:

Riqueza (Acidim.)	96 %
-------------------	------

Fe	0,01 %
----	--------

Pb	0,01 %
----	--------

### Ficha de Datos de Seguridad Según Directiva 2001/58/CE

211058 Acido Sulfúrico 96% QP

#### 1. Identificación de la sustancia/preparado y de la sociedad o empresa

##### 1.1 Identificación de la sustancia o del preparado

Denominación: Acido Sulfúrico 93-98%	
<b>1.2</b>	<b>Uso de la sustancia o preparado:</b>  Para usos de laboratorio, análisis, investigación y química fina.
<b>1.3</b>	<b>Identificación de la sociedad o empresa:</b>  PANREAC QUIMICA, S.A.U. C/Garraf, 2 E-08211 Castellar del Vallès (Barcelona) España Tel.:(+34) 937 489 400 Urgencias: Número único de teléfono para llamadas de urgencia: 112 (UE) Tel.:(+34) 937 489 499
<b>2. Composición/Información de los componentes</b>	
Denominación: Acido Sulfúrico 93-98% Fórmula: $H_2SO_4$ M.=98,08 CAS [7664-93-9] Número CE (EINECS): 231-639-5 Número de índice CE: 016-020-00-8	
<b>3. Identificación de los peligros</b>	
Provoca quemaduras graves.	
<b>4. Primeros auxilios</b>	
<b>4.1</b>	<b>Indicaciones generales:</b>  En caso de pérdida del conocimiento nunca dar a beber ni provocar el vómito.
<b>4.2</b>	<b>Inhalación:</b>  Trasladar a la persona al aire libre. En caso de que persista el malestar, pedir atención médica.
<b>4.3</b>	<b>Contacto con la piel:</b>  Lavar abundantemente con agua. Quitarse las ropas contaminadas. En caso de irritación, pedir atención médica.
<b>4.4</b>	<b>Ojos:</b>  Lavar con agua abundante (mínimo durante 15 minutos), manteniendo los párpados abiertos. Pedir atención médica.
<b>4.5</b>	<b>Ingestión:</b>

Beber agua abundante. Evitar el vómito (existe riesgo de perforación). Pedir inmediatamente atención médica. No neutralizar.

## **5. Medidas de lucha contra incendio**

### **5.1 Medios de extinción adecuados:**

Los apropiados al entorno.

### **5.2 Medios de extinción que NO deben utilizarse:**

-----

### **5.3 Riesgos especiales:**

Incombustible. En caso de incendio pueden formarse vapores tóxicos de SOx. En contacto con metales puede formarse hidrógeno gaseoso (existe riesgo de explosión).

### **5.4 Equipos de protección:**

-----

## **6. Medidas a tomar en caso de vertido accidental**

### **6.1 Precauciones individuales:**

No inhalar los vapores.

### **6.2 Precauciones para la protección del medio ambiente:**

No permitir el paso al sistema de desagües. Evitar la contaminación del suelo, aguas y desagües.

### **6.3 Métodos de recogida/limpieza:**

Recoger con materiales absorbentes (Absorbente General Panreac, Kieselguhr, etc.) o en su defecto arena o tierra secas y depositar en contenedores para residuos para su posterior eliminación de acuerdo con las normativas vigentes. Limpiar los restos con agua abundante. Neutralizar con sodio hidróxido diluido.

## **7. Manipulación y almacenamiento**

### **7.1 Manipulación:**

Sin indicaciones particulares.

### **7.2 Almacenamiento:**

Recipientes bien cerrados. En local bien ventilado. Temperatura ambiente. No almacenar en recipientes metálicos.

## **8. Controles de exposición/protección personal**

### **8.1 Medidas técnicas de protección:**

Asegurar una buena ventilación y renovación de aire del local.

### **8.2 Control límite de exposición:**

VLA-ED: 1 mg/m<sup>3</sup>

VLA-EC: 3 mg/m<sup>3</sup>

### **8.3 Protección respiratoria:**

En caso de formarse vapores/aerosoles, usar equipo respiratorio adecuado. Filtro P.

### **8.4 Protección de las manos:**

Usar guantes apropiados( neopreno, PVC).

### **8.5 Protección de los ojos:**

Usar gafas apropiadas.

### **8.6 Medidas de higiene particulares:**

Quitarse las ropas contaminadas. Usar ropa de trabajo adecuada. Lavarse manos y cara antes de las pausas y al finalizar el trabajo.

### **8.7 Controles de la exposición del medio ambiente:**

Cumplir con la legislación local vigente sobre protección del medio ambiente.

El proveedor de los medios de protección debe especificar el tipo de protección que debe usarse para la manipulación del producto, indicando el tipo de material y, cuando proceda, el tiempo de penetración de dicho material, en relación con la cantidad y la duración de la exposición.

## **9. Propiedades físicas y químicas**

Aspecto:

Líquido transparente e incoloro.

Olor:

Característico.

Punto de ebullición :330 °C  
Punto de fusión : -15°C  
Presión de vapor: (20°C) 0,0001  
Densidad (20/4): 1,84  
Solubilidad: Miscible con agua

## 10. Estabilidad y reactividad

### 10.1 Condiciones que deben evitarse:

Temperaturas elevadas.

### 10.2 Materias que deben evitarse:

Agua. (ATENCIÓN: Se genera calor). Compuestos alcalinos. Metales alcalinos. Amoníaco. Compuestos alcalinotérreos. Soluciones alcalinas. Ácidos. Metales y sus aleaciones. Fósforo. Óxidos de fósforo. Hidruros. Halogenuros de halógeno. Halogenatos.  $MnO_4$ . Nitratos. Carburos. Disolventes orgánicos. Sustancias inflamables. Acetiluros. Nitrilos. Compuestos orgánicos de nitrógeno. Anilinas. Peróxidos. Picratos. Nitruros. Litio siliciuro.

### 10.3 Productos de descomposición peligrosos:

Gases tóxicos.

### 10.4 Información complementaria:

Higroscópico. Corrosivo.

## 11. Información toxicológica

### 11.1 Toxicidad aguda:

DL<sub>50</sub> oral rata: 2140 mg/kg (sol. 25%)

### 11.2 Efectos peligrosos para la salud:

Por inhalación de vapores: Irritaciones en vías respiratorias. Sustancia muy corrosiva.  
En contacto con la piel: Provoca quemaduras.  
Por contacto ocular: quemaduras, ceguera (lesión irreversible del nervio óptico).  
Por ingestión: Quemaduras en el aparato digestivo. Fuertes dolores, con riesgo de perforación. Puede provocar náuseas, vómitos, diarreas. Después de un periodo de latencia: estenosis del píloro.

## 12. Información Ecológica

### 12.1 Movilidad :

-----

## 12.2 Ecotoxicidad :

12.2.1 - Test EC<sub>50</sub> (mg/l) :

Organismos acuáticos = 10 mg/l (96h) ; Clasificación :  
Extremadamente tóxico.

Peces (Para Ac. Sulfúrico) = 1,2 mg/l ; Clasificación :  
Extremadamente tóxico.

Peces (Para Sulfato sódico) = 7000 mg/l ; Clasificación : Tóx.

Bacterias (Para Sulfato sódico) = >2500 mg/l ; Clasificación : Muy  
tóxico.

12.2.2 - Medio receptor :

Riesgo para el medio acuático = Alto

Riesgo para el medio terrestre = Medio

12.2.3 - Observaciones :

Extremadamente tóxico para peces. La ecotoxicidad se debe a la  
desviación del pH y a la formación de sulfato sódico.

## 12.3 Degradabilidad :

12.3.1 - Test :-----

12.3.2 - Clasificación sobre degradación biótica :

DBO<sub>5</sub>/DQO Biodegradabilidad = ----

12.3.3 - Degradación abiótica según pH : -----

12.3.4 - Observaciones :

-----

## 12.4 Acumulación :

12.4.1 - Test :

-----

12.4.2 - Bioacumulación :

Riesgo = ----

12.4.3 - Observaciones :

-----

## 12.5 Otros posibles efectos sobre el medio natural :

Neutralizar con NaOH a pH 7. Producto altamente corrosivo. Existe  
peligro en caso de vertido incontrolado (tanto en ríos como en  
acuíferos).

# 13. Consideraciones sobre la eliminación

## 13.1 Sustancia o preparado:

En la Unión Europea no están establecidas pautas homogéneas  
para la eliminación de residuos químicos, los cuales tienen carácter  
de residuos especiales, quedando sujetos su tratamiento y  
eliminación a los reglamentos internos de cada país. Por tanto, en  
cada caso, procede contactar con la autoridad competente, o bien  
con los gestores legalmente autorizados para la eliminación de

residuos.

2001/573/CE: Decisión del Consejo, de 23 de julio de 2001, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE de la Comisión en lo relativo a la lista de residuos.

Directiva 91/156/CEE del Consejo de 18 de marzo de 1991 por la que se modifica la Directiva 75/442/CEE relativa a los residuos.

En España: Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos. Publicada en BOE 22/04/98.

ORDEN MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos. Publicada en BOE 19/02/02.

### 13.2 Envases contaminados:

Los envases y embalajes contaminados de sustancias o preparados peligrosos, tendrán el mismo tratamiento que los propios productos contenidos.

Directiva 94/62/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de diciembre de 1994, relativa a los envases y residuos de envases.

En España: Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases. Publicada en BOE 25/04/97.

Real Decreto 782/1998, de 30 de abril, por el que se aprueba el Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases. Publicado en BOE 01/05/98.

## 14. Información relativa al transporte

Terrestre (ADR):

Denominación técnica: ÁCIDO SÚLFÚRICO con más del 51% de ácido  
ONU 1830 Clase: 8 Grupo de embalaje: II

Marítimo (IMDG):

Denominación técnica: ÁCIDO SÚLFÚRICO con más del 51% de ácido  
ONU 1830 Clase: 8 Grupo de embalaje: II

Aéreo (ICAO-IATA):

Denominación técnica: Ácido Sulfúrico con más del 51% de ácido  
ONU 1830 Clase: 8 Grupo de embalaje: II

Instrucciones de embalaje: CAO 813 PAX 809

## 15. Información reglamentaria

### 15.1 Etiquetado según Directiva de la CE



Indicaciones de peligro: Corrosivo

Frases R: 35 Provoca quemaduras graves.

Frases S: 26-30-45 En caso de contacto con los ojos, lávense inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico. No echar jamás agua a este producto. En caso de accidente o malestar, acuda inmediatamente al médico (si es posible, muéstrela la etiqueta).

Número de índice CE: 016-020-00-8

## 15.2 Disposiciones particulares en el ámbito comunitario:

Reglamento (CE) nº 1251/2001 de la Comisión, de 26 de junio de 2001, que modifica el Reglamento (CEE) nº 3769/92 por el que se aplica y modifica el Reglamento (CEE) nº 3677/90 del Consejo relativo a las medidas que deben adoptarse para impedir el desvío de determinadas sustancias para la fabricación ilícita de estupefacientes y sustancias psicotrópicas.

Reglamento (CE) nº 1116/2001 del Consejo, de 5 de junio de 2001, por el que se modifica el Reglamento (CEE) nº 3677/90 relativo a las medidas que deben adoptarse para impedir el desvío de determinadas sustancias para la fabricación ilícita de estupefacientes y de sustancias psicotrópicas.

Directiva 2001/8/CE de la Comisión, de 8 de febrero de 2001, por la que se sustituye el anexo I de la Directiva 92/109/CEE del Consejo relativa a la fabricación y puesta en el mercado de determinadas sustancias utilizadas para la fabricación ilícita de estupefacientes y sustancias psicotrópicas.

Reglamento (CE) nº 260/2001 de la Comisión, de 8 de febrero de 2001, por el que se sustituye el anexo del Reglamento (CEE) nº 3677/90 del Consejo relativo a las medidas que deben adoptarse para impedir el desvío de determinadas sustancias para la fabricación ilícita de estupefacientes y de sustancias psicotrópicas.

## 16. Otras informaciones

Número y fecha de la revisión: 2 18.12.02

Respecto a la revisión anterior, se han producido cambios en los apartados: 15.

Los datos consignados en la presente Ficha de Datos de Seguridad, están basados en nuestros actuales conocimientos, teniendo como único objeto informar sobre aspectos de seguridad y no garantizándose las propiedades y características en ella indicadas.

## **Ficha de seguridad del Hidróxido de Sodio (lentejas)**

**Panreac**

**CODIGO PRODUCTO: 211687**

**Sodio Hidróxido lentejas QP**

HNaO

NaOH

M.= 40,00

CAS [1310-73-2]

EINECS 215-185-5

NC 2815 11 00

E -524

**SINONIMOS:** Sosa Cáustica •

**DATOS FISICOS:** Sólido blanco en forma de lentejas o escamas , translúcido , cáustico, deliquescente , absorbe CO<sub>2</sub> del aire



• Solubilidad en agua a 20 °C 1090 g/l • D: 2,13 • P. F.: 318 °C • P. E.: 1390 °C •

**APLICACIONES:** Reactivo en análisis: USP **29** • **BP 2007** • Ph. Eur. **5.0** • **Desecante** • **Reactivo en análisis para fusiones alcalinas** • Preparación de sales de sodio •

**BIBLIOGRAFIA:** Merck Index **13** , 8701 • **Sax SHS 000** • **Safety 2** , 3144 A • **Kühn-Birett N 12** • **Römpf 8** , 2738 • **Fieser 5** , 615 **7** , 336 **8** , 460 • **ACS IX** , 592 **4** (30-10-2003) **X** , 617 • **ISO 6353/2-1983 R** - 34 , 48 • **USP-NF 28** , 3078 **29** , 3745 • **BP 2007** • Ph. Eur. **IV** , 1917 (2002) **5.0**, 2437 (2005) • **JP XIII** , 908 • **F.C.C. IV** , 364 **V** , 416 • **Directiva 2000/63/CE** , 29 •

**PELIGROSIDAD:** C.E.: 011-002-00-6 • RTECS: WB 4900000 • DL L<sub>0</sub> oral rbt 500 mg/Kg • **VLA-EC: 2 mg/m<sup>3</sup>** •



R: 35

S: 26-37/39-45

**NORMAS DE TRANSPORTE:** UN: 1823 • ADR: 8/II • IMDG: 8/II • IATA: 8/II • PAX: 814 • CAO: 816 •

**ESPECIFICACIONES:**

Riqueza (Acidim.)	98 %
Insoluble en H <sub>2</sub> O	0,05 %
Cloruro (Cl)	0,01 %
Sulfato (SO <sub>4</sub> )	0,01 %
Metales pesados (en Pb)	0,005 %
As	0,0003 %
Fe	0,005 %

**Ficha de Datos de Seguridad Según Directiva 2001/58/CE**  
**211687 Sodio Hidróxido lentejas QP**

<b>1. Identificación de la sustancia/preparado y de la sociedad o empresa</b>	
<b>1.1</b>	<b>Identificación de la sustancia o del preparado</b>  Denominación: Sodio Hidróxido lentejas
<b>1.2</b>	<b>Uso de la sustancia o preparado:</b>  Para usos de laboratorio, análisis, investigación y química fina.
<b>1.3</b>	<b>Identificación de la sociedad o empresa:</b>  PANREAC QUIMICA, S.A.U. C/Garraf, 2 E-08211 Castellar del Vallès (Barcelona) España Tel.:(+34) 937 489 400 Urgencias: Número único de teléfono para llamadas de urgencia: 112 (UE) Tel.:(+34) 937 489 499
<b>2. Composición/Información de los componentes</b>  Denominación: Sodio Hidróxido lentejas Fórmula: NaOH M.=40,00 CAS [1310-73-2] Número CE (EINECS): 215-185-5 Número de índice CE: 011-002-00-6	
<b>3. Identificación de los peligros</b>  Provoca quemaduras graves.	
<b>4. Primeros auxilios</b>	
<b>4.1</b>	<b>Indicaciones generales:</b>  En caso de pérdida del conocimiento nunca dar a beber ni provocar el vómito.
<b>4.2</b>	<b>Inhalación:</b>  Trasladar a la persona al aire libre. En caso de que persista el malestar, pedir atención médica.
<b>4.3</b>	<b>Contacto con la piel:</b>  Lavar abundantemente con agua. Quitarse las ropas contaminadas. En caso de irritación, pedir atención médica.
<b>4.4</b>	<b>Ojos:</b>

<b>4.5</b>	<p>Lavar con agua abundante (mínimo durante 15 minutos), manteniendo los párpados abiertos. Pedir inmediatamente atención médica.</p> <p><b>Ingestión:</b></p> <p>Beber agua abundante. Evitar el vómito (existe riesgo de perforación). Pedir inmediatamente atención médica. No neutralizar.</p>
<b>5. Medidas de lucha contra incendio</b>	
<b>5.1</b>	<p><b>Medios de extinción adecuados:</b></p> <p>Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Polvo seco. Cubrir con tierra o arena secas.</p>
<b>5.2</b>	<p><b>Medios de extinción que NO deben utilizarse:</b></p> <p>-----</p>
<b>5.3</b>	<p><b>Riesgos especiales:</b></p> <p>Incombustible.</p>
<b>5.4</b>	<p><b>Equipos de protección:</b></p> <p>-----</p>
<b>6. Medidas a tomar en caso de vertido accidental</b>	
<b>6.1</b>	<p><b>Precauciones individuales:</b></p> <p>No inhalar el polvo. Evitar el contacto con la piel, los ojos y la ropa.</p>
<b>6.2</b>	<p><b>Precauciones para la protección del medio ambiente:</b></p> <p>Prevenir la contaminación del suelo, aguas y desagües.</p>
<b>6.3</b>	<p><b>Métodos de recogida/limpieza:</b></p> <p>Recoger en seco y depositar en contenedores de residuos para su posterior eliminación de acuerdo con las normativas vigentes. Neutralizar con ácido sulfúrico diluido.</p>
<b>7. Manipulación y almacenamiento</b>	
<b>7.1</b>	<p><b>Manipulación:</b></p> <p>Sin indicaciones particulares.</p>

**7.2 Almacenamiento:**

Recipientes bien cerrados. Ambiente seco. Temperatura ambiente.  
Consérvese lejos de ácidos. No almacenar en recipientes metálicos.

**8. Controles de exposición/protección personal**

**8.1 Medidas técnicas de protección:**

-----

**8.2 Control límite de exposición:**

VLA-EC: 2 mg/m<sup>3</sup>.

**8.3 Protección respiratoria:**

En caso de formarse polvo, usar equipo respiratorio adecuado. Filtro P.

**8.4 Protección de las manos:**

Usar guantes apropiados

**8.5 Protección de los ojos:**

Usar gafas apropiadas.

**8.6 Medidas de higiene particulares:**

Quitarse las ropas contaminadas. Usar ropa de trabajo adecuada.  
Lavarse manos y cara antes de las pausas y al finalizar el trabajo.

**8.7 Controles de la exposición del medio ambiente:**

Cumplir con la legislación local vigente sobre protección del medio ambiente.

El proveedor de los medios de protección debe especificar el tipo de protección que debe usarse para la manipulación del producto, indicando el tipo de material y, cuando proceda, el tiempo de penetración de dicho material, en relación con la cantidad y la duración de la exposición.

**9. Propiedades físicas y químicas**

Aspecto:

Sólido blanco.

Olor:

<p>Inodoro.</p> <p>14 (50g/l)</p> <p>Punto de ebullición :1390°C</p> <p>Punto de fusión : 318°C</p> <p>Densidad (20/4): 2,13</p> <p>Solubilidad: 1090 g/l en agua a 20°C</p>
<p><b>10. Estabilidad y reactividad</b></p> <p><b>10.1 Condiciones que deben evitarse:</b></p> <p>-----</p> <p><b>10.2 Materias que deben evitarse:</b></p> <p>Metales. Metales ligeros: Formación de hidrógeno (riesgo de explosión). Ácidos. Metales alcalinotérreos en polvo. Compuestos amoniacales. Cianuros. Magnesio. Compuestos orgánicos de nitrógeno. Compuestos orgánicos. Fenoles. Compuestos oxidables.</p> <p><b>10.3 Productos de descomposición peligrosos:</b></p> <p>-----</p> <p><b>10.4 Información complementaria:</b></p> <p>Higroscópico.</p>
<p><b>11. Información toxicológica</b></p> <p><b>11.1 Toxicidad aguda:</b></p> <p>DLLo oral conejo: 500 mg/kg.</p> <p>DL<sub>50</sub> intraperitoneal ratón: 40 mg/kg.</p> <p><b>11.2 Efectos peligrosos para la salud:</b></p> <p>Por inhalación: Quemaduras en mucosas.</p> <p>En contacto con la piel: quemaduras.</p> <p>Por contacto ocular: quemaduras, ceguera (lesión irreversible del nervio óptico).</p> <p>Por ingestión: Irritaciones en mucosas de la boca, garganta, esófago y tracto intestinal. Riesgo de perforación intestinal y de esófago.</p>
<p><b>12. Información Ecológica</b></p> <p><b>12.1 Movilidad : ----</b></p> <p><b>12.2 Ecotoxicidad :</b></p> <p>12.2.1 - Test EC<sub>50</sub> (mg/l) :</p> <p>Peces = 189 mg/l ; Clasificación : Altamente tóxico.</p> <p>12.2.2 - Medio receptor :</p>

Riesgo para el medio acuático = Medio  
Riesgo para el medio terrestre = Bajo  
12.2.3 - Observaciones :  
Ecotóxico para organismos acuáticos y terrestres debido a la desviación del pH. Efectos agudos importantes en la zona de vertido.

### **12.3 Degradabilidad :**

12.3.1 - Test :-----  
12.3.2 - Clasificación sobre degradación biótica :  
DBO<sub>5</sub>/DQO Biodegradabilidad = -----  
12.3.3 - Degradación abiótica según pH : -----  
12.3.4 - Observaciones :-----

### **12.4 Acumulación :**

12.4.1 - Test :-----  
12.4.2 - Bioacumulación :  
Riesgo = -----  
12.4.3 - Observaciones :-----

### **12.5 Otros posibles efectos sobre el medio natural :**

El tratamiento es la neutralización. Fácilmente depurable. No permitir su incorporación al suelo ni a acuíferos. Producto altamente corrosivo.

## **13. Consideraciones sobre la eliminación**

### **13.1 Sustancia o preparado:**

En la Unión Europea no están establecidas pautas homogéneas para la eliminación de residuos químicos, los cuales tienen carácter de residuos especiales, quedando sujetos su tratamiento y eliminación a los reglamentos internos de cada país. Por tanto, en cada caso, procede contactar con la autoridad competente, o bien con los gestores legalmente autorizados para la eliminación de residuos.

2001/573/CE: Decisión del Consejo, de 23 de julio de 2001, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE de la Comisión en lo relativo a la lista de residuos.

Directiva 91/156/CEE del Consejo de 18 de marzo de 1991 por la que se modifica la Directiva 75/442/CEE relativa a los residuos.

En España: Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos. Publicada en BOE 22/04/98.


ORDEN MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos. Publicada en BOE 19/02/02.

### **13.2 Envases contaminados:**

Los envases y embalajes contaminados de sustancias o preparados peligrosos, tendrán el mismo tratamiento que los propios productos contenidos.

Directiva 94/62/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de diciembre de 1994, relativa a los envases y residuos de envases.

En España: Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases. Publicada en BOE 25/04/97.

<p>Real Decreto 782/1998, de 30 de abril, por el que se aprueba el Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases. Publicado en BOE 01/05/98.</p>
<p><b>14. Información relativa al transporte</b></p> <p>Terrestre (ADR):  Denominación técnica: HIDRÓXIDO SÓDICO SÓLIDO  ONU 1823 Clase: 8 Grupo de embalaje: II  Marítimo (IMDG):  Denominación técnica: HIDRÓXIDO SÓDICO SÓLIDO  ONU 1823 Clase: 8 Grupo de embalaje: II  Aéreo (ICAO-IATA):  Denominación técnica: Hidróxido sódico, sólido  ONU 1823 Clase: 8 Grupo de embalaje: II  Instrucciones de embalaje: CAO 816 PAX 814</p>
<p><b>15. Información reglamentaria</b></p> <p><b>15.1 Etiquetado según Directiva de la CE</b></p> <p style="text-align: center;">C  </p> <p>Símbolos:  Indicaciones de peligro: Corrosivo  Frases R: 35 Provoca quemaduras graves.  Frases S: 26-37/39-45 En caso de contacto con los ojos, lávense inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico. Úsense guantes adecuados y protección para los ojos-la cara. En caso de accidente o malestar, acuda inmediatamente al médico (si es posible, muéstrole la etiqueta).  Número de índice CE: 011-002-00-6</p> <p><b>15.2 Disposiciones particulares en el ámbito comunitario: -----</b></p>
<p><b>16. Otras informaciones</b></p> <p>Número y fecha de la revisión: 1 18.12.02  Respecto a la revisión anterior, se han producido cambios en los apartados: 8.  Los datos consignados en la presente Ficha de Datos de Seguridad, están basados en nuestros actuales conocimientos, teniendo como único objeto informar sobre aspectos de seguridad y no garantizándose las propiedades y características en ella indicadas.</p>

**Ficha de seguridad del Sulfato ferroso heptahidratado.**

Panreac

CODIGO PRODUCTO: **131362**

## Hierro(II) Sulfato 7-hidrato PA-ACS

---

$\text{FeO}_4\text{S} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

M.= 278,02

CAS [7782-63-0]

EINECS 231-753-5

NC 2833 29 50

**SINONIMOS:** Vitriolo verde •

**DATOS FISICOS:** Cristales verde azulado • Solubilidad en agua a 20 ° C 400 g/l • D: 1,897 • P. F.: 64 ° C • Desc. térmica desde 400 ° C •

**APLICACIONES:** Reactivo en análisis: USP **29** • BP **2007** • Ph. Eur. **5.0** • Componente en las soluciones de DQO (Demanda Química de Oxígeno) UNE **77-004-89** (1989) . ISO **6060**-1986 . Norme Française NFT **90-101** (1988) •

**BIBLIOGRAFIA:** Merck Index **12** , 4105 **13** , 4091 • Sax FBO 000 • Safety **2** , 2014 D • Römp **8** , 1069 • Fieser **1** , 393 **4** , 237 **5** , 308 **11** , 276 • ACS **IX** , 310 **4** (30-10-2003) **X** , 328 • ISO **6353/3**-1987R - 69 , 37 • USP **28** , 821 **29** , 1036 • BP **2007** • Ph. Eur.**IV** , 1185 (2002) **3** , 3029 (2003) **5.0** , 1591 (2005) • F.C.C. **IV** , 155 **V** , 178 •

---

**PELIGROSIDAD:** RTECS: NO 8510000 • DL<sub>50</sub> oral mus 1520 mg/Kg • DL L<sub>0</sub> oral rat 1389 mg/Kg •



R: 22

S: 24

---

### ESPECIFICACIONES:

Riqueza mínima (Perm.)	99,0 %
------------------------	--------

pH sol. 5%	3,0-4,0
------------	---------



**Ficha de Datos de Seguridad Según Directiva 2001/58/CE**  
**131362 Hierro(II) Sulfato 7-hidrato PA-ACS**

<b>1. Identificación de la sustancia/preparado y de la sociedad o empresa</b>	
<b>1.1</b>	<b>Identificación de la sustancia o del preparado</b>  Denominación: Hierro(II) Sulfato 7-hidrato
<b>1.2</b>	<b>Uso de la sustancia o preparado:</b>  Para usos de laboratorio, análisis, investigación y química fina.
<b>1.3</b>	<b>Identificación de la sociedad o empresa:</b>  PANREAC QUIMICA, S.A.U. C/Garraf, 2 E-08211 Castellar del Vallès (Barcelona) España Tel.:(+34) 937 489 400 Urgencias: Número único de teléfono para llamadas de urgencia: 112 (UE) Tel.:(+34) 937 489 499
<b>2. Composición/Información de los componentes</b>      Denominación: Hierro(II) Sulfato 7-hidrato Fórmula: $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ M.=278,02 CAS [7782-63-0] Número CE (EINECS): 231-753-5	
<b>3. Identificación de los peligros</b>      Nocivo por ingestión.	
<b>4. Primeros auxilios</b>	
<b>4.1</b>	<b>Indicaciones generales:</b>  En caso de pérdida del conocimiento nunca dar a beber ni provocar el vómito.
<b>4.2</b>	<b>Inhalación:</b>  Ir al aire fresco.
<b>4.3</b>	<b>Contacto con la piel:</b>  Lavar abundantemente con agua. Quitarse las ropas contaminadas.

**4.4 Ojos:**

Lavar con agua abundante manteniendo los párpados abiertos.

**4.5 Ingestión:**

Beber agua abundante. Beber leche sola o mezclada con huevos crudos. Provocar el vómito. Pedir atención médica.

**5. Medidas de lucha contra incendio**

**5.1 Medios de extinción adecuados:**

Los apropiados al entorno.

**5.2 Medios de extinción que NO deben utilizarse:**

-----

**5.3 Riesgos especiales:**

Incombustible. En caso de incendio pueden formarse vapores tóxicos de SOx.

**5.4 Equipos de protección:**

-----

**6. Medidas a tomar en caso de vertido accidental**

**6.1 Precauciones individuales:**

Evitar el contacto con la piel, los ojos y la ropa.

**6.2 Precauciones para la protección del medio ambiente:**

No permitir el paso al sistema de desagües. Evitar la contaminación del suelo, aguas y desagües.

**6.3 Métodos de recogida/limpieza:**

Recoger en seco y depositar en contenedores de residuos para su posterior eliminación de acuerdo con las normativas vigentes. Limpiar los restos con agua abundante.

**7. Manipulación y almacenamiento**

**7.1 Manipulación:**

Sin indicaciones particulares.

**7.2 Almacenamiento:**

Recipientes bien cerrados. Ambiente seco. En local bien ventilado. Temperatura ambiente.	
<b>8. Controles de exposición/protección personal</b>	
<b>8.1</b>	<b>Medidas técnicas de protección:</b>  -----
<b>8.2</b>	<b>Control límite de exposición:</b>  -----
<b>8.3</b>	<b>Protección respiratoria:</b>  En caso de formarse polvo, usar equipo respiratorio adecuado.
<b>8.4</b>	<b>Protección de las manos:</b>  Usar guantes apropiados
<b>8.5</b>	<b>Protección de los ojos:</b>  Usar gafas apropiadas.
<b>8.6</b>	<b>Medidas de higiene particulares:</b>  Quitarse las ropas contaminadas. Lavarse las manos antes de las pausas y al finalizar el trabajo.
<b>8.7</b>	<b>Controles de la exposición del medio ambiente:</b>  Cumplir con la legislación local vigente sobre protección del medio ambiente.  El proveedor de los medios de protección debe especificar el tipo de protección que debe usarse para la manipulación del producto, indicando el tipo de material y, cuando proceda, el tiempo de penetración de dicho material, en relación con la cantidad y la duración de la exposición.
<b>9. Propiedades físicas y químicas</b>	
Aspecto:	
Sólido verde	
Olor:	
Inodoro.	

3-4

Punto de fusión : 64°C

Densidad (20/4): 1,89

Solubilidad: 400 g/l en agua a 20°C

## **10. Estabilidad y reactividad**

### **10.1 Condiciones que deben evitarse:**

-----

### **10.2 Materias que deben evitarse:**

-----

### **10.3 Productos de descomposición peligrosos:**

SO<sub>x</sub>.

### **10.4 Información complementaria:**

-----

## **11. Información toxicológica**

### **11.1 Toxicidad aguda:**

DL<sub>50</sub> oral ratón: 1520 mg/kg

DL<sub>50</sub> intraperitoneal ratón: 245 mg/kg

DLLo oral conejo: 2778 mg/kg

DLLo oral rata: 1389 mg/kg

### **11.2 Efectos peligrosos para la salud:**

Por inhalación: Irritaciones.

En contacto con la piel: Irritaciones.

Por contacto ocular: Irritaciones.

Por ingestión: Irritaciones en el aparato digestivo.

Por ingestión de grandes cantidades: vómitos, desarreglos intestinales, hipotensión.

No se descartan otras características peligrosas. Observar las precauciones habituales en el manejo de productos químicos.

## **12. Información Ecológica**

### **12.1 Movilidad :**

-----

### **12.2 Ecotoxicidad :**

12.2.1 - Test  $EC_{50}$  (mg/l) :  
Peces (Fe, pH 6,5-7,5) =  $EC_0$  0,9 mg/l ; Clasificación :  
Extremadamente tóxico.  
Peces ( Fe pH 5,5-6,7) =  $EC_0$  1 mg/l ; Clasificación :  
Extremadamente tóxico.  
Peces (Fe) =  $EC_{100}$  50 mg/l ; Clasificación : Extremadamente tóxico.  
12.2.2 - Medio receptor :  
Riesgo para el medio acuático = Medio  
Riesgo para el medio terrestre = Bajo  
12.2.3 - Observaciones :  
Ecotoxicidad aguda en la zona de vertido.

### 12.3 Degradabilidad :

12.3.1 - Test :-----  
12.3.2 - Clasificación sobre degradación biótica :  
DBO<sub>5</sub>/DQO Biodegradabilidad = ----  
12.3.3 - Degradación abiótica según pH : -----  
12.3.4 - Observaciones :  
-----

### 12.4 Acumulación :

12.4.1 - Test :  
-----  
12.4.2 - Bioacumulación :  
Riesgo = ----  
12.4.3 - Observaciones :  
-----

### 12.5 Otros posibles efectos sobre el medio natural :

Favorece la eutrofia en ríos y acuíferos. No permitir su incorporación al suelo ni a acuíferos.

## 13. Consideraciones sobre la eliminación

### 13.1 Sustancia o preparado:

En la Unión Europea no están establecidas pautas homogéneas para la eliminación de residuos químicos, los cuales tienen carácter de residuos especiales, quedando sujetos su tratamiento y eliminación a los reglamentos internos de cada país. Por tanto, en cada caso, procede contactar con la autoridad competente, o bien con los gestores legalmente autorizados para la eliminación de residuos.

2001/573/CE: Decisión del Consejo, de 23 de julio de 2001, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE de la Comisión en lo relativo a la lista de residuos.

Directiva 91/156/CEE del Consejo de 18 de marzo de 1991 por la que se modifica la Directiva 75/442/CEE relativa a los residuos.

En España: Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos. Publicada en BOE 22/04/98.

ORDEN MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos. Publicada en BOE 19/02/02.

### 13.2 Envases contaminados:

Los envases y embalajes contaminados de sustancias o preparados peligrosos, tendrán el mismo tratamiento que los propios productos contenidos.

Directiva 94/62/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de diciembre de 1994, relativa a los envases y residuos de envases.

En España: Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases. Publicada en BOE 25/04/97.

Real Decreto 782/1998, de 30 de abril, por el que se aprueba el Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases. Publicado en BOE 01/05/98.

### 14. Información relativa al transporte

-----

### 15. Información reglamentaria

Etiquetado según Directiva de la CE



Símbolos:

Indicaciones de peligro: Nocivo

Frases R: 22 Nocivo por ingestión.

Frases S: 24 Evítese el contacto con la piel.

### 16. Otras informaciones

Número y fecha de la revisión: 0 18.12.02

Los datos consignados en la presente Ficha de Datos de Seguridad, están basados en nuestros actuales conocimientos, teniendo como único objeto informar sobre aspectos de seguridad y no garantizándose las propiedades y características en ella indicadas.

## Ficha de seguridad del meta-Vanadato amónico

Panreac

CODIGO PRODUCTO: 142352

Amonio *meta*-Vanadato PRS

$H_4NO_3V$

$NH_4VO_3$

M.= 116,98

CAS [7803-55-6]

EINECS 232-261-3

NC 2841 90 30

**SINONIMOS:** Amonio Metavanadato • Amonio *mono*-Vanadato •

**DATOS FISICOS:** Polvo cristalino blanco o lig. amarillento • Solubilidad en agua a 15 °C 6,2 g/l • D: 2,326 •

**APLICACIONES:** Reactivo en análisis: RFE I • USP 25 • BP 2000 • Ph. Eur. IV • Componente del reactivo molibdato-vanadato para la determinación de fosfatos • Reactivo de pulverización en CCF ; "Thin-Layer Chromatography " Vol. 1a , 427. VCH Verlagsgesellschaft mbH.D-6940 Weinheim (1990) •

**BIBLIOGRAFIA:** Merck Index 12 , 605 13 , 572 • Sax ANY 250 • Safety 2 , 241 B • Römpf 8 , 192 • Fieser 1 , 1057 • ACS IX , 151 X , 163 •

**PELIGROSIDAD:** RTECS: YW 0875000 • DL 50 oral rat 160 mg/Kg •



R: 25-36/37/38

S: 37-45

**NORMAS DE TRANSPORTE:** UN: 2859 • ADR: 6.1/II • IMDG: 6.1/II • IATA: 6.1/II • PAX: 613 • CAO: 615•

### ESPECIFICACIONES:

Riqueza (Redox)	98 %
Insoluble en $NH_4OH$	0,02 %
Cloruro (Cl)	0,05 %
Sulfato ( $SO_4$ )	0,05 %
Cu	0,005 %
Fe	0,005 %
Ni	0,005 %
Pb	0,005 %

**Ficha de Datos de Seguridad Según Directiva 2001/58/CE**  
**142352 Amonio meta-Vanadato PRS**

<b>1. Identificación de la sustancia/preparado y de la sociedad o empresa</b>	
<b>1.1</b>	<b>Identificación de la sustancia o del preparado</b>  Denominación: Amonio meta-Vanadato
<b>1.2</b>	<b>Uso de la sustancia o preparado:</b>  Para usos de laboratorio, análisis, investigación y química fina.
<b>1.3</b>	<b>Identificación de la sociedad o empresa:</b>  PANREAC QUIMICA, S.A.U. C/Garraf, 2 E-08211 Castellar del Vallès (Barcelona) España Tel.:(+34) 937 489 400 Urgencias: Número único de teléfono para llamadas de urgencia: 112 (UE) Tel.:(+34) 937 489 499
<b>2. Composición/Información de los componentes</b>     Denominación: Amonio meta-Vanadato Fórmula: $\text{NH}_4\text{VO}_3$ M.=116,98 CAS [7803-55-6] Número CE (EINECS): 232-261-3	
<b>3. Identificación de los peligros</b>     Tóxico por ingestión. Irrita los ojos, la piel y las vías respiratorias.	
<b>4. Primeros auxilios</b>	
<b>4.1</b>	<b>Indicaciones generales:</b>  En caso de pérdida del conocimiento nunca dar a beber ni provocar el vómito.
<b>4.2</b>	<b>Inhalación:</b>  Trasladar a la persona al aire libre. En caso de asfixia proceder a la respiración artificial.
<b>4.3</b>	<b>Contacto con la piel:</b>  Lavar abundantemente con agua. Quitarse las ropas contaminadas.



<b>4.4</b>	<b>Ojos:</b>  Lavar con agua abundante manteniendo los párpados abiertos. Pedir atención médica.
<b>4.5</b>	<b>Ingestión:</b>  Beber agua abundante. Provocar el vómito. Pedir atención médica. En caso de asfixia proceder a la respiración artificial. Pedir inmediatamente atención médica.
<b>5. Medidas de lucha contra incendio</b>	
<b>5.1</b>	<b>Medios de extinción adecuados:</b>  Los apropiados al entorno.
<b>5.2</b>	<b>Medios de extinción que NO deben utilizarse:</b>  -----
<b>5.3</b>	<b>Riesgos especiales:</b>  Incombustible. En caso de incendio pueden formarse vapores tóxicos.
<b>5.4</b>	<b>Equipos de protección:</b>  -----
<b>6. Medidas a tomar en caso de vertido accidental</b>	
<b>6.1</b>	<b>Precauciones individuales:</b>  -----
<b>6.2</b>	<b>Precauciones para la protección del medio ambiente:</b>  No permitir el paso al sistema de desagües. Evitar la contaminación del suelo, aguas y desagües.
<b>6.3</b>	<b>Métodos de recogida/limpieza:</b>  Recoger en seco y depositar en contenedores de residuos para su posterior eliminación de acuerdo con las normativas vigentes. Limpiar los restos con agua abundante.
<b>7. Manipulación y almacenamiento</b>	
<b>7.1</b>	<b>Manipulación:</b>  Sin indicaciones particulares.

**7.2 Almacenamiento:**

Recipientes bien cerrados. Ambiente seco. En local bien ventilado.  
Temperatura ambiente.

**8. Controles de exposición/protección personal**

**8.1 Medidas técnicas de protección:**

-----

**8.2 Control límite de exposición:**

-----

**8.3 Protección respiratoria:**

En caso de formarse polvo, usar equipo respiratorio adecuado.

**8.4 Protección de las manos:**

Usar guantes apropiados

**8.5 Protección de los ojos:**

Usar gafas apropiadas.

**8.6 Medidas de higiene particulares:**

Quitarse las ropas contaminadas. Lavarse las manos antes de las pausas y al finalizar el trabajo.

**8.7 Controles de la exposición del medio ambiente:**

Cumplir con la legislación local vigente sobre protección del medio ambiente.

El proveedor de los medios de protección debe especificar el tipo de protección que debe usarse para la manipulación del producto, indicando el tipo de material y, cuando proceda, el tiempo de penetración de dicho material, en relación con la cantidad y la duración de la exposición.

**9. Propiedades físicas y químicas**

Aspecto:

Polvo cristalino blanco o ligeramente amarillento.

Olor:

Característico.

~6,5 (5 g/l)

Densidad (20/4): 2,33

Solubilidad: 6,2 g/l en agua a 15°C.

## 10. Estabilidad y reactividad

### 10.1 Condiciones que deben evitarse:

Temperaturas elevadas.

### 10.2 Materias que deben evitarse:

-----

### 10.3 Productos de descomposición peligrosos:

Amoniaco.

### 10.4 Información complementaria:

-----

## 11. Información toxicológica

### 11.1 Toxicidad aguda:

DL<sub>50</sub> oral rata: 160 mg/kg

DL<sub>50</sub> intraperitoneal rata: 18 mg/kg

### 11.2 Efectos peligrosos para la salud:

Por inhalación: Irritaciones en piel, ojos y mucosas. Provoca tos, dificultades respiratorias.

Por absorción: alteraciones sanguíneas, trastornos cardiovasculares, pérdida de peso.

## 12. Información Ecológica

### 12.1 Movilidad :

-----

### 12.2 Ecotoxicidad :

12.2.1 - Test EC<sub>50</sub> (mg/l) :

Peces (NH<sub>4</sub>) = 0,3 mg/l ; Clasificación : Extremadamente tóxico.

Bacterias (Photobacterium phosphoreum) (NH<sub>4</sub>) = 2 mg/l ;

Clasificación : Extremadamente tóxico.

Peces (V) = 4,8 - 30 mg/l ; Clasificación : Extremadamente tóxico.

12.2.2 - Medio receptor :

Riesgo para el medio acuático = Alto

Riesgo para el medio terrestre = Medio

12.2.3 - Observaciones :

La ecotoxicidad se debe al ión amonio y al vanadio.

### **12.3 Degradabilidad :**

12.3.1 - Test :-----

12.3.2 - Clasificación sobre degradación biótica :

DBO<sub>5</sub>/DQO Biodegradabilidad = ----

12.3.3 - Degradación abiótica según pH : -----

12.3.4 - Observaciones :

-----

### **12.4 Acumulación :**

12.4.1 - Test :

-----

12.4.2 - Bioacumulación :

Riesgo = ----

12.4.3 - Observaciones :

-----

### **12.5 Otros posibles efectos sobre el medio natural :**

No permitir su incorporación al suelo ni a acuíferos.

## **13. Consideraciones sobre la eliminación**

### **13.1 Sustancia o preparado:**

En la Unión Europea no están establecidas pautas homogéneas para la eliminación de residuos químicos, los cuales tienen carácter de residuos especiales, quedando sujetos su tratamiento y eliminación a los reglamentos internos de cada país. Por tanto, en cada caso, procede contactar con la autoridad competente, o bien con los gestores legalmente autorizados para la eliminación de residuos.

2001/573/CE: Decisión del Consejo, de 23 de julio de 2001, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE de la Comisión en lo relativo a la lista de residuos.

Directiva 91/156/CEE del Consejo de 18 de marzo de 1991 por la que se modifica la Directiva 75/442/CEE relativa a los residuos.

En España: Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos. Publicada en BOE 22/04/98.

ORDEN MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos. Publicada en BOE 19/02/02.

### **13.2 Envases contaminados:**

Los envases y embalajes contaminados de sustancias o preparados peligrosos, tendrán el mismo tratamiento que los propios productos contenidos.

Directiva 94/62/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de

diciembre de 1994, relativa a los envases y residuos de envases. En España: Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases. Publicada en BOE 25/04/97. Real Decreto 782/1998, de 30 de abril, por el que se aprueba el Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases. Publicado en BOE 01/05/98.

#### 14. Información relativa al transporte

Terrestre (ADR):  
Denominación técnica: Amonio meta-Vanadato  
ONU 2859 Clase: 6.1 Grupo de embalaje: II  
Marítimo (IMDG):  
Denominación técnica: Amonio meta-Vanadato  
ONU 2859 Clase: 6.1 Grupo de embalaje: II  
Aéreo (ICAO-IATA):  
Denominación técnica: Metavanadato amónico  
ONU 2859 Clase: 6.1 Grupo de embalaje: II  
Instrucciones de embalaje: CAO 615 PAX 613

#### 15. Información reglamentaria

Etiquetado según Directiva de la CE



Símbolos:  
Indicaciones de peligro: Tóxico  
Frases R: 25-36/37/38 Tóxico por ingestión. Irrita los ojos, la piel y las vías respiratorias.  
Frases S: 37-45 Úsense guantes adecuados. En caso de accidente o malestar, acuda inmediatamente al médico (si es posible, muéstrele la etiqueta).

#### 16. Otras informaciones

Número y fecha de la revisión: 0 18.12.02  
Los datos consignados en la presente Ficha de Datos de Seguridad, están basados en nuestros actuales conocimientos, teniendo como único objeto informar sobre aspectos de seguridad y no garantizándose las propiedades y características en ella indicadas.

## **Ficha de seguridad del Permanganato de potasio**

Panreac

**CODIGO PRODUCTO:** 131527

### **Potasio Permanganato (Permanganato Potásico) PA-ACS**

KMnO<sub>4</sub>

KMnO<sub>4</sub>

M.= 158,04

CAS [7722-64-7]

EINECS 231-760-3

NC 2841 61 00

**SINONIMOS:** Acido Permangánico Sal Potásica •

**DATOS FISICOS:** Cristales de color marrón oscuro a violeta • Solubilidad en agua a 20 °C 65 g/l • Desc. térmica desde 240 °C

**APLICACIONES:** Reactivo en análisis: USP **29** • BP **2007** • Ph. Eur. **5.0** • Preparación de soluciones volumétricas en manganometría • Antiséptico en la industria Farmacéutica • Para la destrucción de materia orgánica en las determinaciones de mercurio • Reactivo en síntesis: Oxidante en síntesis orgánica; A. J. Fatiadi, *Synthesis*, **85**, (1987) • Oxidación de iminas a nitronas; D. Christensen et al., *J. Org. Chem.*, **54**, 126 (1989) • Preparación de hidroxialquilcarboxilatos; N. J. Huang et al., *Synth. Commun.*, **20**, 1563 (1990) • Oxidación de alquenos con KMnO<sub>4</sub> sobre soporte sólido; B. M. Choudary et al., *Synth. Commun.*, **21**, 2007 (1991) •

**BIBLIOGRAFIA:** Merck Index **12**, 7824 **13**, 7740 • Sax PLC 000 • Safety **2**, 2908 B • Kühn-Birett K 13 • Römpf **8**, 2022 • Fieser **1**, 942 **2**, 348 **4**, 412 **5**, 582 **8**, 416 **9**, 388 **10**, 330 **11**, 440 **12**, 413 **13**, 258 **14**, 267 **15**, 273 • ACS **IX**, 524 **4** (30-10-2003) **X**, 547 • ISO **6353/2-1983R** - 26, 36 • USP **28**, 1598 **29**, 1950 • BP **2007** • Ph. Eur. **IV**, 1793 (2002) **5.0**, 2286 (2005) •

**PELIGROSIDAD:** C.E.: 025-002-00-9 • RTECS: SD 6475000 • DL<sub>50</sub> oral rat 1090 mg/Kg • DL L<sub>0</sub> oral hmn 143 mg/Kg •



R: 8-22-50/53

S: 60-61

**NORMAS DE TRANSPORTE:** UN: 1490 • ADR: 5.1/II • IMDG: 5.1/II • IATA: 5.1/II • PAX: 508 • CAO: 511 •

**OBSERVACIONES:** Producto regulado como precursor de drogas •

**ESPECIFICACIONES:**

Riqueza mínima	99,0 %
----------------	--------

#### LIMITE MAXIMO DE IMPUREZAS

Insoluble en H <sub>2</sub> O	0,2 %
Compuestos de N (en N)	0,005 %
Cloruro y Clorato (en Cl)	0,005 %
Sulfato (SO <sub>4</sub> )	0,02 %

Ficha de Datos de Seguridad  
Según Directiva 2001/58/CE

### 131527 **Potasio Permanganato** PA-ACS

#### 1. Identificación de la sustancia/preparado y de la sociedad o empresa

##### 1.1 Identificación de la sustancia o del preparado

Denominación:  
Potasio Permanganato

##### 1.2 Uso de la sustancia o preparado:

Para usos de laboratorio, análisis, investigación y química fina.

##### 1.3 Identificación de la sociedad o empresa:

PANREAC QUIMICA, S.A.U. C/Garraf, 2 E-08211 Castellar del Vallès  
(Barcelona) España Tel.:(+34) 937 489 400  
Urgencias:  
Número único de teléfono para llamadas de urgencia: 112 (UE)  
Tel.:(+34) 937 489 499

#### 2. Composición/Información de los componentes

Denominación: Potasio Permanganato  
Fórmula: KMnO<sub>4</sub> M.=158,04 CAS [7722-64-7]  
Número CE (EINECS): 231-760-3  
Número de índice CE: 025-002-00-9

#### 3. Identificación de los peligros

Peligro de fuego en contacto con materias combustibles. Nocivo por ingestión. Muy tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.

#### **4. Primeros auxilios**

##### **4.1 Indicaciones generales:**

En caso de pérdida del conocimiento nunca dar a beber ni provocar el vómito.

##### **4.2 Inhalación:**

Trasladar a la persona al aire libre. En caso de asfixia proceder a la respiración artificial. En caso de que persista el malestar, pedir atención médica.

##### **4.3 Contacto con la piel:**

Lavar abundantemente con agua. Quitarse las ropas contaminadas.

##### **4.4 Ojos:**

Lavar con agua abundante (mínimo durante 15 minutos), manteniendo los párpados abiertos. Pedir atención médica.

##### **4.5 Ingestión:**

Beber leche sola o mezclada con huevos crudos. Provocar el vómito. Lavado de estómago. Pedir atención médica.

#### **5. Medidas de lucha contra incendio**

##### **5.1 Medios de extinción adecuados:**

Los apropiados al entorno.

##### **5.2 Medios de extinción que NO deben utilizarse:**

-----

##### **5.3 Riesgos especiales:**

Incombustible. Favorece la formación de incendios. Mantener alejado de sustancias combustibles.

##### **5.4 Equipos de protección:**

-----

#### **6. Medidas a tomar en caso de vertido accidental**

##### **6.1 Precauciones individuales:**



No inhalar el polvo.	
<b>6.2</b>	<b>Precauciones para la protección del medio ambiente:</b>  -----
<b>6.3</b>	<b>Métodos de recogida/limpieza:</b>  Recoger en seco y depositar en contenedores de residuos para su posterior eliminación de acuerdo con las normativas vigentes. Limpiar los restos con agua abundante.
<b>7. Manipulación y almacenamiento</b>	
<b>7.1</b>	<b>Manipulación:</b>  Sin indicaciones particulares.
<b>7.2</b>	<b>Almacenamiento:</b>  Recipientes bien cerrados. Ambiente seco. Mantener alejado de sustancias inflamables, fuentes de ignición y calor. Temperatura ambiente.
<b>8. Controles de exposición/protección personal</b>	
<b>8.1</b>	<b>Medidas técnicas de protección:</b>  -----
<b>8.2</b>	<b>Control límite de exposición:</b>  -----
<b>8.3</b>	<b>Protección respiratoria:</b>  En caso de formarse polvo, usar equipo respiratorio adecuado.
<b>8.4</b>	<b>Protección de las manos:</b>  Usar guantes apropiados
<b>8.5</b>	<b>Protección de los ojos:</b>  Usar gafas apropiadas.
<b>8.6</b>	<b>Medidas de higiene particulares:</b>  Quitarse las ropas contaminadas. Usar ropa de trabajo adecuada. Lavarse las manos antes de las pausas y al finalizar el trabajo.

### **8.7 Controles de la exposición del medio ambiente:**

Cumplir con la legislación local vigente sobre protección del medio ambiente.

El proveedor de los medios de protección debe especificar el tipo de protección que debe usarse para la manipulación del producto, indicando el tipo de material y, cuando proceda, el tiempo de penetración de dicho material, en relación con la cantidad y la duración de la exposición.

## **9. Propiedades físicas y químicas**

Aspecto:

Sólido violeta.

Olor:

Inodoro.

~7-9

Punto de ebullición :>240°C (dec.)

Punto de fusión : 50°C

Presión de vapor: <0,01 mbar(20°)

Densidad (20/4): 2,70

Solubilidad: 65 g/l en agua a 20°C

## **10. Estabilidad y reactividad**

### **10.1 Condiciones que deben evitarse:**

-----

### **10.2 Materias que deben evitarse:**

Compuestos orgánicos. Ácidos. Azufre. Ácido sulfúrico concentrado. Compuestos amoniacales. Alcoholes./ Ácido sulfúrico concentrado. Fósforo. Sustancias inflamables. Peróxido de hidrógeno (agua oxigenada). Hidroxilamina. HF.

### **10.3 Productos de descomposición peligrosos:**

-----

### **10.4 Información complementaria:**

Agente oxidante fuerte. En polvo, existe riesgo de explosión.

## 11. Información toxicológica

### 11.1 Toxicidad aguda:

DL<sub>50</sub> oral rata: 1090 mg/kg

### 11.2 Efectos peligrosos para la salud:

Por inhalación del polvo: Puede provocar edemas en el tracto respiratorio

En contacto con la piel: quemaduras.

Por contacto ocular: quemaduras.

Por ingestión: náuseas, vómitos, Riesgo de perforación intestinal y de esófago.

## 12. Información Ecológica

### 12.1 Movilidad :

-----

### 12.2 Ecotoxicidad :

12.2.1 - Test EC<sub>50</sub> (mg/l) :

Crustáceos (Daphnia Magna) = EC<sub>0</sub> 0,63 ; Clasificación : Extremadamente tóxico.

Peces = 3,2 mg/l ; Clasificación : Extremadamente tóxico.

12.2.2 - Medio receptor :

Riesgo para el medio acuático = Bajo

Riesgo para el medio terrestre = Bajo

12.2.3 - Observaciones :

Efecto bactericida. Tóxico en general para organismos acuáticos.

Ecotoxicidad aguda en la zona de vertido.

### 12.3 Degradabilidad :

12.3.1 - Test :-----

12.3.2 - Clasificación sobre degradación biótica :

DBO<sub>5</sub>/DQO Biodegradabilidad = -----

= -----

12.3.3 - Degradación abiótica según pH : -----

12.3.4 - Observaciones :

-----

### 12.4 Acumulación :

12.4.1 - Test :

-----

12.4.2 - Bioacumulación :

Riesgo = -----

12.4.3 - Observaciones :

-----

### 12.5 Otros posibles efectos sobre el medio natural :

No permitir su incorporación al suelo ni a acuíferos. Producto utilizado en la depuración físico-química de aguas con fuerte carga orgánica.

### **13. Consideraciones sobre la eliminación**

#### **13.1 Sustancia o preparado:**

En la Unión Europea no están establecidas pautas homogéneas para la eliminación de residuos químicos, los cuales tienen carácter de residuos especiales, quedando sujetos su tratamiento y eliminación a los reglamentos internos de cada país. Por tanto, en cada caso, procede contactar con la autoridad competente, o bien con los gestores legalmente autorizados para la eliminación de residuos.

2001/573/CE: Decisión del Consejo, de 23 de julio de 2001, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE de la Comisión en lo relativo a la lista de residuos.

Directiva 91/156/CEE del Consejo de 18 de marzo de 1991 por la que se modifica la Directiva 75/442/CEE relativa a los residuos.

En España: Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos. Publicada en BOE 22/04/98.

ORDEN MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos. Publicada en BOE 19/02/02.

#### **13.2 Envases contaminados:**

Los envases y embalajes contaminados de sustancias o preparados peligrosos, tendrán el mismo tratamiento que los propios productos contenidos.

Directiva 94/62/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de diciembre de 1994, relativa a los envases y residuos de envases.

En España: Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases. Publicada en BOE 25/04/97.

Real Decreto 782/1998, de 30 de abril, por el que se aprueba el Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases. Publicado en BOE 01/05/98.

### **14. Información relativa al transporte**

Terrestre (ADR):

Denominación técnica: PERMANGANATO POTÁSICO

ONU 1490 Clase: 5.1 Grupo de embalaje: II

Marítimo (IMDG):

Denominación técnica: PERMANGANATO POTÁSICO

ONU 1490 Clase: 5.1 Grupo de embalaje: II

Aéreo (ICAO-IATA):

Denominación técnica: Permanganato potásico

ONU 1490 Clase: 5.1 Grupo de embalaje: II

Instrucciones de embalaje: CAO 511 PAX 508

### **15. Información reglamentaria**

### 15.1 Etiquetado según Directiva de la CE



Símbolos:

Indicaciones de peligro: Comburente    Nocivo    Peligroso para medio ambiente

Frases R: 8-22-50/53 Peligro de fuego en contacto con materias combustibles. Nocivo por ingestión. Muy tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.

Frases S: 60-61 Elimínense el producto y su recipiente como residuos peligrosos. Evítese su liberación al medio ambiente. Recábense instrucciones específicas de la ficha de datos de seguridad.

Número de índice CE: 025-002-00-9

### 15.2 Disposiciones particulares en el ámbito comunitario:

Reglamento (CE) nº 1251/2001 de la Comisión, de 26 de junio de 2001, que modifica el Reglamento (CEE) nº 3769/92 por el que se aplica y modifica el Reglamento (CEE) nº 3677/90 del Consejo relativo a las medidas que deben adoptarse para impedir el desvío de determinadas sustancias para la fabricación ilícita de estupefacientes y sustancias psicotrópicas.

Reglamento (CE) nº 1116/2001 del Consejo, de 5 de junio de 2001, por el que se modifica el Reglamento (CEE) nº 3677/90 relativo a las medidas que deben adoptarse para impedir el desvío de determinadas sustancias para la fabricación ilícita de estupefacientes y de sustancias psicotrópicas.

Directiva 2001/8/CE de la Comisión, de 8 de febrero de 2001, por la que se sustituye el anexo I de la Directiva 92/109/CEE del Consejo relativa a la fabricación y puesta en el mercado de determinadas sustancias utilizadas para la fabricación ilícita de estupefacientes y sustancias psicotrópicas.

Reglamento (CE) nº 260/2001 de la Comisión, de 8 de febrero de 2001, por el que se sustituye el anexo del Reglamento (CEE) nº 3677/90 del Consejo relativo a las medidas que deben adoptarse para impedir el desvío de determinadas sustancias para la fabricación ilícita de estupefacientes y de sustancias psicotrópicas.

### 16. Otras informaciones

Número y fecha de la revisión: 2 18.12.02

Respecto a la revisión anterior, se han producido cambios en los apartados: 15.

Los datos consignados en la presente Ficha de Datos de Seguridad, están basados en nuestros actuales conocimientos, teniendo como único objeto informar sobre aspectos de seguridad y no garantizándose las propiedades y características en ella indicadas.

## **Ficha de seguridad del di-Sodio Oxalato**

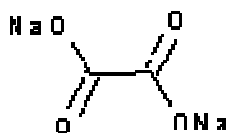
**Panreac**

**CODIGO PRODUCTO: 131706**

**di-Sodio Oxalato** (Reag. USP, Ph. Eur.) PA-ACS

---

$C_2Na_2O_4$



M.= 134,00

CAS [62-76-0]

EINECS 200-550-3

NC 2917 11 00

**SINONIMOS:** Acido Oxálico Sal Sódica •

**DATOS FISICOS:** Pequeños cristales o polvo cristalino blanco • Solubilidad en agua a 20 °C 37 g/l • D: 2,34 •

**APLICACIONES:** Reactivo en análisis: RFE • USP **29** • BP • Ph. Eur. **5.0** •

**BIBLIOGRAFIA:** Merck Index **12** , 8795 **13** , 8723 • Sax SIY 500 • Römpf **8** , 2741 • Beilstein **2** , **IV** , 1819 • BRN: 3631622  
• ACS **IX** , 604 **X** , 630 •

**PELIGROSIDAD:** C.E.: 607-007-00-3 • RTECS: KI 1750000 •



R: 21/22

S: 24/25

---

**NORMAS DE TRANSPORTE:** UN: 2811 • ADR: 6.1/III • IMDG: 6.1/III • IATA: 6.1/III • PAX: 619 • CAO: 619•

---

**ESPECIFICACIONES:**

Riqueza mínima (Perm.)	99,5 %
------------------------	--------

**LIMITE MAXIMO DE IMPUREZAS**

Insoluble en H <sub>2</sub> O	0,005 %
-------------------------------	---------

Pérdida por desec. a 105°C	0,01 %
----------------------------	--------

Sustancias carbonizables por H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	s/e.
---	------

Neutralidad	s/e.
-------------	------

Cloruro (Cl)	0,002 %
--------------	---------

Fosfato (PO <sub>4</sub> )	0,005 %
----------------------------	---------

Sulfato (SO <sub>4</sub> )	0,002 %
----------------------------	---------

Amonio (NH <sub>4</sub> )	0,002 %
---------------------------	---------

Metales pesados (en Pb)	0,002 %
-------------------------	---------

Cu	0,001 %
----	---------

Fe	0,0005 %
----	----------

K	0,005 %
---	---------

Ni	0,001 %
----	---------

Pb	0,001 %
----	---------

Ficha de Datos de Seguridad  
Según Directiva 2001/58/CE

131706 **di-Sodio Oxalato** PA-ACS

**1. Identificación de la sustancia/preparado y de la sociedad o empresa**

**1.1 Identificación de la sustancia o del preparado**

Denominación:  
di-Sodio Oxalato

**1.2 Uso de la sustancia o preparado:**

Para usos de laboratorio, análisis, investigación y química fina.

<b>1.3</b>	<b>Identificación de la sociedad o empresa:</b>  PANREAC QUIMICA, S.A.U. C/Garraf, 2 E-08211 Castellar del Vallès (Barcelona) España Tel.:(+34) 937 489 400 Urgencias: Número único de teléfono para llamadas de urgencia: 112 (UE) Tel.:(+34) 937 489 499
<b>2.</b>	<b>Composición/Información de los componentes</b>          Denominación: di-Sodio Oxalato Fórmula: $(\text{NaCOO})_2$ M.=134,00 CAS [62-76-0] Número CE (EINECS): 200-550-3 Número de índice CE: 607-007-00-3
<b>3.</b>	<b>Identificación de los peligros</b>          Nocivo en contacto con la piel y por ingestión.
<b>4.</b>	<b>Primeros auxilios</b>          <b>4.1</b> <b>Indicaciones generales:</b>  En caso de pérdida del conocimiento nunca dar a beber ni provocar el vómito.  <b>4.2</b> <b>Inhalación:</b>  Trasladar a la persona al aire libre. En caso de que persista el malestar, pedir atención médica.  <b>4.3</b> <b>Contacto con la piel:</b>  Lavar abundantemente con agua. Quitarse las ropas contaminadas.  <b>4.4</b> <b>Ojos:</b>  Lavar con agua abundante (mínimo durante 15 minutos), manteniendo los párpados abiertos. En caso de irritación, pedir atención médica.  <b>4.5</b> <b>Ingestión:</b>  Beber agua abundante. Provocar el vómito. Pedir atención médica.
<b>5.</b>	<b>Medidas de lucha contra incendio</b>          <b>5.1</b> <b>Medios de extinción adecuados:</b>



Los apropiados al entorno.

**5.2 Medios de extinción que NO deben utilizarse:**

-----

**5.3 Riesgos especiales:**

Incombustible.

**5.4 Equipos de protección:**

-----

**6. Medidas a tomar en caso de vertido accidental**

**6.1 Precauciones individuales:**

-----

**6.2 Precauciones para la protección del medio ambiente:**

-----

**6.3 Métodos de recogida/limpieza:**

Recoger en seco y depositar en contenedores de residuos para su posterior eliminación de acuerdo con las normativas vigentes.  
Limpiar los restos con agua abundante.

**7. Manipulación y almacenamiento**

**7.1 Manipulación:**

Sin indicaciones particulares.

**7.2 Almacenamiento:**

Recipientes bien cerrados. Ambiente seco. Temperatura ambiente.

**8. Controles de exposición/protección personal**

**8.1 Medidas técnicas de protección:**

-----

**8.2 Control límite de exposición:**

-----

**8.3 Protección respiratoria:**

En caso de formarse polvo, usar equipo respiratorio adecuado.

**8.4 Protección de las manos:**

Usar guantes apropiados

**8.5 Protección de los ojos:**

Usar gafas apropiadas.

**8.6 Medidas de higiene particulares:**

Quitarse las ropas contaminadas. Lavarse las manos antes de las pausas y al finalizar el trabajo.

**8.7 Controles de la exposición del medio ambiente:**

Cumplir con la legislación local vigente sobre protección del medio ambiente.

El proveedor de los medios de protección debe especificar el tipo de protección que debe usarse para la manipulación del producto, indicando el tipo de material y, cuando proceda, el tiempo de penetración de dicho material, en relación con la cantidad y la duración de la exposición.

**9. Propiedades físicas y químicas**

Aspecto:

Sólido blanco.

Olor:

Inodoro.

pH  $\approx$  8(30g/lH<sub>2</sub>O

Punto de ebullición :>250°C (d

Densidad (20/4): 2,34

Solubilidad: 37 g/l en agua a 20°C

**10. Estabilidad y reactividad**

**10.1 Condiciones que deben evitarse:**

-----

## 10.2 Materias que deben evitarse:

-----

## 10.3 Productos de descomposición peligrosos:

-----

## 10.4 Información complementaria:

-----

## 11. Información toxicológica

### 11.1 Toxicidad aguda:

DL<sub>50</sub> oral rata: 375 mg/kg ( referido al ácido libre)

### 11.2 Efectos peligrosos para la salud:

En contacto con la piel: Riesgo de absorción cutánea.

Por contacto ocular: Irritaciones leves.

Por ingestión: náuseas, vómitos.

Por inhalación del polvo: Irritaciones en mucosas, dificultades respiratorias. tos

Efectos sistémicos: descenso del nivel de calcio en la sangre, problemas renales, trastornos cardiovasculares.

## 12. Información Ecológica

### 12.1 Movilidad :

-----

### 12.2 Ecotoxicidad :

12.2.1 - Test EC<sub>50</sub> (mg/l) :

-----

12.2.2 - Medio receptor :

Riesgo para el medio acuático = ----

Riesgo para el medio terrestre = ----

12.2.3 - Observaciones :

Datos ecotóxicos no disponibles.

### 12.3 Degradabilidad :

12.3.1 - Test :-----

12.3.2 - Clasificación sobre degradación biótica :

DBO<sub>5</sub>/DQO Biodegradabilidad = ----

12.3.3 - Degradación abiótica según pH : -----

12.3.4 - Observaciones :

Datos no disponibles.

#### **12.4 Acumulación :**

12.4.1 - Test :

-----

12.4.2 - Bioacumulación :

Riesgo = ----

12.4.3 - Observaciones :

Datos no disponibles.

#### **12.5 Otros posibles efectos sobre el medio natural :**

No permitir su incorporación al suelo ni a acuíferos.

### **13. Consideraciones sobre la eliminación**

#### **13.1 Sustancia o preparado:**

En la Unión Europea no están establecidas pautas homogéneas para la eliminación de residuos químicos, los cuales tienen carácter de residuos especiales, quedando sujetos su tratamiento y eliminación a los reglamentos internos de cada país. Por tanto, en cada caso, procede contactar con la autoridad competente, o bien con los gestores legalmente autorizados para la eliminación de residuos.

2001/573/CE: Decisión del Consejo, de 23 de julio de 2001, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE de la Comisión en lo relativo a la lista de residuos.

Directiva 91/156/CEE del Consejo de 18 de marzo de 1991 por la que se modifica la Directiva 75/442/CEE relativa a los residuos.

En España: Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos. Publicada en BOE 22/04/98.

ORDEN MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos. Publicada en BOE 19/02/02.

#### **13.2 Envases contaminados:**

Los envases y embalajes contaminados de sustancias o preparados peligrosos, tendrán el mismo tratamiento que los propios productos contenidos.

Directiva 94/62/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de diciembre de 1994, relativa a los envases y residuos de envases.

En España: Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases. Publicada en BOE 25/04/97.

Real Decreto 782/1998, de 30 de abril, por el que se aprueba el Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases. Publicado en BOE 01/05/98.

### **14. Información relativa al transporte**

Terrestre (ADR):

Denominación técnica: SÓLIDO ORGÁNICO TÓXICO, N.E.P.

ONU 2811 Clase: 6.1 Grupo de embalaje: III  
Marítimo (IMDG):  
Denominación técnica: SÓLIDO ORGÁNICO TÓXICO, N.E.P.  
ONU 2811 Clase: 6.1 Grupo de embalaje: III  
Aéreo (ICAO-IATA):  
Denominación técnica: Sólido tóxico, orgánico, n.e.p.  
ONU 2811 Clase: 6.1 Grupo de embalaje: III  
Instrucciones de embalaje: CAO 619 PAX 619

## 15. Información reglamentaria

### 15.1 Etiquetado según Directiva de la CE



Símbolos:

Indicaciones de peligro: Nocivo

Frases R: 21/22 Nocivo en contacto con la piel y por ingestión.

Frases S: 24/25 Evítese el contacto con los ojos y la piel.

Número de índice CE: 607-007-00-3

### 15.2 Disposiciones particulares en el ámbito comunitario:

-----

## 16. Otras informaciones

Número y fecha de la revisión: 1 18.12.02

Respecto a la revisión anterior, se han producido cambios en los apartados: 3, 14, 15.

Los datos consignados en la presente Ficha de Datos de Seguridad, están basados en nuestros actuales conocimientos, teniendo como único objeto informar sobre aspectos de seguridad y no garantizándose las propiedades y características en ella indicadas.

# **Anexo III: Tablas de resultados de las calibraciones**

**Tabla 1.** Resultados de comprobación de correcto funcionamiento del termómetro.

Tiempo (min)	t (°C) termómetro utilizado	t (°C) termómetro patrón
0	21,2	21,7
5	22,5	22,55
10	23,0	23,16
15	24,0	23,90
20	25,0	25,13
25	25,8	25,71
30	26,6	26,53
35	27,5	27,38
40	28,2	28,19
45	29,1	29,00
50	29,9	29,77
55	30,6	30,51
60	31,1	31,62

**Tabla 2.** Resultados del correcto funcionamiento de la micropipeta utilizada.

Persona	Peso 1 (g)	Peso 2 (g)	Peso 3 (g)
Guillem	0,99	0,99	0,98
Esther	0,97	0,99	0,99
Jordi	0,99	0,99	1,00

**Tabla 3.** Resultados de la verificación de las jeringas.

Volumen	Jordi	Esther	Guillem	Jeringas utilizadas
2mL	1,99g	2,04g	2,00g	Jeringa de 2 mL
Máximo	2,90g	2,92g	2,92g	
0,5mL	0,47g	0,51g	0,50g	Jeringa de 1 mL
1mL	0,94g	1,00g	0,98g	
Máximo	1,11g	1,12g	1,11g	
5 mL	4,89g	4,96g	4,96g	Jeringa 5mL
Máximo	6,01g	6,08g	6,08g	

**Tabla 4.** Resultados del correcto funcionamiento de la jeringa utilizada.

Persona	Peso 1 (g)	Peso 2 (g)	Peso 3 (g)
Guillem	2,91	2,91	2,92
Esther	2,86	2,87	2,91
Jordi	2,87	2,89	2,87

Cálculos y resultados SMT a 240 nm

<div> <div>Analito SMT</div> <div>Concentración Disolución madre</div> </div>														
<div> <div>unidades concentración ppm</div> <div>¿es una impureza? (si/no) no</div> <div>100 ppm</div> </div>														
<div> <div>λ 240 nm</div> <div>Diluciones de la disolución madre tomando alícuotas en ml y diluyendo hasta 100 ml (Las 3 últimas disoluciones se diluyen a 10 ml)</div> </div>														
Alícuota (ml)	Conc en ppm Absorbancia									medias ABS				
	X	Y	X · Y	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	Ŷ	e <sup>2</sup>	(X - x) <sup>2</sup>	f(Y/X)	X	Y	s	s <sup>2</sup>	Sensibilidad analítica
2	2,0	0,145	0,29	4	0,021025	0,151768605	4,5814E-05	70,56	0,0725	2,0	0,145	0,00057735	3,33333E-07	114,7204734
2	2,0	0,146	0,292	4	0,021316	0,151768605	3,32768E-05	70,56	0,073					
2	2,0	0,145	0,29	4	0,021025	0,151768605	4,5814E-05	70,56	0,0725					
5	5,0	0,351	1,755	25	0,123201	0,350470294	2,80589E-07	29,16	0,0702	5,0	0,350	0,00057735	3,33333E-07	114,7204734
5	5,0	0,350	1,75	25	0,1225	0,350470294	2,21176E-07	29,16	0,07					
5	5,0	0,350	1,75	25	0,1225	0,350470294	2,21176E-07	29,16	0,07					
10	10,0	0,688	6,88	100	0,473344	0,681639775	4,04525E-05	0,16	0,0688	10,0	0,688	0,00057735	3,33333E-07	114,7204734
10	10,0	0,688	6,88	100	0,473344	0,681639775	4,04525E-05	0,16	0,0688					
10	10,0	0,687	6,87	100	0,471969	0,681639775	2,8732E-05	0,16	0,0687					
15	15,0	1,024	15,36	225	1,048576	1,012809256	0,000125233	21,16	0,068266667	15,0	1,024	0,00057735	3,33333E-07	114,7204734
15	15,0	1,024	15,36	225	1,048576	1,012809256	0,000125233	21,16	0,068266667					
15	15,0	1,025	15,375	225	1,050625	1,012809256	0,000148614	21,16	0,068333333					
2	20,0	1,332	26,64	400	1,774224	1,343978737	0,00014349	92,16	0,0666	20,0	1,333	0,001	0,000001	66,23389619
2	20,0	1,333	26,66	400	1,776889	1,343978737	0,000120533	92,16	0,06665					
2	20,0	1,334	26,68	400	1,779556	1,343978737	9,95752E-05	92,16	0,0667					
Σ	156	10,622	152,832	2262	10,32867	10,622	0,000997942	639,6	1,039316667	52	3,540666667	0,003309401	2,33333E-06	525,1157897
N	15	15	15	15	15	15	15	15	15	5	5	5	5	5
x	10,4	0,708133333	10,1888	150,8	0,688578	0,708133333	6,65295E-05	42,64	0,069287778	10,4	0,708133333	0,00066188	4,66667E-07	105,0231579
S	6,759120822	0,447762511	10,12305337	151,8195357	0,675074566	0,447682907	5,4443E-05	34,88575641	0,002086697	7,300684899	0,483638386	0,000189015	2,98142E-07	21,68385652
CV	64,99154636	63,2313846	99,35471661	100,6760847	98,03893908	63,22014312	81,83284189	81,81462572	3,011637888	70,19889326	68,29764449	28,5572376	63,8876565	20,64673825



<b><math>Y = b \cdot X + a</math></b>		<b><math>S^2_{(Y/X)}</math></b>	7,67648E-05	<b><math>S_{(Y/X)}</math></b>	0,008761553	<b><math>n</math></b>	13	<b><math>\alpha</math></b>	0,05	<b>IC</b>	Limite inferior	Limite superior
<b><math>b =</math></b>	<b>0,0662339</b>	<b><math>S^2_b</math></b>	1,2002E-07	<b><math>S_b</math></b>	0,000346439	<b><math>t_{b \text{ calculado}}</math></b>	191,1848415	<b><math>t_{b \text{ tabulado}}</math></b>	2,16	0,000748308	0,065485588	0,066982205
<b><math>a =</math></b>	<b>0,0193008</b>	<b><math>S^2_a</math></b>	1,8099E-05	<b><math>S_a</math></b>	0,004254294	<b><math>t_{a \text{ calculado}}</math></b>	4,536783812	<b><math>t_{a \text{ tabulado}}</math></b>	2,16	0,009189275	0,010111538	0,028490088
<b><math>r =</math></b>	<b>0,9998222</b>	<b><math>r^2</math></b>	0,999644465			<b><math>t_r \text{ calculado}</math></b>	191,1848415	<b><math>t_r \text{ tabulado}</math></b>	2,16			

TEST DEL COEFICIENTE DE CORRELACIÓN (R)	CUMPLE ( El coeficiente r es mayor o igual a 0,999 )
TEST DE SIGNIFICACIÓN DEL COEFICIENTE (R)	CUMPLE ( El ajuste lineal tiene una confianza superior o igual al 95 % )
TEST LINEALIDAD. CV DE LOS FACTORES DE RESPUESTA	CUMPLE ( El CV del factor respuesta no es superior al 5% )
SIGNIFICACIÓN ESTADÍSTICA DE LA PENDIENTE	CUMPLE ( La pendiente es $\neq 0$ con una confianza del 95 % )
TEST DE PROPORCIONALIDAD	NO CUMPLE ( a $\neq 0$ con un 95 % de confianza, es decir hay sesgo)
SENSIBILIDAD DE LA CALIBRACIÓN	0,0662339
CONCENTRACIÓN LÍMITE DE DETECCIÓN	0,396846 ppm
CONCENTRACIÓN LÍMITE DE CUANTIFICACIÓN	1,3228201 ppm
CONCENTRACIÓN CON MAYOR SENSIBILIDAD ANALÍTICA	Es aquella/s concentración/es tal que su sensibilidad analítica sea 114,72047

DETERMINACIONES MUESTRA			$Y_0$	$X_0$	$S_{X0}$	N	$\alpha$	$t_{\text{tabulado}}$	IC
1,300	1,290	1,310	1,3	19,336009	0,0958335	3	0,05	4,303	0,4123714
			RESULTADO FINAL						
			<div> <div>19,3</div> <div>ppm</div> <div>±</div> <div>0,4</div> <div>ppm</div> </div>						

## Cálculos y resultados SMT a 260 nm

<p>Analito SMT</p> <p>Concentración Disolución madre</p> <p>100 ppm</p> <p>unidades concentración ppm</p> <p>¿es una impureza? (si/no) no</p> <p>λ 260 nm</p> <p>Diluciones de la disolución madre tomando alícuotas en ml y diluyendo hasta 100 ml (Las 3 últimas disoluciones se diluyen a 10 ml)</p>														
Alícuota (ml)	conc en ppm Absorbancia									Medias ABS				
	X	Y	X · Y	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	Ŷ	e <sup>2</sup>	(X - x) <sup>2</sup>	f (Y / X)	X	Y	s	s <sup>2</sup>	Sensibilidad analítica
2	2,0	0,106	0,212	4	0,011236	0,083903064	0,000488275	70,56	0,053	2,0	0,106	0,00057735	3,33333E-07	110,225157
2	2,0	0,106	0,212	4	0,011236	0,083903064	0,000488275	70,56	0,053					
2	2,0	0,105	0,21	4	0,011025	0,083903064	0,000445081	70,56	0,0525					
5	5,0	0,266	1,33	25	0,070756	0,274818637	7,77684E-05	29,16	0,0532	5,0	0,269	0,003	9E-06	21,21284136
5	5,0	0,272	1,36	25	0,073984	0,274818637	7,94471E-06	29,16	0,0544					
5	5,0	0,269	1,345	25	0,072361	0,274818637	3,38565E-05	29,16	0,0538					
10	10,0	0,567	5,67	100	0,321489	0,593011257	0,000676585	0,16	0,0567	10,0	0,569	0,002	4E-06	31,81926204
10	10,0	0,571	5,71	100	0,326041	0,593011257	0,000484495	0,16	0,0571					
10	10,0	0,569	5,69	100	0,323761	0,593011257	0,00057654	0,16	0,0569					
15	15,0	0,898	13,47	225	0,806404	0,911203877	0,000174342	21,16	0,059866667	15,0	0,898	0,00057735	3,33333E-07	110,225157
15	15,0	0,898	13,47	225	0,806404	0,911203877	0,000174342	21,16	0,059866667					
15	15,0	0,899	13,485	225	0,808201	0,911203877	0,000148935	21,16	0,059933333					
2	20,0	1,250	25	400	1,5625	1,229396498	0,000424504	92,16	0,0625	20,0	1,250	0,00057735	3,33333E-07	110,225157
2	20,0	1,250	25	400	1,5625	1,229396498	0,000424504	92,16	0,0625					
2	20,0	1,251	25,02	400	1,565001	1,229396498	0,000466711	92,16	0,06255					
Σ	156	9,277	137,184	2262	8,332899	9,277	0,00509216	639,6	0,857816667	52	3,092333333	0,006732051	0,000014	383,7075745
N	15	15	15	15	15	15	15	15	15	5	5	5	5	5
x	10,4	0,618466667	9,1456	150,8	0,5555266	0,618466667	0,000339477	42,64	0,057187778	10,4	0,618466667	0,00134641	2,8E-06	76,74151489
S	6,759120822	0,430563064	9,519859121	151,8195357	0,596850457	0,430140473	0,000213743	34,88575641	0,003775992	7,300684899	0,465058754	0,001110844	3,81226E-06	46,00245987
CV	64,99154636	69,61782866	104,0922315	100,6760847	107,438682	69,54949981	62,96248633	81,81462572	6,602795046	70,19889326	75,19544364	82,50413756	136,1521758	59,94468566

**UV 260nm**

<b><math>Y = b \cdot X + a</math></b>		<b><math>S^2_{(Y/X)}</math></b>	0,000391705	<b><math>S_{(Y/X)}</math></b>	0,019791529	<b><math>n</math></b>	13	<b><math>\alpha</math></b>	0,05	<b>IC</b>	Limite inferior	Limite superior
<b><math>b =</math></b>	<b>0,0636385</b>	<b><math>S^2_b</math></b>	6,12421E-07	<b><math>S_b</math></b>	0,000782573	<b><math>t_b \text{ calculado}</math></b>	81,31955206	<b><math>t_b \text{ tabulado}</math></b>	2,16	0,001690359	0,061948165	0,065328883
<b><math>a =</math></b>	<b>-0,043374</b>	<b><math>S^2_a</math></b>	9,23531E-05	<b><math>S_a</math></b>	0,009610053	<b><math>t_a \text{ calculado}</math></b>	4,513396839	<b><math>t_a \text{ tabulado}</math></b>	2,16	0,020757715	-0,0641317	-0,02261627
<b><math>r =</math></b>	<b>0,9990185</b>	<b><math>r^2</math></b>	0,998037993			<b><math>t_r \text{ calculado}</math></b>	81,31955206	<b><math>t_r \text{ tabulado}</math></b>	2,16			

TEST DEL COEFICIENTE DE CORRELACIÓN (R)	CUMPLE ( El coeficiente r es mayor o igual a 0,999 )						
TEST DE SIGNIFICACIÓN DEL COEFICIENTE (R)	CUMPLE ( El ajuste lineal tiene una confianza superior o igual al 95 % )						
TEST LINEALIDAD. CV DE LOS FACTORES DE RESPUESTA	NO CUMPLE ( El CV del factor respuesta es superior al 5% )						
SIGNIFICACIÓN ESTADÍSTICA DE LA PENDIENTE	CUMPLE ( La pendiente es $\neq 0$ con una confianza del 95 % )						
TEST DE PROPORCIONALIDAD	NO CUMPLE ( a $\neq 0$ con un 95 % de confianza, es decir hay sesgo)						
SENSIBILIDAD DE LA CALIBRACIÓN	0,0636385						
CONCENTRACIÓN LÍMITE DE DETECCIÓN	0,9329976 ppm						
CONCENTRACIÓN LÍMITE DE CUANTIFICACIÓN	3,1099918 ppm						
CONCENTRACIÓN CON MAYOR SENSIBILIDAD ANALÍTICA	Es aquella/s concentración/es tal que su sensibilidad analítica sea 110,225157						

DETERMINACIONES MUESTRA			Y <sub>0</sub>	X <sub>0</sub>	S <sub>x0</sub>	N	α	t <sub>tabulado</sub>	IC
0,705	0,705	0,705	0,705	11,759763	0,1974026	3	0,05	4,303	0,8494235
				</					

Cálculos y resultados curva calibrado H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a 450nm en espectro visible:

<div> <div>Analito H<sub>2</sub>O<sub>2</sub></div> <div>Concentración Disolución madre</div> </div>														
<div> <div>unidades concentración Ppm</div> <div>¿es una impureza? 3000 ppm</div> <div>(sí/no) No</div> </div>														
<div> <div>λ 450 nm</div> <div>Diluciones de la disolución madre tomando alícuotas en ml y diluyendo hasta 100 ml</div> </div>														
Alícuota (ml)	conc en ppm	Absorbancia								Medias ABS				
	X	Y	X · Y	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	Ȳ	e <sup>2</sup>	(X - x) <sup>2</sup>	f(Y / X)	X	Y	s	s <sup>2</sup>	Sensibilidad analítica
1	30,0	0,271	8,13	900	0,073441	0,2738	7,84E-06	3600	0,009033333	30,0	0,271	0,00057735	3,33333E-07	14,75514838
1	30,0	0,270	8,1	900	0,0729	0,2738	1,444E-05	3600	0,009					
1	30,0	0,271	8,13	900	0,073441	0,2738	7,84E-06	3600	0,009033333					
2	60,0	0,526	31,56	3600	0,276676	0,529366667	1,13344E-05	900	0,008766667	60,0	0,528	0,001732051	3E-06	4,918382793
2	60,0	0,529	31,74	3600	0,279841	0,529366667	1,34444E-07	900	0,008816667					
2	60,0	0,529	31,74	3600	0,279841	0,529366667	1,34444E-07	900	0,008816667					
3	90,0	0,792	71,28	8100	0,627264	0,784933333	4,99378E-05	0	0,0088	90,0	0,792	0,00057735	3,33333E-07	14,75514838
3	90,0	0,792	71,28	8100	0,627264	0,784933333	4,99378E-05	0	0,0088					
3	90,0	0,791	71,19	8100	0,625681	0,784933333	3,68044E-05	0	0,008788889					
4	120,0	1,045	125,4	14400	1,092025	1,0405	2,025E-05	900	0,008708333	120,0	1,044	0,001154701	1,33333E-06	7,37757419
4	120,0	1,043	125,16	14400	1,087849	1,0405	6,25E-06	900	0,008691667					
4	120,0	1,043	125,16	14400	1,087849	1,0405	6,25E-06	900	0,008691667					
5	150,0	1,288	193,2	22500	1,658944	1,296066667	6,50711E-05	3600	0,008586667	150,0	1,291	0,003785939	1,43333E-05	2,250139033
5	150,0	1,289	193,35	22500	1,661521	1,296066667	4,99378E-05	3600	0,008593333					
5	150,0	1,295	194,25	22500	1,677025	1,296066667	1,13778E-06	3600	0,008633333					
Σ	1350	11,774	1289,67	148500	11,201562	11,774	0,0003273	27000	0,131760556	450	3,924666667	0,007827391	1,93333E-05	44,05639278
N	15	15	15	15	15	15	15	15	15	5	5	5	5	5
x	90	0,784933333	85,978	9900	0,7467708	0,784933333	2,182E-05	1800	0,008784037	90	0,784933333	0,001565478	3,86667E-06	8,811278555
S	43,91550328	0,374142537	69,20666485	8057,028875	0,594449341	0,374111293	2,21648E-05	1558,845727	0,000145094	47,4341649	0,404116141	0,001330388	5,95166E-06	5,720967454
CV	48,79500365	47,66551773	80,49345746	81,38413005	79,60264936	47,66153724	101,5802842	86,60254038	1,651791777	52,70462767	51,48413553	84,9828237	153,9221663	64,92777885



# **Anexo IV: Tablas y gráficos de los datos experimentales**

**Tabla 5.** Resultados de los experimentos SMT.00 y SMT.01.

## EXP.SMT.00 22-10-2007

RESULTADOS EXPERIMENTALES	
T (min)	T (°C) SMT.00
0	21,2
5	22,5
10	23,0
15	24,0
20	25,0
25	25,8
30	26,6
35	27,5
40	28,2
45	29,1
50	29,9
55	30,6
60	31,1
65	32,0
70	32,7
75	33,3
80	33,9
85	34,4
90	35,0
95	
100	
105	
110	
115	
120	
125	
130	

## EXP.SMT.01 25-10-2007

RESULTADOS EXPERIMENTALES	
T (min)	t (°C) SMT.01
0	21,0
5	22,0
10	21,2
15	21,4
20	21,5
25	21,6
30	21,8
35	21,8
40	21,8
45	21,9
50	21,9
55	21,9
60	21,8
65	21,9
70	21,9
75	21,8
80	21,9
85	21,8
90	21,9
95	21,8
100	21,8
105	21,8
110	21,8
115	21,8
120	21,8
125	21,8
130	21,8

**Tabla 6.** Resultados del experimento SMT.02.**EXP.SMT.02 (SMT+Fe<sup>2+</sup>) 12-11-2007**

RESULTADOS EXPERIMENTALES							RESULTADOS EN % RESPECTO EL MÁX						
T (min)	t (°C)	pH	P. redox	TOC	[SMT] 240 nm	[SMT] 260 nm	T (min)	t (°C)	pH	P. redox	TOC	[SMT] 240 nm	[SMT] 260 nm
0	17,0	5,08	495	23,44	45	52	0	0,97	1,00	0,25	0,95	0,94	0,91
1	17,0	5,05	544				1	0,97	0,99	0,27			
2	17,0	5,04	569				2	0,97	0,99	0,28			
5	17,0	5,01	648	22,73	48	54	5	0,97	0,99	0,32	0,92	1,00	0,95
10	17,0	4,97	792				10	0,97	0,98	0,40			
15	17,0	4,95	910	23,88	48	57	15	0,97	0,97	0,46	0,97	1,00	1,00
30	17,2	4,88	1319	24,01	48	57	30	0,98	0,96	0,66	0,97	1,00	1,00
45	17,5	4,83	1726				45	1,00	0,95	0,86			
60	17,5	4,80	2000	24,70	48	57	60	1,00	0,94	1,00	1,00	1,00	1,00
78	17,5	4,76	2000				78	1,00	0,94	1,00			
máx	17,5	5,1	2000,0	24,7	48,0	57,0							
mín	17,0	4,8	495,0	22,7	45,0	52,0							
Media	17,2	4,9	1100,3	23,8	47,4	55,4							

**Tabla 7.** Resultados del experimento SMT.03.**EXP.SMT.03 (SMT+LUZ) 15-11-2007**

RESULTADOS EXPERIMENTALES							RESULTADOS EN % RESPECTO EL MÁX						
T (min)	t (°C)	pH	P. redox	TOC	[SMT] 240 nm	[SMT] 260 nm	T (min)	t (°C)	pH	P. redox	TOC	[SMT] 240 nm	[SMT] 260 nm
0	17,5	5,82	219	25,51	48	54	0	0,92	0,99	1,00	1,00	0,94	1,00
1	17,5	5,85	210				1	0,92	1,00	0,96			
2	17,5	5,81	190				2	0,92	0,99	0,87			
5	17,5	5,81	206	25,11	48	54	5	0,92	0,99	0,94	0,98	0,94	1,00
10	18,0	5,78	180				10	0,95	0,98	0,82			
15	18,0	5,84	176	25,20	51	48	15	0,95	0,99	0,80	0,99	1,00	0,89
30	18,5	5,85	182	25,15	51	48	30	0,97	1,00	0,83	0,99	1,00	0,89
45	18,8	5,87	192				45	0,99	1,00	0,88			
60	19,0	5,85	195	24,99	48	54	60	1,00	1,00	0,89	0,98	0,94	1,00
máx	19,0	5,9	219,0	25,5	51,0	54,0							
mín	17,5	5,8	176,0	25,0	48,0	48,0							
Media	18,0	5,8	194,4	25,2	49,2	51,6							



**Tabla 8.** Resultados del experimento SMT.04.

## EXP.SMT.04 (SMT+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) 22-11-2007

RESULTADOS EXPERIMENTALES							
T (min)	t (°C)	pH	P. redox	TOC	[SMT] 240 nm	[SMT] 260 nm	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] 450 nm
0	20,0	5,62	261	26,53	51	45	600
1	19,8	5,55	325				
2	19,9	5,56	327				
5	19,5	5,54	322	25,21	57	57	575
10	19,5	5,57	327				
15	19,5	5,60	327	26,21	57	57	595
30	19,5	5,59	324	26,68	57	57	600
45	19,0	5,60	321				
60	19,0	5,59	323	26,49	57	57	620
máx	20,0	5,6	327,0	26,7	57,0	57,0	620,0
mín	19,0	5,5	261,0	25,2	51,0	45,0	575,0
Media	19,5	5,6	317,4	26,2	55,8	54,6	598,0

RESULTADOS EN % RESPECTO EL MÁX							
T (min)	t (°C)	pH	P. redox	TOC	[SMT] 240 nm	[SMT] 260 nm	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] 450 nm
0	1,00	1,00	0,80	0,99	0,89	0,79	0,97
1	0,99	0,99	0,99				
2	1,00	0,99	1,00				
5	0,98	0,99	0,98	0,94	1,00	1,00	0,93
10	0,98	0,99	1,00				
15	0,98	1,00	1,00	0,98	1,00	1,00	0,96
30	0,98	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00	0,97
45	0,95	1,00	0,98				
60	0,95	0,99	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00

**Tabla 9.** Resultados del experimento SMT.05.

## EXP.SMT.05 (SMT+Fe<sup>2+</sup>+ Luz) 10-12-2007

RESULTADOS EXPERIMENTALES				
T (min)	t (°C)	pH	P. redox	TOC
0	17,0	5,17	119	25,86
1	17,0	5,23	122	
2	17,0	5,21	124	
5	17,0	5,19	126	26,64
10	17,0	5,12	132	
15	17,0	5,08	138	26,61
máx	17,0	5,2	138,0	26,6
mín	17,0	5,1	119,0	25,9
Media	17,0	5,2	126,8	26,4

RESULTADOS EN % RESPECTO EL MÁX				
T (min)	t (°C)	pH	P. redox	TOC
0	1,00	0,99	0,86	0,97
1	1,00	1,00	0,88	
2	1,00	1,00	0,90	
5	1,00	0,99	0,91	1,00
10	1,00	0,98	0,96	
15	1,00	0,97	1,00	1,00

**Tabla 10.** Resultados del experimento SMT.06.**EXP.SMT.06 (SMT+Fe<sup>2+</sup>+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) 03-12-2007**

RESULTADOS EXPERIMENTALES							
T (min)	t (°C)	pH	P. redox	TOC	[SMT] 240 nm	[SMT] 260 nm	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] 450 nm
0	17,0	4,98	126	24,83	48	54	600
1	17,0	3,16	447				
2	17,0	3,10	453				
5	17,0	3,06	462	22,57	54	42	395
10	17,0	3,03	469				
15	17,0	3,02	474	21,48	51	42	277
30	17,0	2,99	479	21,84	51	42	222
45	17,0	2,99	481				
60	17,0	2,98	481	21,04	48	42	167
máx	17,0	5,0	481,0	24,8	54,0	54,0	600,0
mín	17,0	3,0	126,0	21,0	48,0	42,0	167,0
Media	17,0	3,3	430,2	22,4	50,4	44,4	332,2

RESULTADOS EN % RESPECTO EL MÁX							
T (min)	t (°C)	pH	P. redox	TOC	[SMT] 240 nm	[SMT] 260 nm	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] 450 nm
0	1,00	1,00	0,26	1,00	0,89	1,00	1,00
1	1,00	0,63	0,93				
2	1,00	0,62	0,94				
5	1,00	0,61	0,96	0,91	1,00	0,78	0,66
10	1,00	0,61	0,98				
15	1,00	0,61	0,99	0,87	0,94	0,78	0,46
30	1,00	0,60	1,00	0,88	0,94	0,78	0,37
45	1,00	0,60	1,00				
60	1,00	0,60	1,00	0,85	0,89	0,78	0,28

**Tabla 11.** Resultados del experimento SMT.07.**EXP.SMT.07 (SMT+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>+ Luz) 10-12-2007**

RESULTADOS EXPERIMENTALES					
T (min)	t (°C)	pH	P. redox	TOC	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] 450 nm
0	17,8	5,72	192	27,43	600
1	17,8	5,69	341		
2	17,8	5,70	341		
5	17,8	5,71	339	27,87	670
10	17,8	5,72	338		
15	17,8	5,73	336	27,97	625
máx	17,8	5,7	341,0	28,0	670,0
mín	17,8	5,7	192,0	27,4	600,0
Media	17,8	5,7	314,5	27,8	631,7

RESULTADOS EN % RESPECTO EL MÁX					
T (min)	t (°C)	pH	P. redox	TOC	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] 450 nm
0	1,00	1,00	0,56	0,98	0,90
1	1,00	0,99	1,00		
2	1,00	0,99	1,00		
5	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00
10	1,00	1,00	0,99		
15	1,00	1,00	0,99	1,00	0,93

**Tabla 12.** Resultados del experimento SMT.08.**EXP.SMT.08 (SMT+Fe<sup>2+</sup>+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>+LUZ) 29-11-2007**

RESULTADOS EXPERIMENTALES	RESULTADOS EN % RESPECTO EL MÁX
---------------------------	---------------------------------

T (min)	t (°C)	pH	P. redox	TOC	[SMT] 240 nm	[SMT] 260 nm	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] 450 nm	T (min)	t (°C)	pH	P. redox	TOC	[SMT] 240 nm	[SMT] 260 nm	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] 450 nm
0	17,5	5,37	154	24,250	48	54	600	0	0,92	1,00	0,30	1,00	0,89	1,00	1,00
1	15,0	3,21	458					1	0,79	0,60	0,89				
2	18,0	3,12	463					2	0,95	0,58	0,90				
5	18,1	3,03	474	20,380	54	45	275	5	0,95	0,56	0,92	0,84	1,00	0,83	0,46
10	18,5	3,00	476					10	0,97	0,56	0,93				
15	18,9	2,99	498	16,140	45	39	95	15	0,99	0,56	0,97	0,67	0,83	0,72	0,16
30	19,0	3,00	512	11,360	39	33	30	30	1,00	0,56	1,00	0,47	0,72	0,61	0,05
45	19,0	2,99	512					45	1,00	0,56	1,00				
60	19,0	2,99	513	9,392	33	30	10	60	1,00	0,56	1,00	0,39	0,61	0,56	0,02
75	19,0	2,98	510	7,876	33	30	5	75	1,00	0,55	0,99	0,32	0,61	0,56	0,01
100	19,0	2,97	501	7,608	33	27		100	1,00	0,55	0,98	0,31	0,61	0,50	
máx	19,0	5,4	513,0	24,3	54,0	54,0	600,0								
mín	15,0	3,0	154,0	7,6	33,0	27,0	5,0								
Media	18,3	3,2	461,0	13,9	40,7	36,9	169,2								

**Tabla 13.** Resultados del experimento SMT.09.

## EXP.SMT.09 (SMT+Fe<sup>2+</sup>+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>+LUZ) 10-12-2007

RESULTADOS EXPERIMENTALES					RESULTADOS EN % RESPECTO EL MÁX				
T (min)	t (°C)	pH	P. redox	TOC	T (min)	t (°C)	pH	P. redox	TOC
0	18,0	5,75	338	27,970	0	0,95	1,00	0,69	1,00
1	18,0	3,39	448		1	0,95	0,59	0,91	
2	18,0	3,30	455		2	0,95	0,57	0,93	
5	18,0	3,25	458	21,020	5	0,95	0,57	0,93	0,75
10	18,5	3,14	461		10	0,97	0,55	0,94	
15	19,0	3,13	465	19,740	15	1,00	0,54	0,95	0,71
30	18,0	3,17	480	15,210	30	0,95	0,55	0,98	0,54
41	18,0	3,20	490		41	0,95	0,56	1,00	
45	18,0	3,21	491		45	0,95	0,56	1,00	

**Tabla 14.** Comparativa de los experimentos del PFC-1.

## Comparativa de los experimentos del PFC-1

Comparativa de resultados de disminución del TOC								
T (min)	SMT.02	SMT.03	SMT.04	SMT.05	SMT.06	SMT.07	SMT.08	SMT.09
0	0,95	1,00	0,99	0,97	1,00	0,98	1,00	1,00
5	0,92	0,98	0,94	1,00	0,91	1,00	0,84	0,75
15	0,97	0,99	0,98	1,00	0,87	1,00	0,67	0,71
30	0,97	0,99	1,00		0,88		0,47	0,54
60	1,00	0,98	0,99		0,85		0,39	
75							0,32	
100							0,31	

**Tabla 15.** Resultados del experimento SMT.11

**EXP.SMT.11 (29-01-2008)**

**(45 ppm SMT + 60 ppm Fe<sup>2+</sup> + 900 ppm H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + LUZ)**

RESULTADOS EXPERIMENTALES						RESULTADOS EN % RESPECTO EL MÁX					
T (min)	t (°C)	pH	P. redox	TOC	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] 450 nm	T (min)	t (°C)	pH	P. redox	TOC	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] 450 nm
0	18,0	4,70	226	38,78	900	0	0,95	1,00	0,40	0,86	1,00
1	18,0	3,10	533			1	0,95	0,66	0,94		
2	18,0	3,06	537			2	0,95	0,65	0,95		
5	18,0	2,99	539	45,06	755	5	0,95	0,64	0,95	1,00	0,84
10	18,5	2,93	542	41,18	500	10	0,97	0,62	0,95	0,91	0,56
15	18,5	2,89	545			15	0,97	0,61	0,96		
20	18,5	2,89	547	36,04	327	20	0,97	0,61	0,96	0,80	0,36
30	19,0	2,88	553	31,29	246	30	1,00	0,61	0,97	0,69	0,27
45	19,0	2,89	562			45	1,00	0,61	0,99		
60	19,0	2,90	568	24,76	92	60	1,00	0,62	1,00	0,55	0,10
máx	19,0	4,7	568,0	45,1	900,0						
mín	18,0	2,9	226,0	24,8	92,0						
Media	18,5	3,1	515,2	36,2	470,0						

**Tabla 16.** Resultados del experimento SMT.12

**EXP.SMT.12 (29-01-2008)**

**(45 ppm SMT + 40 ppm Fe<sup>2+</sup> + 1024 ppm H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + LUZ)**

RESULTADOS EXPERIMENTALES						RESULTADOS EN % RESPECTO EL MÁX					
T (min)	t (°C)	pH	P. redox	TOC	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] 450 nm	T (min)	t (°C)	pH	P. redox	TOC	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] 450 nm
0	19,0	4,74	227	40,28	1024	0	0,93	1,00	0,42	1,00	1,00
1	19,0	3,21	518			1	0,93	0,68	0,95		
2	19,0	3,16	520			2	0,93	0,67	0,95		
5	19,0	3,08	524	33,64	968	5	0,93	0,65	0,96	0,84	0,95
10	19,5	3,02	526	30,26	406	10	0,95	0,64	0,96	0,75	0,40
15	20,0	3,00	528			15	0,98	0,63	0,97		
20	20,0	3,00	530	25,00	323	20	0,98	0,63	0,97	0,62	0,32
30	20,5	3,01	534	22,07	243	30	1,00	0,64	0,98	0,55	0,24
45	20,5	3,01	541			45	1,00	0,64	0,99		
60	20,5	3,01	546	17,72	85	60	1,00	0,64	1,00	0,44	0,08
máx	20,5	4,7	546,0	40,3	1024,0						
mín	19,0	3,0	227,0	17,7	85,0						
Media	19,7	3,2	499,4	28,2	508,2						

**Tabla 17.** Resultados del experimento SMT.13**EXP.SMT.13 (30-01-2008)****(45 ppm SMT + 12 ppm Fe<sup>2+</sup> + 600 ppm H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + LUZ)**

RESULTADOS EXPERIMENTALES						RESULTADOS EN % RESPECTO EL MÁX					
T (min)	t (°C)	pH	P. redox	TOC	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] 450 nm	T (min)	t (°C)	pH	P. redox	TOC	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] 450 nm
0	17,0	4,97	221	38,17	600	0	0,94	1,00	0,44	0,97	1,00
1	17,0	3,74	485			1	0,94	0,75	0,97		
2	17,0	3,71	489			2	0,94	0,75	0,98		
5	17,0	3,62	492	39,26	561	5	0,94	0,73	0,98	1,00	0,94
10	17,0	3,57	493	38,53	498	10	0,94	0,72	0,99	0,98	0,83
15	17,5	3,54	494			15	0,97	0,71	0,99		
20	17,5	3,52	494	38,35	331	20	0,97	0,71	0,99	0,98	0,55
30	17,5	3,48	496	37,52	222	30	0,97	0,70	0,99	0,96	0,37
45	17,5	3,42	498			45	0,97	0,69	1,00		
60	18,0	3,38	500	34,62	226	60	1,00	0,68	1,00	0,88	0,38

máx 18,0 5,0 500,0 39,3 600,0

mín 17,0 3,4 221,0 34,6 222,0

Media 17,3 3,7 466,2 37,7 406,3

**Tabla18.** Resultados del experimento SMT.14**EXP.SMT.14 (30-01-2008)****(45 ppm SMT + 20 ppm Fe<sub>2</sub>+ + 300 ppm H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + LUZ)**

RESULTADOS EXPERIMENTALES						RESULTADOS EN % RESPECTO EL MÁX					
T (min)	t (°C)	pH	P. redox	TOC	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] 450 nm	T (min)	t (°C)	pH	P. redox	TOC	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] 450 nm
0	18,5	5,03	230	39,30	300	0	1,00	1,00	0,44	1,00	1,00
1	18,5	3,37	493			1	1,00	0,67	0,94		
2	18,5	3,35	501			2	1,00	0,67	0,95		
5	18,5	3,33	502	38,16	273	5	1,00	0,66	0,95	0,97	0,91
10	18,5	3,28	507	37,33	261	10	1,00	0,65	0,96	0,95	0,87
15	18,5	3,26	510			15	1,00	0,65	0,97		
20	18,5	3,23	511	35,24	218	20	1,00	0,64	0,97	0,90	0,73
30	18,5	3,20	514	32,18	162	30	1,00	0,64	0,98	0,82	0,54
45	18,5	3,21	526			45	1,00	0,64	1,00		
60	18,5	3,25	521	23,32	47	60	1,00	0,65	0,99	0,59	0,16

máx 18,5 5,0 526,0 39,3 300,0

mín 18,5 3,2 230,0 23,3 47,0

Media 18,5 3,5 481,5 34,3 210,2

**Tabla 19.** Resultados del experimento SMT.15

**EXP.SMT.15 (31-01-2008)**

**(45 ppm SMT + 20 ppm Fe<sup>2+</sup> + 900 ppm H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + LUZ)**

RESULTADOS EXPERIMENTALES						RESULTADOS EN % RESPECTO EL MÁX					
T (min)	t (°C)	pH	P. redox	TOC	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] 450 nm	T (min)	t (°C)	pH	P. redox	TOC	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] 450 nm
0	16,5	4,91	221	30,08	900	0	0,97	1,00	0,44	1,00	1,00
1	16,5	3,58	485			1	0,97	0,73	0,97		
2	16,5	3,54	492			2	0,97	0,72	0,98		
5	16,5	3,46	495	29,68	828	5	0,97	0,70	0,99	0,99	0,92
10	16,5	3,40	497	28,93	465	10	0,97	0,69	0,99	0,96	0,52
15	17,0	3,36	498			15	1,00	0,68	0,99		
20	17,0	3,33	499	26,13	282	20	1,00	0,68	1,00	0,87	0,31
30	17,0	3,26	501	22,17	201	30	1,00	0,66	1,00	0,74	0,22
45	17,0	3,28	499			45	1,00	0,67	1,00		
60	17,0	3,31	498	15,96	195	60	1,00	0,67	0,99	0,53	0,22

máx 17,0 4,9 501,0 30,1 900,0  
 mín 16,5 3,3 221,0 16,0 195,0  
 Media 16,8 3,5 468,5 25,5 478,5

**Tabla 20.** Resultados del experimento SMT.16

**EXP.SMT.16 (31-01-2008)**

**(45 ppm SMT + 40 ppm Fe<sup>2+</sup> + 600 ppm H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + LUZ)**

RESULTADOS EXPERIMENTALES						RESULTADOS EN % RESPECTO EL MÁX					
T (min)	t (°C)	pH	P. redox	TOC	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] 450 nm	T (min)	t (°C)	pH	P. redox	TOC	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] 450 nm
0	17,0	4,81	212	30,29	600	0	0,94	1,00	0,39	1,00	1,00
1	17,0	3,30	516			1	0,94	0,69	0,94		
2	17,0	3,24	520			2	0,94	0,67	0,95		
5	17,0	3,14	525	27,77	460	5	0,94	0,65	0,96	0,92	0,77
10	17,0	3,07	527	24,34	351	10	0,94	0,64	0,96	0,80	0,59
15	17,5	3,04	528			15	0,97	0,63	0,96		
20	17,5	3,05	530	19,88	176	20	0,97	0,63	0,97	0,66	0,29
30	17,5	3,06	535	17,09	94	30	0,97	0,64	0,98	0,56	0,16
45	17,5	3,07	543			45	0,97	0,64	0,99		
60	18,0	3,07	548	13,30	19	60	1,00	0,64	1,00	0,44	0,03

máx 18,0 4,8 548,0 30,3 600,0  
 mín 17,0 3,0 212,0 13,3 19,0  
 Media 17,3 3,3 498,4 22,1 283,3



**Tabla 21.** Resultados del experimento SMT.17

**EXP.SMT.17 (01-02-2008)**

**(45 ppm SMT + 60 ppm Fe<sup>2+</sup> + 300 ppm H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + LUZ)**

RESULTADOS EXPERIMENTALES						RESULTADOS EN % RESPECTO EL MÁX					
T (min)	t (°C)	pH	P. redox	TOC	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] 450 nm	T (min)	t (°C)	pH	P. redox	TOC	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] 450 nm
0	16,5	4,48	220	29,83	300	0	0,97	1,00	0,40	1,00	1,00
1	16,5	3,19	497			1	0,97	0,71	0,90		
2	16,5	3,09	532			2	0,97	0,69	0,96		
5	16,5	3,02	538	26,47	155	5	0,97	0,67	0,97	0,89	0,52
10	16,5	2,98	542	23,01	98	10	0,97	0,67	0,98	0,77	0,33
15	16,5	2,97	545			15	0,97	0,66	0,99		
20	17,0	2,97	548	19,37	38	20	1,00	0,66	0,99	0,65	0,13
30	16,5	2,98	550	16,81	18	30	0,97	0,67	1,00	0,56	0,06
45	16,5	2,98	552			45	0,97	0,67	1,00		
60	16,5	2,97	550	14,51	2	60	0,97	0,66	1,00	0,49	0,01

máx 17,0 4,5 552,0 29,8 300,0  
mín 16,5 3,0 220,0 14,5 2,0  
Media 16,6 3,2 507,4 21,7 101,8

**Tabla 22.** Resultados del experimento SMT.18

**EXP.SMT.18 (01-02-2008)**

**(45 ppm SMT + 40 ppm Fe<sup>2+</sup> + 600 ppm H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + LUZ)**

RESULTADOS EXPERIMENTALES						RESULTADOS EN % RESPECTO EL MÁX					
T (min)	t (°C)	pH	P. redox	TOC	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] 450 nm	T (min)	t (°C)	pH	P. redox	TOC	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] 450 nm
0	17,5	4,72	225	30,29	600	0	0,97	1,00	0,41	1,00	1,00
1	17,5	3,23	508			1	0,97	0,68	0,93		
2	17,5	3,18	515			2	0,97	0,67	0,94		
5	17,5	3,11	521	27,77	460	5	0,97	0,66	0,95	0,92	0,77
10	18,0	3,05	526	24,34	351	10	1,00	0,65	0,96	0,80	0,59
15	18,0	3,03	528			15	1,00	0,64	0,96		
20	18,0	3,03	530	19,88	176	20	1,00	0,64	0,97	0,66	0,29
30	18,0	3,04	535	17,09	94	30	1,00	0,64	0,97	0,56	0,16
45	18,0	3,06	544			45	1,00	0,65	0,99		
60	18,0	3,06	549	13,30	19	60	1,00	0,65	1,00	0,44	0,03

máx 18,0 4,7 549,0 30,3 600,0  
 mín 17,5 3,0 225,0 13,3 19,0  
 Media 17,8 3,3 498,1 22,1 283,3

**Tabla 23.** Resultados del experimento SMT.19

**EXP.SMT.19 (06-02-2008)**

**(45 ppm SMT + 68 ppm Fe<sup>2+</sup> + 600 ppm H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + LUZ)**

RESULTADOS EXPERIMENTALES						RESULTADOS EN % RESPECTO EL MÁX					
T (min)	t (°C)	pH	P. redox	TOC	[H2O2] 450 nm	T (min)	t (°C)	pH	P. redox	TOC	[H2O2] 450 nm
0	16,0	4,84	191	30,84	600	0	0,94	1,00	0,34	1,00	1,00
1	16,5	3,18	513			1	0,97	0,66	0,92		
2	16,5	3,13	523			2	0,97	0,65	0,94		
5	16,5	3,04	529	26,57	345	5	0,97	0,63	0,95	0,86	0,58
10	17,0	2,99	537	23,69	222	10	1,00	0,62	0,96	0,77	0,37
15	17,0	2,98	541			15	1,00	0,62	0,97		
20	17,0	2,97	544	20,03	111	20	1,00	0,61	0,98	0,65	0,19
30	17,0	2,97	548	17,12	60	30	1,00	0,61	0,98	0,56	0,10
45	17,0	2,97	554			45	1,00	0,61	0,99		
60	17,0	2,96	557	14,27	10	60	1,00	0,61	1,00	0,46	0,02

máx 17,0 4,8 557,0 30,8 600,0  
mín 16,0 3,0 191,0 14,3 10,0  
Media 16,8 3,2 503,7 22,1 224,7

**Tabla 24.** Resultados del experimento SMT.20

## EXP.SMT.20 (06-02-2008)

(45 ppm SMT + 40 ppm Fe<sup>2+</sup> + 600 ppm H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + LUZ)

RESULTADOS EXPERIMENTALES						RESULTADOS EN % RESPECTO EL MÁX					
T (min)	t (°C)	pH	P. redox	TOC	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] 450 nm	T (min)	t (°C)	pH	P. redox	TOC	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] 450 nm
0	17,0	4,80	224	30,78	600	0	0,94	1,00	0,41	1,00	1,00
1	17,0	3,27	511			1	0,94	0,68	0,93		
2	17,0	3,21	517			2	0,94	0,67	0,94		
5	17,0	3,13	524	27,65	457	5	0,94	0,65	0,95	0,90	0,76
10	17,5	3,06	528	24,82	349	10	0,97	0,64	0,96	0,81	0,58
15	17,5	3,04	529			15	0,97	0,63	0,96		
20	17,5	3,05	530	20,02	193	20	0,97	0,64	0,96	0,65	0,32
30	17,5	3,06	534	17,74	115	30	0,97	0,64	0,97	0,58	0,19
45	18,0	3,06	545			45	1,00	0,64	0,99		
60	18,0	3,06	550	14,00	26	60	1,00	0,64	1,00	0,45	0,04

máx 18,0 4,8 550,0 30,8 600,0  
 mín 17,0 3,0 224,0 14,0 26,0  
 Media 17,4 3,3 499,2 22,5 290,0

**Tabla 25.** Resultados del experimento SMT.21

**EXP.SMT.21 (07-02-2008)**

**(45 ppm SMT + 40 ppm Fe<sup>2+</sup> + 176 ppm H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + LUZ)**

RESULTADOS EXPERIMENTALES						RESULTADOS EN % RESPECTO EL MÁX					
T (min)	t (°C)	pH	P. redox	TOC	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] 450 nm	T (min)	t (°C)	pH	P. redox	TOC	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] 450 nm
0	18,0	4,74	213	30,45	176	0	0,97	1,00	0,41	1,00	1,00
1	18,0	3,29	497			1	0,97	0,69	0,95		
2	18,5	3,21	519			2	1,00	0,68	0,99		
5	18,5	3,13	524	29,89	98	5	1,00	0,66	1,00	0,98	0,56
10	18,5	3,06	524	24,68	68	10	1,00	0,65	1,00	0,81	0,39
15	18,5	3,04	523			15	1,00	0,64	1,00		
20	18,5	3,04	524	21,41	26	20	1,00	0,64	1,00	0,70	0,15
30	18,5	3,06	524	18,85	10	30	1,00	0,65	1,00	0,62	0,06
45	18,5	3,07	520			45	1,00	0,65	0,99		
60	18,5	3,07	510	16,86	0,26	60	1,00	0,65	0,97	0,55	0,00
máx	18,5	4,7	524,0	30,5	176,0						
mín	18,0	3,0	213,0	16,9	0,3						
Media	18,4	3,3	487,8	23,7	63,0						

**Tabla 26.** Resultados del experimento SMT.24

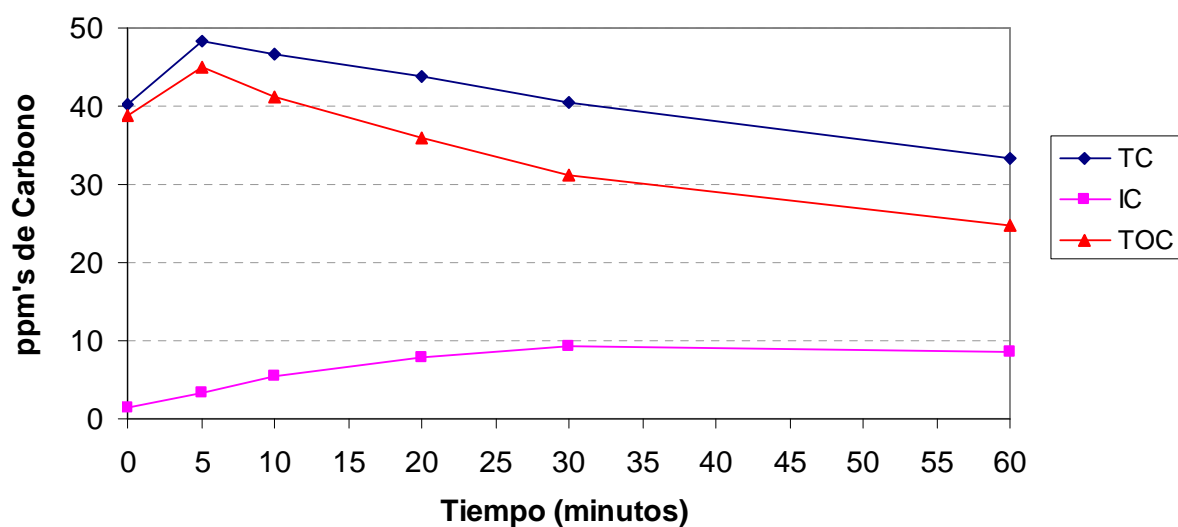
## EXP.SMT.24 (SMT+Fe<sup>2+</sup>+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>+LUZ) 18-04-08

RESULTADOS EXPERIMENTALES						RESULTADOS EN % RESPECTO EL MÁX					
T (min)	t (°C)	pH	P. redox	TOC	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] 450 nm	T (min)	t (°C)	pH	P. redox	TOC	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] 450 nm
0	20,0	4,67	2	28,530	600	0	0,95	1,00	0,40	1,00	1,00
2	20,0	2,92	5	26,800	-	2	0,95	0,63	1,00	0,94	-
5	20,0	2,83	5	24,670	433	5	0,95	0,61	1,00	0,86	0,72
10	20,5	2,83	4	21,470	300	10	0,98	0,61	0,80	0,75	0,50
20	20,5	2,87	4	17,230	137	20	0,98	0,61	0,80	0,60	0,23
30	21,0	2,89	4	14,840	71	30	1,00	0,62	0,80	0,52	0,12
60	21,0	2,89	3	14,470	14	60	1,00	0,62	0,60	0,51	0,02
80	21,0	2,88	3	12,160	5	80	1,00	0,62	0,60	0,43	0,01
100	21,0	2,87	3	12,150	2	100	1,00	0,61	0,60	0,43	0,00
120	21,0	2,87	3	11,880	0,5	120	1,00	0,61	0,60	0,42	0,00
120	21,0	2,87	3	11,880	600	120	1,00	0,61	0,60	0,42	1,00
150	21,0	2,86	5	10,750	-	150	1,00	0,61	1,00	0,38	-
máx	21,0	4,7	5,0	28,5	600,0						
mín	20,0	2,8	2,0	10,8	0,5						
Media	20,7	3,0	3,7	17,2	216,3						

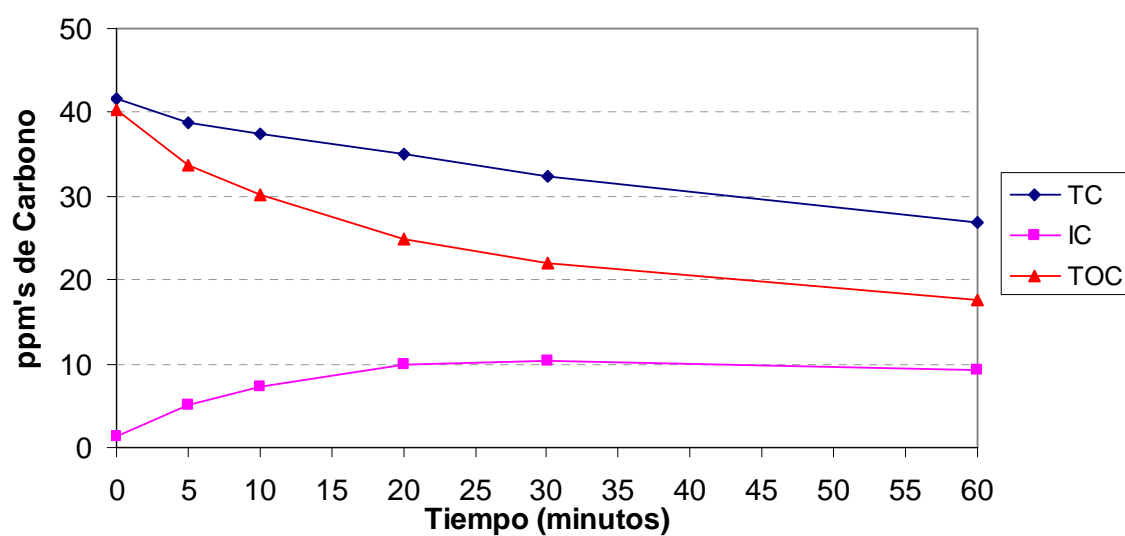
**Tabla 27.** Resultados del experimento SMT.25

**EXP.SMT.25 (SMT+Fe<sup>2+</sup>+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) 25-04-08**

RESULTADOS EXPERIMENTALES						RESULTADOS EN % RESPECTO EL MÁX					
T (min)	t (°C)	pH	P. redox	TOC	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] 450 nm	T (min)	t (°C)	pH	P. redox	TOC	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] 450 nm
0	20,0	4,06	1	30,380	600	0	1,00	1,00	0,20	1,00	1,00
2	20,0	2,74	4	28,650		2	1,00	0,67	0,80	0,94	
5	20,0	2,69	4	25,910	517	5	1,00	0,66	0,80	0,85	0,86
10	20,0	2,68	4	25,760	436	10	1,00	0,66	0,80	0,85	0,73
20	20,0	2,70	4	24,170	354	20	1,00	0,67	0,80	0,80	0,59
30	20,0	2,70	4	23,350	311	30	1,00	0,67	0,80	0,77	0,52
60	20,0	2,72	5	22,180	225	60	1,00	0,67	1,00	0,73	0,38
80	20,0	2,76	5	24,730	200	80	1,00	0,68	1,00	0,81	0,33
100	20,0	2,77	5	25,230	180	100	1,00	0,68	1,00	0,83	0,30
120	20,0	2,79	5	25,670	150	120	1,00	0,69	1,00	0,84	0,25
máx	20,0	4,1	5,0	30,4	600,0						
mín	20,0	2,7	1,0	22,2	150,0						
Media	20,0	2,9	4,1	25,6	330,3						

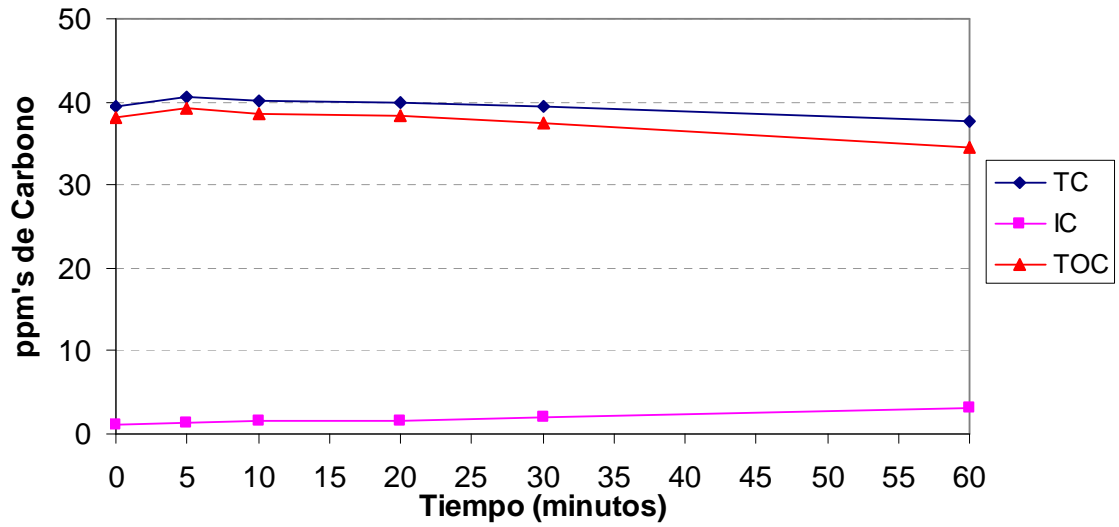


**Figura 1.** SMT.11 (TC, IC, TOC).

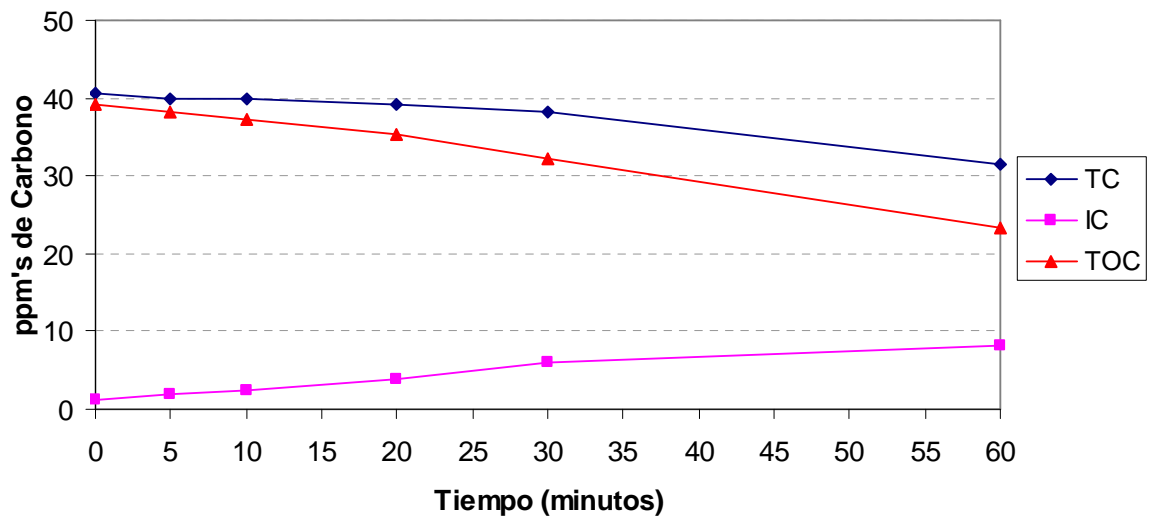


**Figura 2.** SMT.12 (TC, IC, TOC).

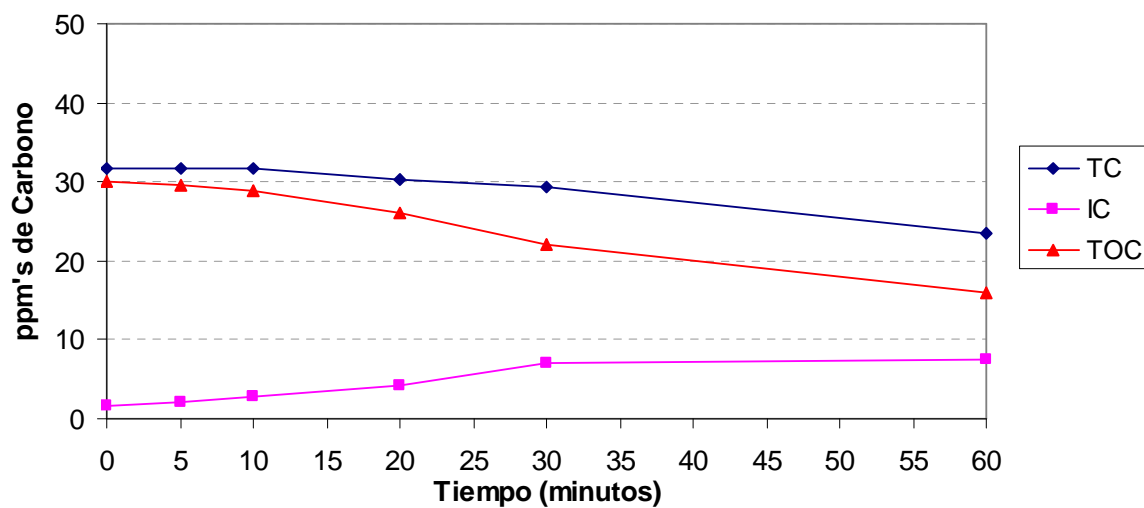




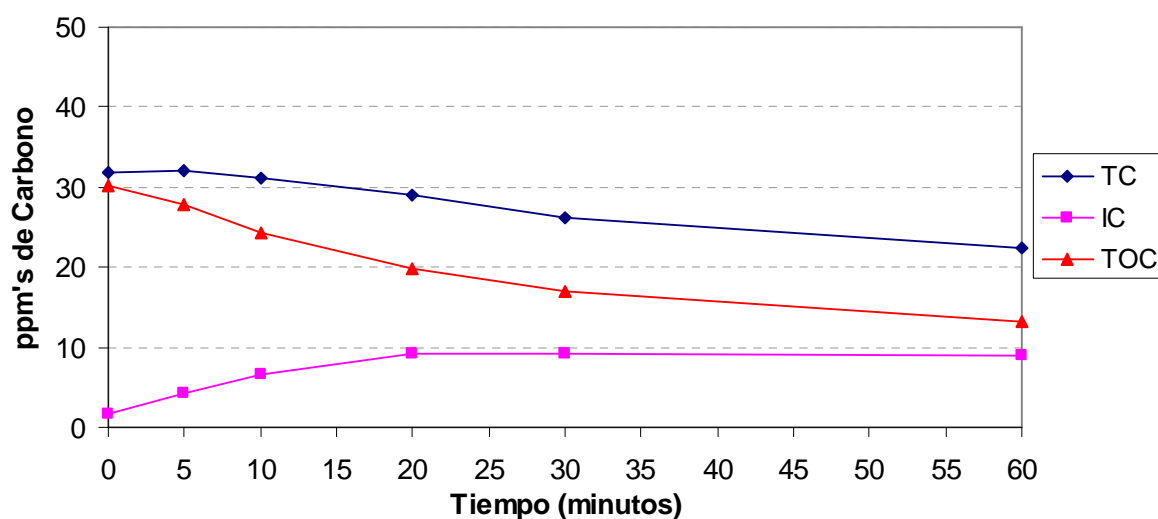
**Figura 3.** SMT.13 (TC, IC, TOC).



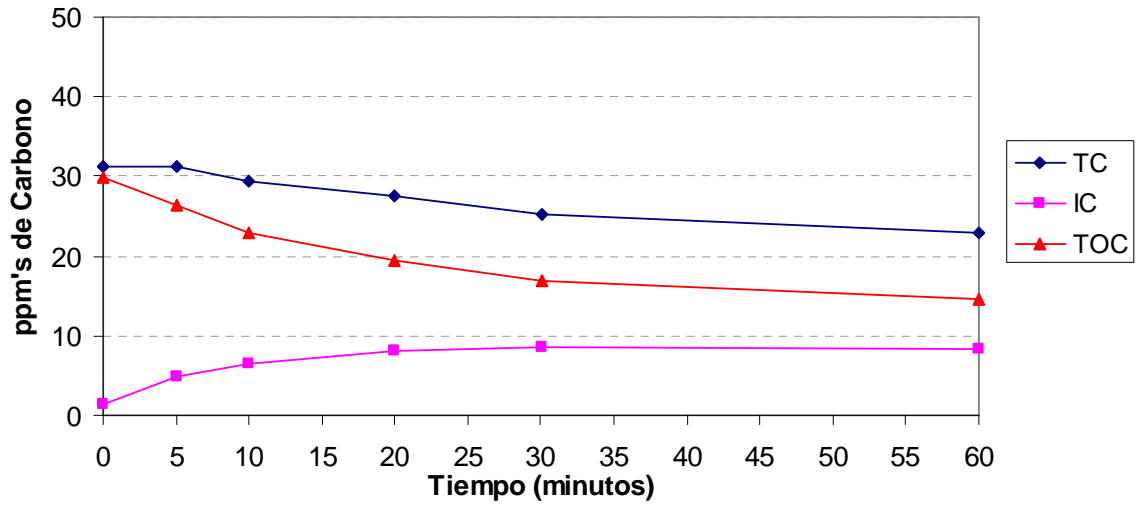
**Figura 4.** SMT.14 (TC, IC, TOC).



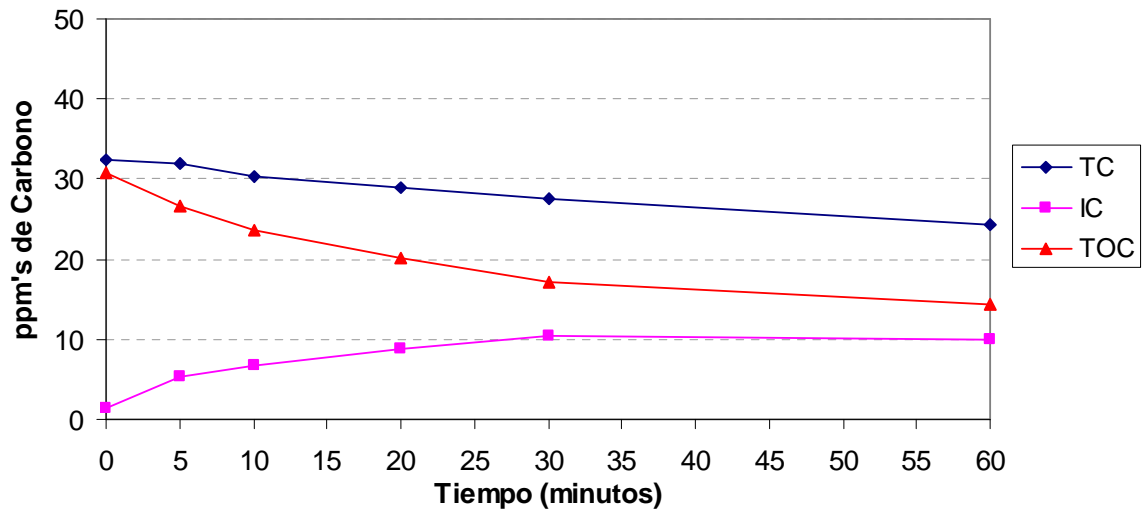
**Figura 5.** SMT.15 (TC, IC, TOC).



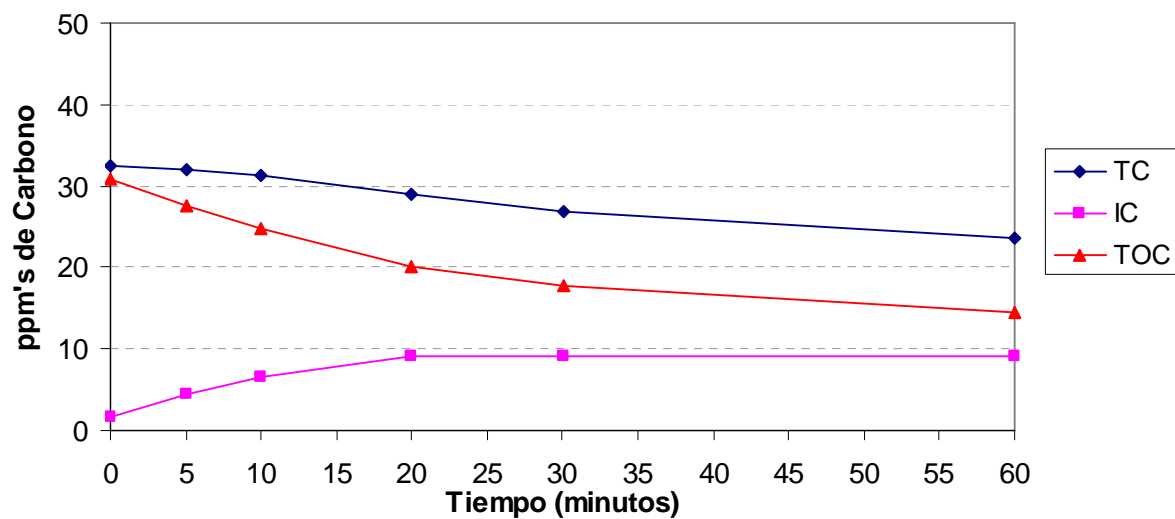
**Figura 6.** SMT.16 (TC, IC, TOC).



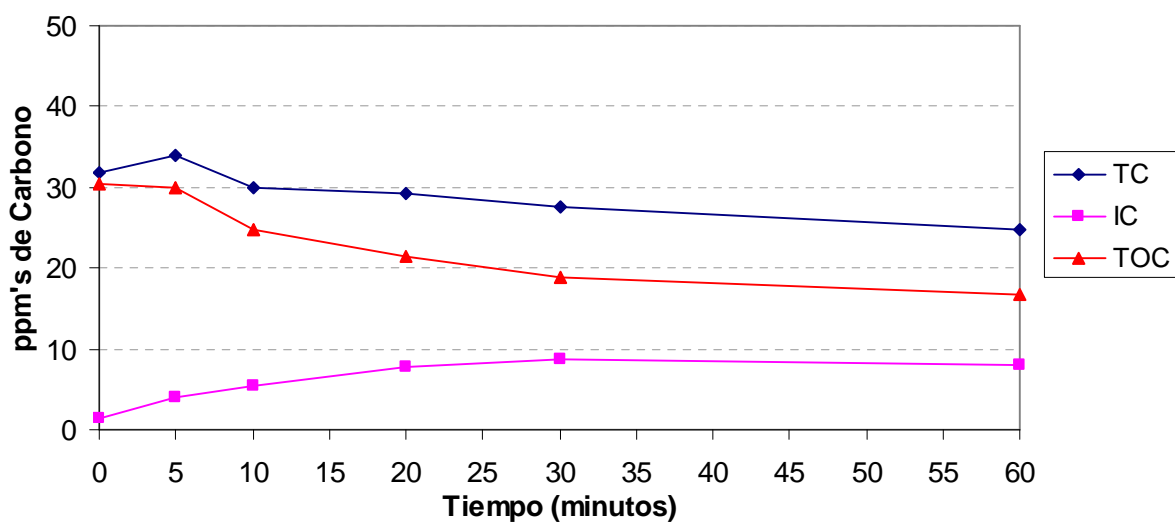
**Figura 7.** SMT.17 (TC, IC, TOC).



**Figura 8.** SMT.19 (TC, IC, TOC).



**Figura 9.** SMT.20 (TC, IC, TOC).



**Figura 10.** SMT.21 (TC, IC, TOC).



# **Anexo V: Datos primarios de los experimentos**

# A) CONDICIONES EXPERIMENTALES:

Proyecto	Nº Exp.	Fecha	Hora Inicio	Hora fin	Volumen Reacción (Litros)	[Fe <sup>2+</sup> ] (ppm)	[SMT] (ppm)	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] (ppm)	Agitación (rpm)	Luz S/No	Altura luz	Potencia luz	T.amb Hum.	Temp Baño (°C)	Firma EOA	Firma GBG	Firma JAM	Firma MPM
SMT	02	12/11/07	15:30	18:30	1	50	50	No	500	No	NP	NP		Agua a temp. amb.			JAM	

# B) COMPROBACIONES INICIALES:

- Valoración UV H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30 % (p/v): Añadir en un matraz de 100 ml, 1 ml de Dióxido de vanadato, añadir 30 µL de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, enrasar y medir absorbancia a 450 nm.

$$X \% (p/v) = \left( \frac{ABS - 0,0182}{0,0085} \right) \times \left( \frac{1}{3} \right)$$

*Este comprobación no procede en este experimento porque no se añade peróxido de hidrógeno*

- Calibración pH-metro:

- Comprobación del funcionamiento del baño, lámpara, agitación:

- Viales preparados y fríos para las muestras de seguimiento SMT por HPLC (Sin dilución):

- Viales preparados y fríos para el seguimiento de TOC (Sin dilución):

- Viales preparados con agua fría en su interior para el seguimiento SMT por UV a 240 nm y a 260 nm (Dilución 1 a 3):

- Matraces de 40-ml preparados cada uno con 1 ml de disol de vanadato para las muestras de seguimiento de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> por Vis a 480 nm (Dilución 3 a 10):

# C) CÁLCULOS:

- Peso en mg de catalizador a añadir:

$$\frac{50 \text{ mg Fe}^{2+}}{1 \text{ L}} \times \frac{1 \text{ mmol Fe}^{2+}}{55,85 \text{ mg Fe}^{2+}} \times \frac{1 \text{ mmol FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}{1 \text{ mmol Fe}^{2+}} \times \frac{278,02 \text{ mg FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}{1 \text{ mmol FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} \times \frac{100 \text{ mg Reactivo FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}{98 \text{ mg FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} = 253,97 \text{ mg Reactivo FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$$

- Peso en mg de Sulfametazina a añadir:

$$\frac{50 \text{ mg SMT}}{1 \text{ L}} \times 1 \text{ L} = 50 \text{ mg Reactivo SMT}$$

- Volumen en µL del reactivo H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> X % (p/v) a añadir: (Sustituir el valor de 30·10<sup>-3</sup> por X·10<sup>-3</sup> en el cálculo, dónde X es el resultado de la valoración del reactivo)

$$\frac{0 \text{ mg H}_2\text{O}_2}{1 \text{ L}} \times \frac{100 \text{ ml reactivo}}{30 \cdot 10^3 \text{ mg H}_2\text{O}_2} \times \frac{10^3 \mu\text{L reactivo H}_2\text{O}_2}{1 \text{ ml reactivo H}_2\text{O}_2} = 0 \mu\text{L reactivo H}_2\text{O}_2 \text{ (No procede este cálculo)}$$

D) PROCESO EXPERIMENTAL: Se realizan las siguientes tareas por el orden indicado: (1) Calibración pH-metro, (2) Montaje Foto-fenton con agitación y sensores, (3) comprobaciones iniciales, (4) revisión de cálculos, (5) edición del catalizador Fe<sup>2+</sup>, (6) medida y ajuste a pH 7 con sosa cáustica, (7) adición de SMT, (8) esperar a disolución de SMT y tomar muestra 00, (9) Encender la luz y adicionar el H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> rápidamente si procede, activando el cronómetro para el seguimiento de la reacción, (11) anotar los valores de temperatura, pH, potencial redox, el color de la mezcla de reacción y tomar las muestras de seguimiento de la reacción en los tiempos marcados en la tabla de registro del seguimiento experimental (las muestras tomadas se llevan a la nevera hasta su análisis excepto las de TOC, que se analizan justo después de tomar la muestra, (12) Realizar los análisis UV-Visible, para la cuantificación de SMT y de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

*Se recomienda en el paso 5) Disolver del todo la SMT antes de realizar cualquier otra adición*



*El potencial redox parece que no muestra en forma consec. en valores muy altos.*

#### E) VOLUMEN DE TOMA DE MUESTRA PARA EL SEGUIMIENTO DE LA REACCIÓN:

La muestra inicial será de 30 ml. Las muestras de seguimiento de la reacción serán 20 ml repartidos de la siguiente forma: 1 ml para HPLC, 10 ml para TOC, 3 ml para UV a 240 nm, 3 ml para UV a 260 nm y 3 ml para Visible a 450 nm).

#### F) SEGUIMIENTO EXPERIMENTAL:

Tiempo (min.)	Temp (°C)	pH	Predox (mV)	Color	TC	TI	TOC	Abs UV 240 nm	[SMT] (ppm)	Abs UV 260 nm	[SMT] (ppm)	Abis Visible 450 nm	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] (ppm)	[SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ] (ppm)	[NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ] (ppm)	Muestra SI / No	muestra fiable SI / No	Código muestra SMT.XX.YY
0	17°C	5.37	695	Trampa	25.3	1.68	23.4	3.025	48±3	3.241	53±1					SI	SI	02.00
1	17°C	5.05	544	Trampa														
2	17°C	5.04	569	"														
5	17°C	5.01	648	"	24.2	1.68	24.3	3.025	48±3	3.241	53±1					SI	SI	02.01
10	17°C	4.97	792	"														
15	17°C	4.95	910	"	25.3	1.67	23.8	3.025	48±3	3.241	53±1					SI	SI	02.02
30	17°C	4.88	827	"	25.6	1.66	24.0	3.025	48±3	3.241	53±1					SI	SI	02.03
45	17.5°C	4.83	876	"														
60	17.3°C	4.8	2000*	"	26.2	1.574	24.70	3.025	48±3	3.241	53±1					SI	SI	02.04
P990	17.5	4.76	2000*	"														

#### OBSERVACIONES

pH inicial agua desionizada 5.5. Para reactivo Fe<sup>2+</sup> 9.257 g. Añadimos Fe<sup>2+</sup> a pH 5.31. No se agota Fe<sup>2+</sup> a pH 4.15 (al añadir SMT no se disuelve bien); 04.23 cogemos muestra. Con la lectura del TOC de la muestra 00 nos damos cuenta que no está la SMT bien disuelta. El 23.44 de TOC corresponde a 47.5 ppm de SMT y de hecho son 50 ppm. Para las próximas experimentos se diluirá bien la SMT antes de añadir Fe<sup>2+</sup> pH menos debido a que el análisis Fe<sup>2+</sup> no hay mucho el pH.

*Por error no se han debido las muestras iniciales 02.00 para el análisis de SMT por UV. En consecuencia no se puede manifestar por interpolación. Por extrapolación (Valor con la recta de calibrado). Por extrapolación (Valor no fiable los resultados serían ≈ 50 ppm).*

*Se deduce del exp. 02.00 que la SMT no se degrada solo con catalizador.*



# A) CONDICIONES EXPERIMENTALES:

Proyecto	Nº Exp.	Fecha	Hora inicio	Hora fin	Volumen Reacción (Litros)	[Fe <sup>2+</sup> ] (ppm)	[SMT] (ppm)	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] (ppm)	Agitación (rpm)	Luz S/No	Altura luz	Potencia luz	Temp Baño (°C)	Firma EOA	Firma GBG	Firma JAM	Firma MPM
SMT	03	15/11/07	15:30	18:30	1	No	50	No	500	Si	21 cm		Agua a temp ambiente				

# B) COMPROBACIONES INICIALES:

- Valoración UV H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30 % (p/v): Añadir en un matraz de 100 ml, 1 ml de Disol de vanadato, añadir 30 µL de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, enrasar y medir absorbancia a 450 nm.

$$X \% (p/v) = \left( \frac{ABS - 0,0182}{0,0085} \right) \times \left( \frac{1}{3} \right)$$

*Esta comprobación no procede en este experimento porque no se añade peróxido de hidrógeno*

- Calibración pH-metro:

- Comprobación del funcionamiento del baño, lámpara, agitación:

- Viales preparados y fríos para las muestras de seguimiento SMT por HPLC (Sin dilución):

- Viales preparados y fríos para el seguimiento de TOC (Sin dilución):

- Viales preparados con agua fría en su interior para el seguimiento SMT por UV a 240 nm (Dilución 1 a 3):

- Matraces de 10 ml preparados cada uno con 1 ml de disol de vanadato para las muestras de seguimiento de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> por Vis a 450 nm (Dilución 3 a 10):

# C) CÁLCULOS:

- Peso en mg de catalizador a añadir:

$$0 \text{ mg Fe}^{2+} \times \frac{1 \text{ mmol Fe}^{2+}}{55,85 \text{ mg Fe}^{2+}} \times \frac{1 \text{ mmol FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}{1 \text{ mmol Fe}^{2+}} \times \frac{278,02 \text{ mg FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}{1 \text{ mmol FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} \times \frac{98 \text{ mg FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}{98 \text{ mg FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} = 0 \text{ mg Reactivo FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$$

- Peso en mg de Sulfametazina a añadir:

$$\frac{50 \text{ mg SMT}}{1 \text{ L}} \times 1 \text{ L} = 50 \text{ mg Reactivo SMT}$$

- Volumen en µL del reactivo H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> X % (p/v) a añadir: (Sustituir el valor de X por el resultado de la valoración del reactivo)

$$0 \text{ mg H}_2\text{O}_2 \times \frac{100 \text{ ml reactivo}}{30 \cdot 10^3 \text{ mg H}_2\text{C}_2} \times \frac{10^3 \text{ µL reactivo H}_2\text{O}_2}{1 \text{ ml reactivo H}_2\text{O}_2} = 0 \text{ µL reactivo H}_2\text{O}_2 \text{ (No procede este cálculo)}$$

D) PROCESO EXPERIMENTAL: Se realizan las siguientes tareas por el orden indicado: (1) Calibración pH-metro, (2) Montaje Foto-fenton con agitación y sensores, (3) Comprobaciones iniciales, (4) Revisión de cálculos, (5) Disolución de la SMT en 500 ml mediante ultrasonidos y dilución posterior a 1 litro, (6) Adición de Fe<sup>2+</sup>, (7) Tomar muestra 00, (8) Encender la luz y adicionar el H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> rápidamente, activando el cronómetro para el seguimiento de la reacción, (9) Anotar los valores de temperatura, pH, potencial redox, color de la mezcla de reacción y tomar las muestras de seguimiento de la reacción en los tiempos marcados en la tabla de registro del seguimiento experimental (las muestras tomadas se llevan a la nevera hasta su análisis excepto las muestras para el TOC, que se analizan justo después de tomar la muestra, (10) Realizar los análisis de TOC, (11) Realizar los análisis UV-Visible por duplicado, para la cuantificación de SMT y de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

**E) VOLUMEN DE TOMA DE MUESTRA PARA EL SEGUIMIENTO DE LA REACCIÓN:**

La muestra inicial y el resto de muestras de seguimiento de la reacción serán 21-22 ml repartidos de la siguiente forma (1 ml para HPLC, 3ml para UV a 240 nm, 3 ml para UV a 260 nm, 3 ml para Visible a 450 nm y el resto para el TOC).

**F) SEGUIMIENTO EXPERIMENTAL:**

Tiempo (min.)	Temp (°C)	pH	P <sub>redox</sub> (mv)	Color	TC	TI	TOC	Abs UV 240 nm	[SMT] (ppm)	Abs UV 260 nm	[SMT] (ppm)	Abs Visible 450 nm	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] (ppm)	[SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ] (ppm)	[NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ] (ppm)	Muestra Si / No	muestra fiable Si / No	Código muestra SMT.XX.YY
0	17,5	5,82	219	Transparente	27,21	18,91	25,151	1,057 1,055	48±3	1,102 1,100	54±9					SI	SI	03.00
1	17,5	5,85	210	"														
2	17,5	5,81	190	"														
5	17,5	5,81	206	"	25,63	0,526	25,111	1,093 1,092	48±3	1,102 1,102	54±9					SI	SI	03.01
10	18	5,78	180	"														
15	18	5,81	176	"	25,74	0,534	25,120	1,134 1,129	51±3	0,957 0,954	48±9					SI	SI	03.02
30	18,5	5,83	182	"	25,69	0,531	25,115	1,118 1,114	51±3	0,952 0,953	48±9					SI	SI	03.03
45	18,8	5,87	192	"														
60	19	5,83	178	"	25,83 25,53	0,534	25,099	1,064 1,059	48±3	1,107 1,109	54±9					SI	SI	03.04

**OBSERVACIONES**

Aunque se intenta disolver inicialmente el SMT por completo no se consigue del todo. Esto se comprueba por el perfil o bandeo en UV. SMT disuelto N. SMT no disuélvelo N. Por este motivo se le propone a Montserrat trabajar con [SMT] < 50 ppm, lo cual, ya era una idea que tenía y le parece bien. El PFC-1 lo tenemos con 50 ppm pero el PFC-2 sera con mayores conc. En este exp. se observa que con la luz por si solo no se degrada el SMT



# A) CONDICIONES EXPERIMENTALES:

Proyecto	Nº Exp.	Fecha	Hora Inicio	Hora fin	Volumen Reacción (Litros)	[Fe <sup>2+</sup> ] (ppm)	[SMT] (ppm)	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] (ppm)	Agitación (rpm)	Luz S/No	Altura luz	Potencia luz	Temp Baño (°C)	Firma EOA	Firma GBG	Firma JAM	Firma NPM
SMT	04	22/11/07	15:02	18:02	1	No	50	600	500	No	NP	NP	Agua a temp ambiente	GBG	GBG	JAM	NPM

# B) COMPROBACIONES INICIALES:

- Valoración UV H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30 % (p/v): Añadir en un matraz de 100 ml, 10 ml de Disol de vanadato, añadir 30 µL de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, ensayar y medir absorbancia a 450 nm.

$$x \% (p/v) = \left( \frac{ABS - 0,0182}{0,0085} \right) \times \left( \frac{1}{3} \right)$$

Lechuga { 0,803  
ABs 0,802  
Medic → 0,805

$$\% (p/v) = \frac{(0,8025 - 0,0182)}{0,0025 \cdot 3} = 30,76\%$$

CUMPLE

- Calibración pH-metro:  
- Comprobación del funcionamiento del baño, lámpara, agitación:  
- Viales preparados y fríos para las muestras de seguimiento SMT por HPLC (Sin dilución):  
- Viales preparados y fríos para el de seguimiento de TOC (Sin dilución):  
- Viales preparados con agua fría en su interior para el seguimiento SMT por UV a 240 nm y a 260 nm (Dilución 1 a 3):  
- Matrazes de 10 ml preparados cada uno con 1 ml de disol de vanadato para las muestras de seguimiento de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> por Visible a 450 nm (Dilución 2 a 10):

# C) CÁLCULOS:

- Peso en mg de catalizador a añadir:

$$0 \text{ mg Fe}^{2+} \times \frac{1 \text{ mmol Fe}^{2+}}{55,85 \text{ mg Fe}^{2+}} \times \frac{1 \text{ mmol FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}{1 \text{ mmol Fe}^{2+}} \times \frac{278,02 \text{ mg FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}{1 \text{ mmol FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} \times \frac{100 \text{ mg Reactivo FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}{98 \text{ mg FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} = 0 \text{ mg Reactivo FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$$

- Peso en mg de Sulfametazina a añadir:

$$50 \text{ mg SMT} \times \frac{1 \text{ L}}{1 \text{ L}} \times 1 \text{ L} = 50 \text{ mg Reactivo SMT}$$

- Volumen en µL del reactivo H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> X % (p/v) a añadir: (Sustituir el valor de 30·10<sup>-3</sup> por X·10<sup>-3</sup> en el cálculo, dónde X es el resultado de la valoración del reactivo)

$$600 \text{ mg H}_2\text{O}_2 \times \frac{100 \text{ ml reactivo}}{30 \cdot 10^3 \text{ mg H}_2\text{O}_2} \times \frac{10^3 \text{ µL reactivo H}_2\text{O}_2}{1 \text{ ml reactivo H}_2\text{O}_2} = 2000 \text{ µL reactivo H}_2\text{O}_2$$

D) PROCESO EXPERIMENTAL: Se realizan las siguientes tareas por el orden indicado: (1) Calibración pH-metro, (2) Montaje Foto-fenton con agitación y sensores, (3) Comprobaciones iniciales, (4) Revisión de cálculos, (5) Disolución de la SMT en 500 ml mediante ultrasonidos y dilución posterior a 1 litro, (6) Adición de Fe<sup>2+</sup>, (7) Tomar muestra 00, (8) Exponer la luz y adicionar el H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> rápidamente, activando el cronómetro para el seguimiento de la reacción, (9) Anotar los valores de temperatura, pH, potencial redox, color de la mezcla de reacción y tomar las muestras de seguimiento de la reacción en los tiempos marcados en la tabla de registro del seguimiento experimental (las muestras tomadas se llevan a la nevera hasta su análisis excepto las muestras para el TOC, que se analizan justo después de tomar la muestra, (10) Realizar los análisis de TOC, (11) Realizar los análisis UV-Visible por duplicado, para la cuantificación de SMT y de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

El método de control de calidad funciona solo cuando establece el criterio de aceptación, que a veces puede ser 30 ± 1 KpN.

**E) VOLUMEN DE TOMA DE MUESTRA PARA EL SEGUIMIENTO DE LA REACCIÓN:**

La muestra inicial y el resto de muestras de seguimiento de la reacción serán 21-22 ml repartidos de la siguiente forma: 1 ml para HPLC, 3ml para UV a 240 nm, 3 ml para UV a 260 nm, 2 ml para Visible a 450 nm y el resto para el TOC.

**F) SEGUIMIENTO EXPERIMENTAL:**

Tiempo (min.)	Temp (°C)	pH	P. redox (mV)	Color	TC	Ti	TOC	Abs UV 240 nm	[SMT] (ppm)	Abs UV 260 nm	[SMT] (ppm)	Abs Visible 450 nm	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] (ppm)	[SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ] (ppm)	[NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ] (ppm)	Muestra Si / No	muestra fiable Si / No	Código muestra SMT-XX-YY
0	20°C	5.62	261	Transp.	27.66	0.529	26.53	1.113 1.117	51±3	0.914 0.915	45±9	—	—	—	—	Si	Si	04.00
1	19.8°C	5.55	325	Transp.														
2	19.5°C	5.56	327	Transp.														
5	19.5°C	5.54	322	Transp.	25.75	0.944	25.21	1.149 1.147	51±3	1.141 1.140	51±9	1.050 1.051	525±38			Si	Si	04.01
10	19.5	5.57	327	Transp.														
15	19.5	5.60	327	Transp.	26.79	0.918	26.21	1.178 1.175	51±3	1.175 1.175	51±9	1.033 1.034	575±3			Si	Si	04.02
30	19.5	5.59	329	Transp.	27.20	0.855	26.68	1.174 1.175	51±3	1.174 1.175	51±9	1.033 1.034	600±30			Si	Si	04.03
45	19.0	5.60	321	Transp.														
80	19	5.59	323	Transp.	29.02	0.912	26.49	1.181 1.183	51±3	1.181 1.180	51±9	1.071 1.082	300±30	660±30		Si	Si	04.04

**OBSERVACIONES**

El control de calidad del Reactivo H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30% H<sub>2</sub>O a os de 39.7% (ppm) de contenido concreto de candado que en estas condiciones experimentales no se ha producido degradación alguna. Así lo demuestra el seguimiento del contaminante por TOC y UV y el seguimiento del reactivo H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> por UV. Se observa como en las experimentos anteriores una ligero aumento de la absorbancia (que) del contaminante transcurridos 5 minutos. Esto se debe a que este que se disuelve y durante el transcurso del experimento en su inicio (5-15 min) acaba por disolverse. El aumento constante de la concentración de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> reactivo del seguimiento de momento no tiene explicación salvo que las muestras no sean estópticas. En este caso se explicaría que el aumento porque las muestras se analizan al final del experimento siendo las primeras muestras (muestras iniciales) menores por descomposición. modo

PS H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> → 0.803  
(unidad H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) → 0.802



# A) CONDICIONES EXPERIMENTALES:

Proyecto	Nº Exp.	Fecha	Hora Inicio	Hora fin	Volumen Reacción (Litros)	[Fe <sup>2+</sup> ] (ppm)	[SMT] (ppm)	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] (ppm)	Agitación (rpm)	Luz SI/NO	Altura luz	Potencia luz	Temp Baño (°C)	Firma EOA	Firma GBG	Firma JAM	Firma MPM
SMT	05	28/11/07	15:00	16:00	1	50	50	No	500	SI	21 cm		Agua a temo ambiente		GBG	JAM	

# B) COMPROBACIONES INICIALES:

- Valoración UV H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30 % (p/v): Añadir en un matraz de 100 ml, 1ml de Disol de vanadato, añadir 30 µL de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, entesar y medir absorbancia a 450 nm.

$$X \% (p/v) = \left( \frac{ABS - 0,0182}{0,0085} \right) \times \left( \frac{1}{3} \right) \quad \text{Este comprobación no procede en este experimento porque no se añade peróxido de hidrógeno}$$

- Calibración pH-metro;
- Comprobación del funcionamiento del baño, lámpara, agitación;
- Viales preparados y fríos para las muestras de seguimiento SMT por HPLC (Sin dilución);
- Viales preparados y fríos para el de seguimiento de TOC (Sin dilución);
- Viales preparados con agua fría en su interior para el seguimiento SMT por UV a 240 nm y a 280 nm (Dilución 1 a 3);
- Matrazes de 40 ml preparados cada uno con 4 ml de disol de vanadato para las muestras de seguimiento de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> por Vis a 450 nm (Dilución 3 a 40);

# C) CÁLCULOS:

- Peso en mg de catalizador a añadir:

$$50 \text{ mg Fe}^{2+} \times \frac{1 \text{ mmol Fe}^{2+}}{55,85 \text{ mg Fe}^{2+}} \times \frac{1 \text{ mmol FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}{1 \text{ mmol Fe}^{2+}} \times \frac{278,02 \text{ mg FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}{1 \text{ mmol FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} \times \frac{100 \text{ mg Reactivo FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}{98 \text{ mg FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} = 253,97 \text{ mg Reactivo FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$$

- Peso en mg de Sulfametazina a añadir:

$$50 \text{ mg SMT} \times \frac{1 \text{ L}}{50 \text{ mg SMT}} = 50 \text{ mg Reactivo SMT}$$

- Volumen en µL del reactivo H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> X % (p/v) a añadir: (Sustituir el valor de 30 · 10<sup>3</sup> por X · 10<sup>3</sup> en el cálculo, donde X es el resultado de la valoración del reactivo)

$$0 \text{ mg H}_2\text{O}_2 \times \frac{100 \text{ ml reactivo}}{30 \cdot 10^3 \text{ mg H}_2\text{O}_2} \times \frac{10^3 \text{ µL reactivo H}_2\text{O}_2}{1 \text{ ml reactivo H}_2\text{O}_2} = 0 \text{ µL reactivo H}_2\text{O}_2 \quad (\text{No procede este cálculo})$$

D) PROCESO EXPERIMENTAL: Se realizan las siguientes tareas por el orden indicado: (1) Calibración pH-metro, (2) Montaje Foto-fenton con agitación y sensores, (3) Comprobaciones iniciales, (4) Revisión de cálculos, (5) Disolución de la SMT en 500 ml mediante ultrasonidos y dilución posterior a 1 litro, (6) Adición de Fe<sup>2+</sup>, (7) Tomar muestra 00, (8) Encender la luz y adicionar el H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> rápidamente, activando el cronómetro para el seguimiento de la reacción, (9) Anotar los valores de temperatura, pH, potencial redox, color de la mezcla de reacción y tomar las muestras de seguimiento de la reacción en los tiempos marcados en la tabla de registro del seguimiento experimental (las muestras tomadas se llevan a la nevera hasta su análisis excepto las muestras para el TOC, que se analizan justo después de tomar la muestra, (10) Realizar los análisis de TOC, (11) Realizar los análisis UV-Visible por duplicado, para la cuantificación de SMT y de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. (5) La disolución se preparó el pasado lunes 3/11/2007. Se prepararon 2 L de disolución SMT de 50 ppm. En el proceso de disolución se cubrió el agua hasta 30-40 °C y se comprobó que se disolvía mejor y más rápido. Pasó de una semana de 10-12 a un control de calidad de 50 ppm ± 3 ppm. (absorbancia a 240 nm 145)

**E) VOLUMEN DE TOMA DE MUESTRA PARA EL SEGUIMIENTO DE LA REACCIÓN:**

La muestra inicial y el resto de muestras de seguimiento de la reacción serán 21-22 ml repetidos de la siguiente forma (1 ml para  $\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$ , 3 ml para UV a 240 nm, 3 ml para UV a 260 nm, 3 ml para Visible a 450 nm y el resto para el TOC).

**F) SEGUIMIENTO EXPERIMENTAL:**

Tiempo (min.)	Temp (°C)	pH	P. redox (mv)	Color	TC	TI	TOC	Abs UV 240 nm	[SMT] (ppm)	Abs UV 260 nm	[SMT] (ppm)	Abs Visible 450 nm	$[\text{H}_2\text{O}_2]$ (ppm)	$[\text{SO}_4^{2-}]$ (ppm)	$[\text{NH}_4^+]$ (ppm)	Muestra Si / No	muestra fiable Si / No	Código muestra SMT XX YY
0	17°C	5'17	119	verde amarill.	345	0.02	25'86	—	—	—	—	—	—	—	—	Si	Si	05.00
1	17°C	5'23	122	"														
2	17°C	5'21	124	"														
5	17°C	5'19	126	"	235	0'06	26'64									Si	Si	05.01
10	17°C	5'12	132	"														
15	17°C	5'08	138	"	271	0'06	26'64									Si	Si	05.02
30																Si	Si	05.03
45																		
60																Si	Si	05.04

**OBSERVACIONES**

Se añade el cuantificador de agua utilizado en la muestra 180 g/litro  $\approx 180 \text{ ml/min} = 108 \text{ l/h}$   
 Decisiones para el experimento a las 15 min porque suben por la exposición acumulada de otros experimentos que no se ha producido reacción. Los datos que nos indican que no se ha producido reacción son:  
 - el pH se mantiene alrededor de 5'  $\rightarrow$  cuando se produce reacción baja a pH 3 aproximadamente  
 - el P. redox se mantiene estable o con ligero ascenso  $\rightarrow$  cuando se produce reacción baja a P. redox de 140-150  
 - el TOC se mantiene estable  $\rightarrow$  cuando se produce reacción disminuye significativamente

No se han cogido muestras de seguimiento para días en el UV porque se comprobó el protocolo de análisis de los días 05/12/07 que las sales inorgánicas resultantes de la degradación ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{SiO}_4^{2-}$ ) permanecen en las perlas sin ser cuantificadas por el SMT. La observación a 240 nm y disminuyendo la absorción a 260 nm  $\rightarrow$  Por lo tanto no se puede cuantificar el SMT en el proceso de degradación.



# A) CONDICIONES EXPERIMENTALES:

Proyecto	Nº Exp.	Fecha	Hora Inicio	Hora fin	Volumen Reacción (Litros)	[Fe <sup>2+</sup> ] (ppm)	[SMT] (ppm)	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] (ppm)	Agitación (rpm)	Luz S/No	Altura luz	Potencia luz	Temp Baño (°C)	Firma EOA	Firma GBG	Firma JAM	Firma MPM
SMT	06	29/11/2017	15:00	18:45	1	50	50	600	500	No	NIP	NIP	Agua a temp ambiente	EGA	GBG	JAM	

# B) COMPROBACIONES INICIALES:

- Valoración UV H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30 % (p/v): Añadir en un matraz de 100 ml, 10 ml de Disol de vanadato, añadir 30 µl de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, enrasar y medir absorbencia a 450 nm.

$$x \% (p/v) = \left( \frac{ABS - 0,0182}{0,0085} \right) \times \left( \frac{1}{3} \right) = \frac{(0,7495 - 0,0182)}{(0,0085 \times 3)} = 28,67\%$$

Para que cumple el criterio de aceptación debería ser

$$30 \pm 1,33\% (p/v)$$

- Calibración pH-metro:

- Comprobación del funcionamiento del baño, lámpara, agitación:

- Viales preparados y fríos para las muestras de seguimiento SMT por HPLC (Sin dilución):

- Viales preparados y fríos para el de seguimiento de TOC (Sin dilución):

- Viales preparados con agua fría en su interior para el seguimiento SMT por UV a 240 nm y a 260 nm (Dilución 1 a 3):

- Matrazes de 10 ml preparados cada uno con 1 ml de disol de vanadato para las muestras de seguimiento de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> por Vis a 450 nm (Dilución 1 a 10):

a los 5 min dilución 1 a 10 a los 15 min dilución 3 a 10 a los 30 min dilución 5 a 10 a los 60 min dilución 4 a 10

# C) CÁLCULOS:

- Peso en mg de catalizador a añadir:

$$\frac{50 \text{ mg Fe}^{2+}}{1 \text{ L}} \times \frac{1 \text{ mmol Fe}^{2+}}{55,85 \text{ mg Fe}^{2+}} \times \frac{1 \text{ mmol FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}{1 \text{ mmol Fe}^{2+}} \times \frac{278,02 \text{ mg FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}{1 \text{ mmol FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} \times \frac{100 \text{ mg Reactivo FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}{98 \text{ mg FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} = 253,6 \text{ mg}$$

- Peso en mg de Sulfametazina a añadir:

$$\frac{50 \text{ mg SMT}}{1 \text{ L}} \times 1 \text{ L} = 50 \text{ mg Reactivo SMT}$$

- Volumen en µL del reactivo H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> X % (p/v) a añadir: (Sustituir el valor de 30·10<sup>-3</sup> por X·10<sup>-3</sup> en el cálculo, dónde X es el resultado de la valoración del reactivo)

$$\frac{600 \text{ mg H}_2\text{O}_2}{1 \text{ L}} \times \frac{100 \text{ ml reactivo}}{30 \cdot 10^3 \text{ mg H}_2\text{O}_2} \times \frac{10^3 \text{ µL reactivo H}_2\text{O}_2}{1 \text{ ml reactivo H}_2\text{O}_2} = 2000 \text{ µL reactivo H}_2\text{O}_2$$

D) PROCESO EXPERIMENTAL: Se realizan las siguientes tareas por el orden indicado: (1) Calibración pH-metro, (2) Montaje Foto-Fenton con agitación y sensores, (3) Comprobaciones iniciales, (4) Revisión de cálculos, (5) Disolución de la SMT en 500 ml mediante ultrasonidos y dilución posterior a 1 litro, (6) Adición de Fe<sup>2+</sup>, (7) Tomar muestra 00, (8) Encender la luz y adicionar el H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> rápidamente, activando el cronómetro para el seguimiento de la reacción, (9) Anotar los valores de temperatura, pH, potencial redox, color de la mezcla de reacción y tomar las muestras de seguimiento en los tiempos marcados en la tabla de registro del seguimiento experimental (las muestras tomadas se llevan a la nevera hasta su análisis excepto las muestras para el TOC, que se analizan justo después de tomar la muestra, (10) Realizar los análisis de TOC, (11) Realizar los análisis UV-Visible por duplicado, para la cuantificación de SMT y de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

## E) VOLUMEN DE TOMA DE MUESTRA PARA EL SEGUIMIENTO DE LA REACCIÓN:

La muestra inicial y el resto de muestras de seguimiento de la reacción serán 21-22 ml repetitivos de la siguiente forma (1 ml para HPLC, 3ml para UV a 240 nm, 3 ml para UV a 260 nm, 2 ml para Visible a 450 nm y el resto para el TOC).

→ 3 ml a 5 ml.

## F) SEGUIMIENTO EXPERIMENTAL:

Tiempo (min.)	Temp (°C)	pH	P. redox (mv)	Color	TC	TI	TOC	Abs UV 240 nm	[SMT] (ppm)	Abs UV 260 nm	[SMT] (ppm)	Abs Visible 450 nm	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] (ppm)	[SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ] (ppm)	[NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ] (ppm)	Muestra SI / No	muestra fiable SI / No	Código muestra SMT.XX.YY
0	17.2	4.98	326	Rosa-rojo	25.22	25.31	24.93	1.016 1.093	48±3	0.093 0.095	54±9	0.672 0.693	600			SI	SI	06.00
1	17	3.16	442	Rosa-rojo - naranja														
2	17	3.10	453	"														
5	17	3.06	462	" con turbidez	25.58	25.44	22.93	1.178 1.196	54±3	0.874 0.884	43±9	0.672 0.693	395			SI	SI	06.01
10	17	3.03	469	"														
15	17	3.02	474	"	25.34	25.30	21.48	1.147 1.152	51±3	0.823 0.837	42±9	0.662 0.664	277.5			SI	SI	06.02
30	17	2.99	479	"	25.44	25.60	21.94	1.133 1.140	51±3	0.830 0.840	42±9	0.731 0.740	222.5			SI	SI	06.03
45	17	2.99	481	"														
60	17	2.98	481	"	25.38	25.22	21.04	1.098 1.104	48±3	0.823 0.825	42±9	0.742 0.742	167.5			SI	SI	06.04

## OBSERVACIONES

No se observa degradación de burbujas de forma tan intensa como en el exp. foto foton. Se genera una gran turbidez. 10501 Muestra 06.01 dilución (2:10) en H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> y las muestras 06.02; 06.03 y 06.04 dilución (4:10)

Control H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> → 0.741 }  $\bar{X} = 0.7495$  Entero matriz 240 260  
(450 nm) 0.751 } Blanco 0.595/0.596  
Sales 2.079/2.072 0.228/0.224



# A) CONDICIONES EXPERIMENTALES:

El experimento SMT07 se realiza a continuación del SMT05 al mismo día (10/12/08)

Proyecto	Nº Exp.	Fecha	Hora Inicio	Hora fin	Volumen Reacción (Litros)	[Fe <sup>2+</sup> ] (ppm)	[SMT] (ppm)	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] (ppm)	Agitación (rpm)	Luz SuNo	Altura luz	Potencia luz	Temp Baño (°C)	Firma EOA	Firma GBG	Firma JAM	Firma MPM
SMT	07	03/12/07	16:00	18:30	1	No	50	800	500	SI	21 cm		Agua a temp ambiente.		GBG	JAM	

# B) COMPROBACIONES INICIALES:

- Valoración UV H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30 % (p/v): Añadir en un matraz de 100 ml, 1ml de Disol de vanadato, añadir 30 µL de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, enrasar y medir absorbancia a 450 nm.

$$x \% (p/v) = \left( \frac{ABS - 0,0182}{0,0085} \right) \times \left( \frac{1}{3} \right) = \frac{(0,78 - 0,0182)}{(0,0085 \times 3)} = 29,87 \%$$

Los respectivos Contratos de Calidad del reactivo H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30% p/v han dado los siguientes resultados por orden cronológico

- Calibración pH-metro:

- Comprobación del funcionamiento del baño, lámpara, agitación:

- Viales preparados y fríos para las muestras de seguimiento SMT por HPLC (Sin dilución):

- Viales preparados y fríos para el de seguimiento de TOC (Sin dilución):

- Viales preparados con agua fría en su interior para el seguimiento SMT por UV a 240 nm y a 260 nm (Dilución 1 a 3):

- Matrices de 10 ml preparados cada uno con 1 ml de disol de vanadato para las muestras de seguimiento de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> por Vis a 450 nm (Dilución 2 a 10):

# C) CÁLCULOS:

- Peso en mg de catalizador a añadir:

$$0 \text{ mg Fe}^{2+} \times \frac{1 \text{ mmol Fe}^{2+}}{55,85 \text{ mg Fe}^{2+}} \times \frac{1 \text{ mmol FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}{1 \text{ mmol Fe}^{2+}} \times \frac{278,02 \text{ mg FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}{1 \text{ mmol FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} \times \frac{100 \text{ mg Reactivo FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}{98 \text{ mg FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} = 0 \text{ mg Reactivo FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$$

- Peso en mg de Sulfametazina a añadir:

$$50 \text{ mg SMT} \times \frac{1 \text{ L}}{50 \text{ mg SMT}} \times 1 \text{ L} = 50 \text{ mg Reactivo SMT}$$

- Volumen en µL del reactivo H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> X % (p/v) a añadir: (Sustituir el valor de 30·10<sup>-3</sup> por X·10<sup>-3</sup> en el cálculo, dónde X es el resultado de la valoración del reactivo)

$$600 \text{ mg H}_2\text{O}_2 \times \frac{100 \text{ ml reactivo}}{30 \cdot 10^3 \text{ mg H}_2\text{O}_2} \times \frac{10^3 \text{ µL reactivo H}_2\text{O}_2}{1 \text{ ml reactivo H}_2\text{O}_2} = 2000 \text{ µL reactivo H}_2\text{O}_2$$

# D) PROCESO EXPERIMENTAL:

Se realizan las siguientes tareas por el orden indicado: (1) Calibración pH-metro, (2) Montaje Foto-fenton con agitación y sensores, (3) Comprobaciones iniciales, (4) Revisión de cálculos, (5) Disolución de la SMT en 500 ml mediante ultrasonidos y dilución posterior a 1 litro, (6) Adición de Fe<sup>2+</sup>, (7) Tomar muestra 00, (8) Encender la luz y adicionar el H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> rápidamente, activando el cronómetro para el seguimiento de la reacción, (9) Anotar los valores de temperatura, pH, potencial redox, color de la mezcla de reacción y tomar las muestras de seguimiento de la reacción en los tiempos marcados en la tabla de registro del seguimiento experimental (las muestras tomadas se llevan a la nevera hasta su análisis excepto las muestras para el TOC, que se analizan justo después de tomar la muestra, (10) Realizar los análisis de TOC, (11) Realizar los análisis UV-Visible por duplicado, para la cuantificación de SMT y de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

(5) La disolución de SMT se preparó al pasado lunes 03/12/07 mediante calificación de agua hasta 30-40 °C. Este proceso es más eficiente y no pide respecto al ultrasonidos y además se califica en caliente en vez de cuando el material se enfría según el control de calidad realizado. Se realiza el proceso de preparación de disoluciones de SMT para realizar las mediciones calibradas a priori (antes de las pruebas del experimento)

**E) VOLUMEN DE TOMA DE MUESTRA PARA EL SEGUIMIENTO DE LA REACCIÓN:**

La muestra inicial y el resto de muestras de seguimiento de la reacción serán 21-22 ml repartidos de la siguiente forma (1 ml para HPLC, 3 ml para UV a 240 nm, 3 ml para UV a 260 nm, 3 ml para Visible a 450 nm y el resto para el TOC).

**F) SEGUIMIENTO EXPERIMENTAL:**

Tiempo (min.)	Temp (°C)	pH	P.ox (mV)	Color	TC	TI	TOC	Abs UV 240 nm	[SMT] (ppm)	Abs UV 260 nm	[SMT] (ppm)	Abs Visible 450 nm	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] (ppm)	[SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ] (ppm)	[NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ] (ppm)	Muestra Si / No	muestra fiable Si / No	Código muestra SMT XX YY
0	17°C	5.72	192	colorless	2833	0576	2343						600			Si	✓	07.00
1	17.8°C	5.69	341	"														
2	17.8°C	5.70	341	"														
5	17.8°C	5.71	339	"	2832	0473	2318					4.154 4.156	670			Si	✓	07.01
10	17.8°C	5.72	338	"														
15	17.8°C	5.73	336	"	2836	0511	2319					4.081 4.082	625			Si	✓	07.02
30																Si		07.03
45																		
60																Si		07.04

**OBSERVACIONES**

Decidimos parar el experimento a los 15 minutos porque las datos nos indican que no se produce reacción  
 - el pH se mantiene alrededor de 5.7. Cuando se produce reacción desciende a 3 rápidamente  
 - el P.ox se mantiene estable alrededor de 338. Cuando se produce reacción desciende hasta valores de 440-500  
 - El TOC se mantiene estable. (Cuando se produce reacción el TOC desciende significativamente)

C.C. [H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>] → (0.77; 0.78)   
 ↘ X (0.78)   
 No se han cogido muestras de seguimiento de la SMT mediante detectores de Absorbancia en el UV porque se comprobó el pasado 03/12/07 que por sales inorgánicas resultantes de la degradación producían interferencias. Por lo tanto no se puede cuantificar el SMT por esta vía.



# A) CONDICIONES EXPERIMENTALES:

Proyecto	Nº Exp.	Fecha	Hora Inicio	Hora fin	Volumen Reacción (Litros)	[Fe <sup>2+</sup> ] (ppm)	[SMT] (ppm)	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] (ppm)	Agitación (rpm)	Luz Si/No	Altura luz	Potencia luz	Temp Baño (°C)	Firma EOA	Firma GBG	Firma JAM	Firma MPM
SMT	08	29/11/07	15:00	19:00	1	50	50	600	600 500	Si	21 cm		Agua a temp amb.		GBG	JAM	MPM

# B) COMPROBACIONES INICIALES:

- Valoración UV H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30 % (p/v): Añadir en un matraz de 100 ml, 10 ml de Disol de vanadato, añadir 30 µL de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, enrasar y medir absorbancia a 450 nm.

$$X \% (p/v) = \left( \frac{ABS - 0,0182}{0,0085} \right) \times \left( \frac{1}{3} \right) = \frac{(0,165 - 0,0182)}{(0,0085 \times 3)} = 29,28\% \approx 29\% (p/v) \text{ ok! Cumple } 30 \pm 1\% (p/v)$$

- Calibración pH-metro:

- Comprobación del funcionamiento del baño, lámpara, agitación:

- Viales preparados y fríos para las muestras de seguimiento SMT por HPLC (Sin dilución):

- Viales preparados y fríos para el de seguimiento de TOC (Sin dilución):

- Viales preparados con agua fría en su interior para el seguimiento SMT por UV a 240 nm y a 260 nm (Dilución 1 a 3):

- Matrazes de 10 ml preparados cada uno con 1 ml de disol de vanadato para las muestras de seguimiento de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> por Vis a 450 nm (Dilución 2 a 10):

# C) CÁLCULOS:

- Peso en mg de catalizador a añadir:

$$\frac{50 \text{ mg Fe}^{2+}}{1 \text{ L}} \times \frac{1 \text{ mmol Fe}^{2+}}{55,85 \text{ mg Fe}^{2+}} \times \frac{1 \text{ mmol FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}{1 \text{ mmol Fe}^{2+}} \times \frac{278,02 \text{ mg FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}{1 \text{ mmol FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} \times \frac{100 \text{ mg Reactivo FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}{98 \text{ mg FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} = 253,97 \text{ mg Reactivo FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$$

- Peso en mg de Sulfametazina a añadir:

$$\frac{50 \text{ mg SMT}}{1 \text{ L}} \times 1 \text{ L} = 50 \text{ mg Reactivo SMT}$$

- Volumen en µL del reactivo H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> X % (p/v) a añadir: (Sustituir el valor de 30·10<sup>-3</sup> por X·10<sup>-3</sup> en el cálculo, dónde X es el resultado de la valoración del reactivo)

$$\frac{600 \text{ mg H}_2\text{O}_2}{1 \text{ L}} \times \frac{100 \text{ ml reactivo}}{30 \cdot 10^3 \text{ mg H}_2\text{O}_2} \times \frac{10^3 \text{ µL reactivo H}_2\text{O}_2}{1 \text{ ml reactivo H}_2\text{O}_2} = 2000 \text{ µL reactivo H}_2\text{O}_2$$

D) PROCESO EXPERIMENTAL: Se realizan las siguientes tareas por el orden indicado: (1) Calibración pH-metro, (2) Montaje Foto-fenton con agitación y sensores, (3) Comprobaciones iniciales, (4) Revisión de cálculos, (5) Disolución de la SMT en 500 ml mediante ultrasonidos y dilución posterior a 1 litro, (6) Adición de Fe<sup>2+</sup>, (7) Tomar muestra O<sub>2</sub>, (8) Encender la luz y adicionar el H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> rápidamente, activando el cronómetro para el seguimiento de la reacción, (9) Anotar los valores de temperatura, pH, potencial redox, color de la mezcla de reacción y tomar las muestras de seguimiento de la reacción en los tiempos marcados en la tabla de registro del seguimiento experimental (las muestras tomadas se llevan a la nevera hasta su análisis excepto las muestras para el TOC, que se analizan justo después de tomar la muestra, (10) Realizar los análisis de TOC, (11) Realizar los análisis UV-Visible por duplicado, para la cuantificación de SMT y de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

La muestra inicial y el resto de muestras de seguimiento de la reacción serán 21-22 ml repartidos de la siguiente forma (1 ml para HPLC, 3 ml para UV a 260 nm, 2 ml para Visible a 450 nm y el resto para el TOC).

$$\overline{X} = 6,265$$

Lecturas del  
control de  
Calidad del Reactivo  $\text{NiO}_2$   
 $\bar{X} = 0,265$

#### **F) SEGUIMIENTO EXPERIMENTAL:**

Tiempo (min.)	Temp (°C)	pH	P. ródex (mV)	Color	TC	TI	TOC	Abs UV 240 nm	[SMT] (ppm)	Abs UV 280 nm	[SMT] (ppm)	Abs Visible 480 nm	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] (ppm)	[SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ] (ppm)	[NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ] (ppm)	Muestra SI / No	muestra fiable SI / No	Código muestra SMT XX-YY
0	15.5	5.37	154	Transparente	25.37	1115	2425	1.111 1.109	48±3	1.100 1.101	54±9	0.764 0.766	600			SI	Si	08.00
1	18	3.21	463	Amarillo claro														
2	18	3.12	463	Amarillo claro														
5	18.1	3.03	474	Amarillo claro	25.71	9325	2038	1.207 1.210	54±3	0.914 0.918	45±9	0.990 0.991	275			SI	Si	08.01
10	18.5	3	476	Amarillo claro														
15	18.9	2.99	498	Amarillo claro	29.91	7204	1614	1.040 1.043	45±3	0.831 0.833	37±3	0.818 0.818	19±5 = 95			SI	Si	08.02
30	19.0	3.0	512	Amarillo claro	20.91	9135	1136	0.890 0.895	39±3	0.623 0.609	33±9	0.649 0.609	6±5 = 30			SI	Si	08.03
45	19.02	2.091	512	Amarillo claro									4±6.C.					
60	19.02	2.091	513	Amarillo claro	19.02	9808	1972	0.756 0.760	33±3	0.543 0.601	30±9	0.631 0.632	2±5 = 10			SI	Si	08.04
75	19.0	2.98	510	Amarillo	19.02	6603	2116	0.824 0.729	33±3	0.586 0.588	30±9	0.625 0.622	2±5 = 10			SI	Si	08.05

Ad. adiciona el  $H_2O_2$  se pone amarillo oscuro casi naranja. Transcurrido 1 min se adena el color. Se puede observar que hay una fase superior la que este en contacto con la luz se colora amarillo muy claro, mientras que la fase inferior tiene un color amarillito mas oscuro. Se observan burbujas, parecen peg (desde el inicio hasta 30). **X Por debajo del L.D.**

Después de 20 min. disminuyen ya no se ven burbujas

100' | 297 | 501 | A<sub>min</sub> 16 | 1294 | 5132 | 7658  
TC  
T<sub>1</sub> TC  
9715 | 9746 | 9758 | 9759  
DB<sub>2</sub> DB<sub>1</sub> DB<sub>3</sub>  
240 3343 866  
9719 9719 ppm



Experiencia adicional mezclando las cantidades de los experimentos SMT-05 y SMT-07  
 mezclas finales  
 El experimento adicional SMT-09 se realizó a continuación de los experimentos  
 A) CONDICIONES EXPERIMENTALES: SMT-05 y SMT-07 el mismo día (10/10/2008)

Proyecto	Nº Exp.	Fecha	Hora Inicio	Hora fin	Volumen Reacción (Litros)	[Fe <sup>2+</sup> ] (ppm)	[SMT] (ppm)	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] (ppm)	Agitación (rpm)	Luz Si/No	Altura luz	Potencia luz	Temp Baño (°C)	Firma EOA	Firma GBG	Firma JAM	Firma MPM
SMT	07	09/12/07	16:30	18:00	1	No	50	600	500	Si	21 cm		Agua a temperatura ambiente.		GBG	JAM	

# B) COMPROBACIONES INICIALES:

- Valoración UV H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30 % (p/v): Añadir en un matraz de 100 ml, 10 ml de Diol de vanadato, añadir 30 µl de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, enrasar y medir absorbancia a 450 nm.

$$X \% (p/v) = \left( \frac{ARS - 0.0182}{0.0085} \right) \times \left( \frac{1}{3} \right)$$

- Calibración pH-metro:

- Comprobación del funcionamiento del baño, lámpara, agitación:

- Viales preparados y fríos para las muestras de seguimiento SMT por HPLC (Sin dilución):

- Viales preparados y fríos para el seguimiento de TOC (Sin dilución):

- Viales preparados con agua fría en su interior para el seguimiento SMT por UV a 240 nm y a 260 nm (Dilución 1 a 3):

- Matrices de 10 ml preparados cada uno con 1 ml de diol de vanadato para las muestras de seguimiento de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> por Vis a 450 nm (Dilución 2 a 10):

# C) CÁLCULOS:

- Peso en mg de catalizador a añadir:

$$\frac{0 \text{ mg Fe}^{2+}}{1 \text{ L}} \times \frac{1 \text{ mmol Fe}^{2+}}{55.85 \text{ mg Fe}^{2+}} \times \frac{1 \text{ mmol FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}{1 \text{ mmol Fe}^{2+}} \times \frac{278.02 \text{ mg FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}{1 \text{ mmol FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} \times \frac{100 \text{ mg Reactivo FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}{98 \text{ mg FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} = 0 \text{ mg Reactivo FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$$

- Peso en mg de Sulfametazina a añadir

$$\frac{50 \text{ mg SMT}}{1 \text{ L}} \times 1 \text{ L} = 50 \text{ mg Reactivo SMT}$$

- Volumen en µl del reactivo H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> X % (p/v) a añadir: (Sustituir el valor de 30·10<sup>-3</sup> por X·10<sup>-3</sup> en el cálculo, dónde X es el resultado de la valoración del reactivo)

$$\frac{600 \text{ mg H}_2\text{O}_2}{1 \text{ L}} \times \frac{100 \text{ ml reactivo}}{30 \cdot 10^3 \text{ mg H}_2\text{O}_2} \times \frac{10^3 \text{ µl reactivo H}_2\text{O}_2}{1 \text{ ml reactivo H}_2\text{O}_2} = 2000 \text{ µl reactivo H}_2\text{O}_2$$

D) PROCESO EXPERIMENTAL: Se realizan las siguientes tareas por el orden indicado: (1) Calibración pH-metro, (2) Montaje Foto-fenton con agitación y sensores, (3) Comprobaciones iniciales, (4) Revisión de cálculos, (5) Disolución de la SMT en 500 ml mediante ultrasonidos y dilución posterior a 1 litro, (6) Adición de Fe<sup>2+</sup>, (7) Tomar muestra 00, (8) Encender la luz y adicionar el H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> rápidamente, activando el cronómetro para el seguimiento de la reacción, (9) Anotar los valores de temperatura, pH, potencial redox, color de la mezcla de reacción y tomar las muestras de seguimiento de la reacción en los tiempos marcados en la tabla de registro del seguimiento experimental (las muestras tomadas se llevan a la nevera hasta su análisis excepto las muestras para el TOC, que se analizan justo después de tomar la muestra, (10) Realizar los análisis de TOC, (11) Realizar los análisis UV-Visible por duplicado, para la cuantificación de SMT y de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

## E) VOLUMEN DE TOMA DE MUESTRA PARA EL SEGUIMIENTO DE LA REACCIÓN:

La muestra inicial y el resto de muestras de seguimiento de la reacción serán 21-22 ml repartidos de la siguiente forma: 1 ml para HPLC, 3 ml para UV a 240 nm, 3 ml para UV a 260 nm, 2 ml para visible a 450 nm y el resto para el TOC.

## F) SEGUIMIENTO EXPERIMENTAL:

Tiempo (min.)	Temp (°C)	pH	P. redox (mV)	Color	TC	TI	TOC	Abs UV 240 nm	[SMT] (ppm)	Abs UV 260 nm	[SMT] (ppm)	Abs Visible 450 nm	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] (ppm)	[SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ] (ppm)	[NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ] (ppm)	Muestra SI / No	muestra fiable SI / No	Código muestra SMT_XX YY
0	18	5,45	338	tiempo	2286	9201	27,97									SI	Si	-07-00
1	18	3,39	448	Naranja oscuro														
2	18	3,30	455	Naranja oscura														
5	18	3,25	455	amarillo claro	2567	4601	21,02									SI	Si	-07-01
10	18,5	3,14	461	amarillo claro														
15	19,2	3,13	465	amarillo claro	2642	4684	19,74									SI	Si	-07-02
30	18	3,11	480	amarillo claro	2475	4521	15,21									SI	Si	-07-03
45	18	3,20	490	amarillo claro														
45	18	3,21	491													SI		-07-04

## OBSERVACIONES

Al realizar la mezcla de los crudos de los exp SAT 05 y SMT 07 cambie instantáneamente de color y (color oscuro, naranja claro) y el pH baja a 3,39. No se observan gotas gran desprendimiento de burbujas. A las 3 minutos se observa una gran transparencia en la parte superior. Se observa un aumento del desprendimiento de burbujas. A los 8 minutos se observa un gran desprendimiento de burbujas. A los 10 minutos el pH es 3,11 y se observa un gran desprendimiento de burbujas. A las 30' se observa una disminución en el desprendimiento de burbujas. La muestra no es del todo fiable porque no le enfriamos y no se analiza instantáneamente por lo tanto se preve menor TOC del que le correspondería por contaminación de la muestra a la época del análisis TOC.



# A) CONDICIONES EXPERIMENTALES:

Proyecto	Nº Exp.	Fecha	Hora Inicio	Hora fin	Volumen Reacción (Litros)	[Fe <sup>2+</sup> ] (ppm)	[SMT] (ppm)	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] (ppm)	Agitación (rpm)	Luz Si/No	Altura luz	Potencia luz	Temp Baño (°C)	Firma EOA	Firma GBG	Firma JAM	Firma MPM
SMT	11	30/01/08	17:00	18:00	1	50	50	900	500	SI	21 cm	300 W	Agua a temp ambiente.	EOA	GBG	JAM	

# B) COMPROBACIONES INICIALES:

- Valoración UV H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30 % (p/v): Añadir en un matraz de 100 ml, 10 ml de Disol de vanadato, añadir 30 µL de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, enrasar y medir absorbancia a 450 nm.

$$X \% (p/v) = \left( \frac{ABS - 0,0182}{0,0085} \right) \times \left( \frac{1}{3} \right) \quad \text{"Si el valor de X no está dentro de } 30 \pm 2 \% \text{ hay que utilizar reactivo nuevo o bien recalcular los volúmenes de peróxido a añadir"}$$

- Valoración de la disolución de SMT: Tomar una muestra de 1 ml y diluirla 1 a 3. A continuación medir la absorbancia a 240 nm.

$$Y [ppm] = \left( \frac{ABS - 0,0193}{0,0662} \right) \times 3$$

"Si el valor de Y no está dentro de 45 ± 5 ppm hay que preparar una nueva disolución de SMT"

- Calibración pH-metro: ok  
 - Comprobación del funcionamiento del baño, lámpara, agitación: ok  
 - Viales preparados y fríos para las muestras de seguimiento SMT por HPLC (Sin dilución): ok  
 - Viales preparados y fríos para el de seguimiento de TOC (Sin dilución): ok  
 - Viales preparados y fríos para las muestras de toxicidad (Sin dilución): ok  
 - Matrazas de 10 ml preparados, cada uno con 1 ml de disol de vanadato, para las muestras de seguimiento de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a 450 nm (Dilución 2 a 10, 4 a 10, 6 a 10 y 8 a 10): ok  
 - Recipientes para los residuos y crudos finales de los experimentos: ok

# C) CÁLCULOS:

- Peso en mg de catalizador a añadir:

$$60 \text{ mg Fe}^{2+} \times \frac{1 \text{ mmol Fe}^{2+}}{55,85 \text{ mg Fe}^{2+}} \times \frac{1 \text{ mmol FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}{1 \text{ mmol Fe}^{2+}} \times \frac{278,02 \text{ mg FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}{1 \text{ mmol FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} \times \frac{100 \text{ mg Reactivo FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}{98 \text{ mg FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} = 304,77 \text{ mg Reactivo FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$$

Peso real añadido: 0,3052 g

- Volumen en µL del reactivo H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> X % (p/v) a añadir: (Sustituir el valor de 30·10<sup>-3</sup> por X·10<sup>-3</sup> en el cálculo, donde X es el resultado de la valoración del reactivo)

$$\frac{900 \text{ mg H}_2\text{O}_2}{1 \text{ L}} \times \frac{100 \text{ ml reactivo}}{30 \cdot 10^3 \text{ mg H}_2\text{O}_2} \times \frac{10^3 \text{ µL reactivo H}_2\text{O}_2}{1 \text{ ml reactivo H}_2\text{O}_2} = 3000 \text{ µL reactivo H}_2\text{O}_2$$

Volumen real añadido: 3 ml

D) PROCESO EXPERIMENTAL: (1) Tomar muestra 00. (2) Adición de Fe<sup>2+</sup>. (3) Encender la luz y adicionar el H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> rápidamente, activando el cronómetro para el seguimiento de la reacción. (4) Andar los valores de temperatura, pH, potencial redox, color de la mezcla de reacción y tomar las muestras de seguimiento de la reacción en los tiempos marcados en la tabla siguiente. Las muestras se llevan al congelador excepto las muestras para TOC, que se analizan justo después de tomar la muestra. (10) Realizar análisis de TOC y a continuación guardar las muestras de TOC en congelador para posterior análisis de iones inorgánicos.

**E) VOLUMEN DE TOMA DE MUESTRA PARA EL SEGUIMIENTO DE LA REACCIÓN:**

La muestra inicial y el resto de muestras de seguimiento de la reacción serán 40 ml repartidos de la siguiente forma: 1,5 ml para HPLC, de 2 a 8 ml para determinar la concentración de  $H_2O_2$  y 26 ml para el TOC, que servirán también una vez analizado el TOC para análisis de toxicidad (2 muestras de 1,5 ml) y para análisis de iones inorgánicos.

**F) SEGUIMIENTO EXPERIMENTAL:**

Tiempo (min.)	Temp (°C)	pH	P. redox (mv)	Color	Muestra SI / No	Código muestra XX.YY	muestra fiable SI / No	TC	IC	TOC	Alicuote ml para Abs vis	Abs Visible 450 nm	[ $H_2O_2$ ] (ppm)	[ $SO_4^{2-}$ ] (ppm)	[N inorg] (ppm)
0	18°C	4,70	216	Tiempo	SI	11.00	(SI) No	40,26	4,490	38,72			900		
1	18°C	3,10	535	Anoxígeno											
2	18°C	3,06	537	Anoxígeno											
5	18°C	2,99	539	Anoxígeno	SI	11.01	(SI) No	41,41	3,34	45,06	2	1,302 1,303	755		
10	18,5°C	2,93	542	Anoxígeno	SI	11.02	(SI) No	46,67	5,493	41,18	4	1,217 1,218	500		
15	18,5°C	2,89	545	"											
20	18,5°C	2,89	547	"	SI	11.03	(SI) No	43,82	7,725	36,04	6	1,610 1,687	327		
30	19°C	2,88	553	"	SI	11.04	(SI) No	40,54	9,247	34,29	8	1,691 1,699	246		
45	19°C	2,89	562	"											
60	19°C	2,90	568	"	SI	11.05	(SI) No	33,22	8,518	21,76	8	2,642 2,650	92		

**Observaciones:**

La muestra inicial a 120 min de tiempo de la disolución SMT sin haber añadido  $Fe^{2+}$  ni  $H_2O_2$  (Nota: verificación por toxicidad descomp.)  
 el pH y P. redox de 2 a 10 min de  
 valores de pH por debajo de 3,11  
 Los valores de P. redox han subido muy rápidamente.  
 A partir de los 20 min el IC parece cte.



## A) CONDICIONES EXPERIMENTALES:

Proyecto	Nº Exp.	Fecha	Hora Inicio	Hora fin	Volumen Reacción (Litros)	[Fe <sup>2+</sup> ] (ppm)	[SMT] (ppm)	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] (ppm)	Agitación (rpm)	Luz Si/No	Altura luz	Potencia luz	Temp Baño (°C)	Firma EDA	Firma GBG	Firma JAM	Firma MPM
SMT	12	29/01/09	18:30	19:30	1	40	50	1024	500	SI	21 cm	300 W	Agua a temp ambiente.	EDA	GBG	JAM	

## B) COMPROBACIONES INICIALES:

- Valoración UV H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30 % (p/v): Añadir en un matraz de 100 ml, 10 ml de Disol de vanadato, añadir 30 µL de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, ensayar y medir absorbancia a 450 nm.

$$X \% (p/v) = \left( \frac{ABS - 0,0182}{0,0085} \right) \times \left( \frac{1}{3} \right)$$

"Si el valor de X no está dentro de 30 ± 2 % hay que utilizar reactivo nuevo o bien recalcular los volúmenes de peróxido a añadir"  
*Adoptamos los valores de la valoración del exp SMT de 20,9 %*  
 Resultado: 20,9 %  
 Cumple/No Cumple

- Valoración de la disolución de SMT: Tomar una muestra de 1 ml y diluirla 1 a 3. A continuación medir la absorbancia a 240 nm.

$$Y [ppm] = \left( \frac{ABS - 0,0193}{0,0662} \right) \times 3$$

"Si el valor de Y no está dentro de 45 ± 5 ppm hay que preparar una nueva disolución de SMT"  
*Adoptamos los valores de la valoración del exp SMT de 43,8 ppm*  
 Resultado: 43,8 ppm  
 Cumple/No Cumple

- Calibración pH-metro:

- Comprobación del funcionamiento del baño, lámpara, agitación: ok

- Viales preparados y fríos para las muestras de seguimiento SMT por HPLC (Sin dilución): ok

- Viales preparados y fríos para el de seguimiento de TOC (Sin dilución): ok

- Viales preparados y fríos para las muestras de toxicidad (Sin dilución): ok

- Matrazes de 10 ml preparados, cada uno con 1 ml de disol de vanadato, para las muestras de seguimiento de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a 450 nm (Dilución 2 a 10, 4 a 10, 6 a 10 y 8 a 10): ok

- Recipientes para los residuos y crudos finales de los experimentos: ok

## C) CÁLCULOS:

- Peso en mg de catalizador a añadir:

$$40 \text{ mg Fe}^{2+} \times \frac{1 \text{ mmol Fe}^{2+}}{55,85 \text{ mg Fe}^{2+}} \times \frac{1 \text{ mmol FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}{1 \text{ mmol Fe}^{2+}} \times \frac{278,02 \text{ mg FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}{1 \text{ mmol FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} \times \frac{100 \text{ mg Reactivo FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}{98 \text{ mg FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} = 203,18 \text{ mg Reactivo FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$$

Peso real añadido: 0,2031 g

- Volumen en µL del reactivo H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> X % (p/v) a añadir: (Sustituir el valor de 30·10<sup>-3</sup> por X·10<sup>-3</sup> en el cálculo, dónde X es el resultado de la valoración del reactivo)

$$1024 \text{ mg H}_2\text{O}_2 \times \frac{10^3 \text{ µL reactivo H}_2\text{O}_2}{30 \cdot 10^3 \text{ mg H}_2\text{O}_2} \times \frac{1 \text{ ml reactivo H}_2\text{O}_2}{1 \text{ L}} = 3414,2 \text{ µL reactivo H}_2\text{O}_2$$

Volumen real añadido: 3,414 ml

D) PROCESO EXPERIMENTAL: (1) Tomar muestra 00, (2) Adición de Fe<sup>2+</sup>, (3) Encender la luz y adicionar el H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> rápidamente, activando el cronómetro para el seguimiento de la reacción, (4) Anotar los valores de temperatura, pH, potencial redox, color de la mezcla de reacción y tomar las muestras de seguimiento de la reacción en los tiempos marcados en la tabla siguiente. Las muestras se llevan al congelador excepto las muestras para TOC, que se analizan justo después de tomar la muestra, (10) Realizar análisis de TOC y a continuación guardar las muestras de TOC en congelador para posterior análisis de iones inorgánicos.

**E) VOLUMEN DE TOMA DE MUESTRA PARA EL SEGUIMIENTO DE LA REACCIÓN:**

La muestra inicial y el resto de muestras de seguimiento de la reacción serán 40 ml repetidos de la siguiente forma (1,5 ml para HPLC, de 2 a 8 ml para determinar la concentración de  $H_2O_2$  y 25 ml para el TOC, que servirán también una vez analizado el TOC para análisis de toxicidad (2 muestras de 1,5 ml) y para análisis de iones inorgánicos.

**F) SEGUIMIENTO EXPERIMENTAL:**

Tiempo (min.)	Temp (°C)	pH	P. redox (mv)	Color	Muestra SI / No	Código muestra XX.YY	muestra fiable SI / No	TC	IC	TOC	Aliquota ml para Abs vis	Abs Visible 450 nm	[ $H_2O_2$ ] (ppm)	[ $SO_4^{2-}$ ] (ppm)	[N Inorg] (ppm)
0	19°C	4,74	522	Turp	SI	12.00	(SI) No	41,58	1,3	40,28			1024		
1	19°C	3,21	518	Naranja muy clara	SI										
2	19°C	3,16	520	Amarillo claro	SI										
5	19°C	3,08	524	Amarillo muy claro	SI	12.01	(SI) No	38,77	5,128	33,64	2	1665	968		
10	19,5°C	3,02	526	"	SI	12.02	(SI) No	37,43	7,18	30,26	4	1402	406		
15	20°C	3,00	528	"											
20	20°C	3,00	530	"	SI	12.03	(SI) No	34,92	7,91	25,00	8	1665	323		
30	20,5°C	3,01	534	"	SI	12.04	(SI) No	32,33	10,16	22,07	8	1677	243		
45	20,5°C	3,01	541	"											
60	20,5°C	3,01	546	"	SI	12.05	(SI) No	24,96	9,195	17,22	8	1600	85		

Observaciones:

Volúmen de pH justo a 3. El color inicial es más claro que el experimento SMT. 011.  
 El P. redox sube menos bruscamente que en el SMT. 11.  
 A las 20 min parece que se estabiliza el IC  
 Al bajar de pH 3,2 se pasa de color naranja amarillento a amarillo



# A) CONDICIONES EXPERIMENTALES:

Proyecto	Nº Exp.	Fecha	Hora Inicio	Hora fin	Volumen Reacción (Litros)	[Fe <sup>2+</sup> ] (ppm)	[SMT] (ppm)	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] (ppm)	Agitación (rpm)	Luz Si/No	Altura luz	Potencia luz	Temp Baño (°C)	Firma EOA	Firma GBG	Firma JAM	Firma MPM
SMT	13	30/01/20	15:00	18:00	1	12	50	600	500	Si	21 cm	300 W	Agua a temp ambiente.	GGG	GGG	JAL	

# B) COMPROBACIONES INICIALES:

- Valoración UV H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30 % (piv): Añadir en un matraz de 100 ml, 10 ml de Disol de vanadato, añadir 30 µl de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, envasar y medir absorbancia a 450 nm.

$$X \% (p/v) = \left( \frac{ABS - 0,0182}{0,0085} \right) \times \left( \frac{1}{3} \right)$$

"Si el valor de X no está dentro de 30 ± 2 % hay que utilizar reactivo nuevo o bien recalcular los volúmenes de peróxido a añadir"

- Valoración de la disolución de SMT: Tomar una muestra de 1 ml y diluirla 1 a 3. A continuación medir la absorbancia a 240 nm.

Absorbancia 1: 0,217 Absorbancia 2: 0,214 Resultado: 31,2 %

Cumple / No Cumple

$$Y [ppm] = \left( \frac{ABS - 0,0193}{0,0662} \right) \times 3$$

"Si el valor de Y no está dentro de 48 ± 5 ppm hay que preparar una nueva disolución de SMT"

Absorbancia 1: 1,057 Absorbancia 2: 1,058 Resultado: 48,0 ppm

Cumple / No Cumple

- Calibración pH-metro: ok

- Comprobación del funcionamiento del baño, lámpara, agitación: ok

- Viales preparados y fríos para las muestras de seguimiento SMT por HPLC (Sin dilución): ok

- Viales preparados y fríos para el de seguimiento de TOC (Sin dilución): ok

- Viales preparados y fríos para las muestras de toxicidad (Sin dilución): ok

- Matrices de 10 ml preparados, cada uno con 1 ml de disol de vanadato, para las muestras de seguimiento de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a 450 nm (Dilución 2 a 10, 4 a 10, 6 a 10 y 8 a 10): ok

- Recipientes para los residuos y crudos finales de los experimentos: ok

# C) CÁLCULOS:

- Peso en mg de catalizador a añadir:

$$12 \text{ mg Fe}^{2+} \times \frac{1 \text{ mmol Fe}^{2+}}{55,85 \text{ mg Fe}^{2+}} \times \frac{1 \text{ mmol FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}{1 \text{ mmol Fe}^{2+}} \times \frac{278,02 \text{ mg FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}{1 \text{ mmol FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} \times \frac{100 \text{ mg Reactivo FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}{98 \text{ mg FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} = 59,51 \text{ mg Reactivo FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$$

Peso real añadido: 90,5423 g

- Volumen en µL del reactivo H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> X % (piv) a añadir: (Sustituir el valor de 30·10<sup>-3</sup> por X·10<sup>-3</sup> en el cálculo, dónde X es el resultado de la valoración del reactivo)

$$\frac{600 \text{ mg H}_2\text{O}_2}{1 \text{ L}} \times \frac{100 \text{ ml reactivo}}{30 \cdot 10^3 \text{ mg H}_2\text{O}_2} \times \frac{10^3 \text{ µL reactivo H}_2\text{O}_2}{1 \text{ ml reactivo H}_2\text{O}_2} = 2000 \text{ µL reactivo H}_2\text{O}_2$$

Volumen real añadido: 2 ml

D) PROCESO EXPERIMENTAL: (1) Tomar muestra 00, (2) Adición de Fe<sup>2+</sup>, (3) Encender la luz y adicionar el H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> rápidamente, activando el cronómetro para el seguimiento de la reacción, (4) Anotar los valores de temperatura, pH, potencial redox, color de la mezcla de reacción y tomar las muestras de seguimiento de la reacción en los tiempos marcados en la tabla siguiente. Las muestras se llevan al congelador excepto las muestras para TOC, que se analizan justo después de tomar la muestra, (10) Realizar análisis de TOC y a continuación guardar las muestras de TOC en congelador para posterior análisis de iones inorgánicos.

**E) VOLUMEN DE TOMA DE MUESTRA PARA EL SEGUIMIENTO DE LA REACCIÓN:**

La muestra inicial y el resto de muestras de seguimiento de la reacción serán 40 ml repartidos de la siguiente forma (1,5 ml para HPLC, de 2 a 8 ml para determinar la concentración de  $H_2O_2$  y 25 ml para el TOC, que servirán también una vez analizado el TOC para análisis de toxicidad (2 muestras de 1,5 ml) y para análisis de iones inorgánicos.

**F) SEGUIMIENTO EXPERIMENTAL:**

Tiempo (min.)	Temp (°C)	pH	P redox (mv)	Color	Muestra SI / No	Código muestra XX.YY	muestra fiable SI / No	TC	IC	TOC	Alicuota ml para Abs vis	Abs Visible 450 nm	[ $H_2O_2$ ] (ppm)	[ $SO_4^{2-}$ ] (ppm)	[N inorg] (ppm)
0	17°C	4,97	221	amarillo Densidad	SI	13.00	(SI) No	34,38	1,248	38,17			600		
1	17°C	3,74	485	"											
2	17°C	3,71	489	"											
6	17°C	3,66	492	"	SI	13.01	(SI) No	40,65	1,350	39,26	2	0,971 0,973	561		
10	17°C	3,57	493	"	SI	13.02	(SI) No	40,63	1,507	39,53	4	1,740 1,743	499		
16	17,5°C	3,54	494	"											
20	17,5°C	3,52	494	"	SI	13.03	(SI) No	40,00	1,647	38,35	6	1,704 1,708	331		
30	17,5°C	3,48	496	"	SI	13.04	(SI) No	39,56	2,046	37,52	8	1,530 1,531	222		
45	17,5°C	3,42	498	"											
80	18,0°C	3,38	500	"	SI	13.05	(SI) No	37,76	3,138	34,62	8	1,552 1,555	222		

**Observaciones:**

El color naranja claro se mantiene estable durante todo el experimento y no se produce color amarillo. Las reducciones son casi no de ha alcanzado un pH menor a 3. No se ha estabilizado el IC. Consideramos que el pH es muy crítico y que si es mayor a 3, el no se produce cambio de color y no degnada casi nada, o decir, es por efecto de la reducción de pH con la cantidad de hierro añadida. Donde para  $SiT\ H\ [Fe^{2+}] = 60\ ppm \rightarrow pH = 2,9$   $SiT\ H\ [Fe^{2+}] = 40\ ppm \rightarrow pH = 3$   $SiT\ H\ [Fe^{2+}] = 10\ ppm \rightarrow pH = 3,6$   $SiT\ H\ [Fe^{2+}] = 10\ ppm \rightarrow pH = 3,6$  Como el pH que parece adecuado es de 40 ppm plase

Acabado este experimento hacemos una prueba a decir el que fante responder a las preguntas que es más crítico  $[Fe^{2+}]$  o  $pH$ ?  $d\ Si\ [Fe^{2+}] = 10$  pero muchos más importante la reacción? Analizamos 2 gotas  $H_2SO_4$  1:1 tipo el pH a 2,6 y transcurridos 15 minutos el TC IC y TOC son: 36,88 / 3,41 y 33,44



# A) CONDICIONES EXPERIMENTALES:

Proyecto	Nº Exp.	Fecha	Hora Inicio	Hora fin	Volumen Reacción (Litros)	[Fe <sup>2+</sup> ] (ppm)	[SMT] (ppm)	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] (ppm)	Agitación (rpm)	Luz SI/NO	Altura luz	Potencia luz	Temp Baño (°C)	Firma EDA	Firma GBG	Firma JAM	Firma MPM
SMT	14	30/01/08	18:30	19:30	1	20	50	300	500	SI	21 cm	300 W	Agua a temp ambiente.	EDA	GBG	JAM	

# B) COMPROBACIONES INICIALES:

- Valoración UV H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30 % (p/v): Añadir en un matraz de 100 ml, 10 ml de Disol de vanadato, añadir 30 µL de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, enrasar y medir absorbancia a 450 nm.

$$X \% (p/v) = \left( \frac{ABS - 0,0182}{0,0085} \right) \times \left( \frac{1}{3} \right)$$

"Si el valor de X no está dentro de 30 ± 2 % hay que utilizar reactivo nuevo o bien recalcular los volúmenes de peróxido a añadir"  
*Valores adaptados de la valoración del exp. SMT-13*

- Valoración de la disolución de SMT: Tomar una muestra de 1 ml y diluirla 1 a 3. A continuación medir la absorbancia a 240 nm.  
 Absorbancia 1: 9,817 Resultado: 31,27 Cumple/No Cumple

$$Y [ppm] = \left( \frac{ABS - 0,0193}{0,0662} \right) \times 3$$

"Si el valor de Y no está dentro de 45 ± 5 ppm hay que preparar una nueva disolución de SMT"

*Valores adaptados de la valoración del exp. SMT-13*  
 Absorbancia 1: 1,057 Absorbancia 2: 1,058 Resultado: 47,05 ppm Cumple/No Cumple

- Calibración pH-metro: OK

- Comprobación del funcionamiento del baño, lámpara, agitación: OK

- Viales preparados y fríos para las muestras de seguimiento SMT por HPLC (Sin dilución): OK

- Viales preparados y fríos para el de seguimiento de TOC (Sin dilución): OK

- Viales preparados y fríos para las muestras de toxicidad (Sin dilución): OK

- Matrazes de 10 ml preparados, cada uno con 1 ml de disol de vanadato, para las muestras de seguimiento de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a 450 nm (Dilución 2 a 10, 4 a 10, 6 a 10 y 8 a 10): OK

- Recipientes para los residuos y crudos finales de los experimentos: OK

# C) CÁLCULOS:

- Peso en mg de catalizador a añadir:

$$\frac{20 \text{ mg Fe}^{2+}}{1 \text{ L}} \times \frac{1 \text{ mmol Fe}^{2+}}{55,85 \text{ mg Fe}^{2+}} \times \frac{1 \text{ mmol FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}{1 \text{ mmol Fe}^{2+}} \times \frac{278,02 \text{ mg FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}{1 \text{ mmol FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} \times \frac{100 \text{ mg Reactivo FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}{98 \text{ mg FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} = 101,59 \text{ mg Reactivo FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$$

Peso real añadido: 0,1015 g

- Volumen en µL del reactivo H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> X % (p/v) a añadir: (Sustituir el valor de 30·10<sup>-3</sup> por X·10<sup>-3</sup> en el cálculo, dónde X es el resultado de la valoración del reactivo)

$$\frac{300 \text{ mg H}_2\text{O}_2}{1 \text{ L}} \times \frac{10^3 \text{ µL reactivo}}{30 \cdot 10^3 \text{ mg H}_2\text{O}_2} \times \frac{10^3 \text{ µL reactivo H}_2\text{O}_2}{1 \text{ ml reactivo H}_2\text{O}_2} = 1000 \text{ µL reactivo H}_2\text{O}_2$$

Volumen real añadido: 1 ml

D) PROCESO EXPERIMENTAL: (1) Tomar muestra 00, (2) Adición de Fe<sup>2+</sup>, (3) Encender la luz y adicionar el H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> rápidamente, activando el cronómetro para el seguimiento de la reacción, (4) Anotar los valores de temperatura, pH, potencial redox, color de la mezcla de reacción y tomar las muestras de seguimiento de la reacción en los tiempos marcados en la tabla siguiente. Las muestras se llevan al congelador excepto las muestras para TOC, que se analizan justo después de tomar la muestra, (10) Realizar análisis de TOC y a continuación guardar las muestras de TOC en congelador para posterior análisis de iones inorgánicos.

**E) VOLUMEN DE TOMA DE MUESTRA PARA EL SEGUIMIENTO DE LA REACCIÓN:**

La muestra inicial y el resto de muestras de seguimiento de la reacción serán 40 ml repartidos de la siguiente forma (1,5 ml para HPLC, de 2 a 8 ml para determinar la concentración de  $H_2O_2$  y 25 ml para el TOC, que servirán también una vez analizado el TOC para análisis de toxicidad (2 muestras de 1,5 ml) y para análisis de iones inorgánicos.

**F) SEGUIMIENTO EXPERIMENTAL:**

Tiempo (min.)	Temp (°C)	pH	P. redox (mv)	Color	Muestra SI / No	Código muestra XX.YY	muestra fiable SI / No	TC	IC	TOC	Alcunna ml para Abs vis	Abs Visible 450 nm	[ $H_2O_2$ ] (ppm)	[ $SO_4^{2-}$ ] (ppm)	[N inorg] (ppm)
0	18,5	3,65	230	Naranja muy claro	SI	14.00	(SI) No	40,520	1,220	34,30			300		
1	18,5	3,37	493	"											
2	18,5	3,35	501	"											
5	18,5	3,33	502	"	SI	14.01	(SI) No	40,00	1,837	38,16	2	9,92 6,482	283		
10	18,5	3,28	502	"	SI	14.02	(SI) No	39,92	2,422	35,33	4	9,90 6,909	261		
15	18,5	3,26	510	"											
20	18,5	3,23	511	"	SI	14.03	(SI) No	39,09	3,853	35,24	6	1,128 1,131	218		
30	18,5	3,20	514	Anaranjado muy claro	SI	14.04	(SI) No	38,12	5,942	32,18	8	1,177 1,119	162		
45	18,5	3,21	526	"											
60	18,5	3,25	521	"	SI	14.05	(SI) No	31,55	0,229	23,32	8	9,336 9,235	47		

Observaciones:

Al llegar a 3,2 de pH cambia el color a anaranjado claro. Por las lecturas de  $[H_2O_2]$  y del TOC se espera que cuando el pH baje a 3,2 se a las 30 min comience la degradación de SMT. Se produce una aceleración del pH. Según el pH no se ha regulado a 3,2 inicialmente pero durante el proceso de degradación de producción cidos que bajan el pH.



# A) CONDICIONES EXPERIMENTALES:

Proyecto	Nº Exp.	Fecha	Hora Inicio	Hora fin	Volumen Reacción (Litros)	[Fe <sup>2+</sup> ] (ppm)	[SMT] (ppm)	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] (ppm)	Agitación (rpm)	Luz SI/NO	Altura luz	Potencia luz	Temp Baño (°C)	Firma EOA	Firma GBG	Firma JAM	Firma MPM
SMT	15	31/01/02	16:00	18:00	1	20	50	900	500	SI	21 cm	300 W	Agua a temp ambiente.	EDA	G-BG	JAM	MPM

# B) COMPROBACIONES INICIALES:

- Valoración UV H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30 % (p/v): Añadir en un matraz de 100 ml, 10 ml de Disol de vanadato, añadir 30 µL de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, enrasar y medir absorbancia a 450 nm.

$$X \% (p/v) = \left( \frac{ABS - 0,0182}{0,0085} \right) \times \left( \frac{1}{3} \right) \quad \text{"Si el valor de X no está dentro de } 30 \pm 2 \% \text{ hay que utilizar reactivo nuevo o bien recalcular los volúmenes de peróxido a añadir"}$$

- Valoración de la disolución de SMT: Tomar una muestra de 1 ml y diluirla 1 a 3. A continuación medir la absorbancia a 240 nm.

$$Y [ppm] = \left( \frac{ABS - 0,0193}{0,0662} \right) \times 3$$

"Si el valor de Y no está dentro de  $45 \pm 5$  ppm hay que preparar una nueva disolución de SMT"

Absorbancia 1: 0,806 Resultado: 30,81 % Cumple/No Cumple

Absorbancia 2: 1,005 Resultado: 44,65 ppm Cumple/No Cumple

- Calibración pH-metro:

- Comprobación del funcionamiento del baño, lámpara, agitación:

- Viales preparados y fríos para las muestras de seguimiento SMT por HPLC (Sin dilución):

- Viales preparados y fríos para el de seguimiento de TOC (Sin dilución):

- Viales preparados y fríos para las muestras de toxicidad (Sin dilución):

- Matraces de 10 ml preparados, cada uno con 1 ml de disol de vanadato, para las muestras de seguimiento de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a 450 nm (Dilución 2 a 10, 4 a 10, 6 a 10 y 8 a 10):

- Recipientes para los residuos y crudos finales de los experimentos:

# C) CÁLCULOS:

- Peso en mg de catalizador a añadir:

$$\frac{20 \text{ mg Fe}^{2+}}{1 \text{ L}} \times \frac{1 \text{ mmol Fe}^{2+}}{55,85 \text{ mg Fe}^{2+}} \times \frac{1 \text{ mmol FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}{1 \text{ mmol Fe}^{2+}} \times \frac{278,02 \text{ mg FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}{1 \text{ mmol FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} \times \frac{100 \text{ mg Reactivo FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}{98 \text{ mg FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} = 101,59 \text{ mg Reactivo FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$$

Peso real añadido: 0,1020g

- Volumen en µL del reactivo H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> X % (p/v) a añadir: (Sustituir el valor de  $30 \cdot 10^{-3}$  por  $X \cdot 10^{-3}$  en el cálculo, dónde X es el resultado de la valoración del reactivo)

$$\frac{900 \text{ mg H}_2\text{O}_2}{1 \text{ L}} \times \frac{100 \text{ ml reactivo}}{30 \cdot 10^3 \text{ mg H}_2\text{O}_2} \times \frac{10^3 \text{ µL reactivo H}_2\text{O}_2}{1 \text{ ml reactivo H}_2\text{O}_2} = 3000 \text{ µL reactivo H}_2\text{O}_2$$

Volumen real añadido:

D) PROCESO EXPERIMENTAL: (1) Tomar muestra 00, (2) Adición de Fe<sup>2+</sup>, (3) Encender la luz y adicionar el H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> rápidamente, activando el cronómetro para el seguimiento de la reacción, (4) Anotar los valores de temperatura, pH, potencial redox, color de la mezcla de reacción y tomar las muestras de seguimiento de la reacción en los tiempos marcados en la tabla siguiente. Las muestras se llevan al congelador excepto las muestras para TOC, que se analizan justo después de tomar la muestra, (10) Realizar análisis de TOC y a continuación guardar las muestras de TOC en congelador para posterior análisis de iones inorgánicos.

**E) VOLUMEN DE TOMA DE MUESTRA PARA EL SEGUIMIENTO DE LA REACCIÓN:**

La muestra inicial y el resto de muestras de seguimiento de la reacción serán 40 ml. Repetidos de la siguiente forma (1,5 ml para HPLC, de 2 a 8 ml para determinar la concentración de  $H_2O_2$  y 25 ml para el TOC, que servirán también una vez analizado el TOC para análisis de toxicidad (2 muestras de 1,5 ml) y para análisis de iones inorgánicos.

**F) SEGUIMIENTO EXPERIMENTAL:**

Tiempo (min.)	Temp (°C)	pH	Predox (mv)	Color	Muestra SI / No	Código muestra XX.YY	muestra fiable SI / No	TC	IC	TOC	Alícuota ml para Abs vis	Abs Visible 450 nm	[ $H_2O_2$ ] (ppm)	[ $SO_4^{2-}$ ] (ppm)	[N Inorg] (ppm)
0	16,5°C	4,91	221	rojo	SI	15.00	SI / No	31,64	1,560	30,08			900		
1	16,5°C	3,58	485	Indefinible											
2	16,5°C	3,54	492	Indefinible											
5	16,5°C	3,46	495	"	SI	15.01	SI / No	31,76	2,1078	29,168	2	4,424 4,421	828		
10	16,5	3,40	497	"	SI	15.02	SI / No	31,74	2,1309	28,993	4	4,601 4,599	465		
15	17°C	3,36	498	Amarillo											
20	17°C	3,33	499	Amarillo	SI	15.03	SI / No	30,37	4,1239	26,13	6	4,455 4,456	282		
30	17°C	3,26	501	"	SI	15.04	SI / No	29,23	7,055	22,17	8	4,365 4,384	201		
45	17°C	3,28	499	"											
60	17°C	3,31	498	"	SI	15.05	SI / No	23,49	7,525	15,06	8	4,344 4,342	195		
Observaciones:															
Limpieza Oxidant Ultra-Vitalux 300W 230V AC Made in SK T368															



# A) CONDICIONES EXPERIMENTALES:

Proyecto	Nº Exp.	Fecha	Hora inicio	Hora fin	Volumen Reacción (Litros)	[Fe <sup>2+</sup> ] (ppm)	[SMT] (ppm)	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] (ppm)	Agitación (rpm)	Luz Si/No	Altura luz	Potencia luz	Temp Baño (°C)	Firma EOA	Firma GBG	Firma JAM	Firma MPM
SMT	16	31/01/08	18:10	19:30	1	40	50	600	500	SI	21 cm	300W	Agua a temp ambiente.	EOA	GBG	JAM	

# B) COMPROBACIONES INICIALES:

- Valoración UV H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30 % (p/v): Añadir en un matraz de 100 ml, 10 ml de Disol de vanadato, añadir 30 µL de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, enrasar y medir absorbancia a 450 nm.

$$X \% (p/v) = \left( \frac{ABS - 0,0182}{0,0085} \right) \times \left( \frac{1}{3} \right) \quad \text{"Si el valor de X no está dentro de } 30 \pm 2 \% \text{ hay que utilizar reactivo nuevo o bien recalcular los volúmenes de peróxido a añadir"}$$

- Valoración de la disolución de SMT: Tomar una muestra de 1 ml y diluirla 1 a 3. A continuación medir la absorbancia a 240 nm.

$$Y [ppm] = \left( \frac{ABS - 0,0193}{0,0662} \right) \times 3$$

"Si el valor de Y no está dentro de 45 ± 5 ppm hay que preparar una nueva disolución de SMT"

Absorbancia 1: 1,005      Absorbancia 2: 1,004      Resultado: 44,65 ppm      Cumple/No Cumple

- Calibración pH-metro: ok

- Comprobación del funcionamiento del baño, lámpara, agitación: ok

- Viales preparados y fríos para las muestras de seguimiento SMT por HPLC (Sin dilución): ok

- Viales preparados y fríos para el de seguimiento de TOC (Sin dilución): ok

- Viales preparados y fríos para las muestras de toxicidad (Sin dilución): ok

- Matrices de 10 ml preparados, cada uno con 1 ml de disol de vanadato, para las muestras de seguimiento de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a 450 nm (Dilución 2 a 10, 4 a 10, 6 a 10 y 8 a 10): ok

- Recipientes para los residuos y crudos finales de los experimentos: ok

# C) CÁLCULOS:

- Peso en mg de catalizador a añadir:

$$\frac{40 \text{ mg Fe}^{2+}}{1 \text{ L}} \times \frac{1 \text{ mmol Fe}^{2+}}{55,85 \text{ mg Fe}^{2+}} \times \frac{1 \text{ mmol FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}{1 \text{ mmol Fe}^{2+}} \times \frac{278,02 \text{ mg FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}{1 \text{ mmol FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} \times \frac{100 \text{ mg Reactivo FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}{98 \text{ mg FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} = 203,18 \text{ mg Reactivo FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$$

Peso real añadido: 203,33 g

- Volumen en µL del reactivo H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> X % (p/v) a añadir: (Sustituir el valor de 30·10<sup>-3</sup> por X·10<sup>-3</sup> en el cálculo, dónde X es el resultado de la valoración del reactivo)

$$\frac{600 \text{ mg H}_2\text{O}_2}{1 \text{ L}} \times \frac{10^3 \text{ µL reactivo}}{30 \cdot 10^3 \text{ mg H}_2\text{O}_2} \times \frac{10^3 \text{ µL reactivo H}_2\text{O}_2}{1 \text{ ml reactivo H}_2\text{O}_2} = 2000 \text{ µL reactivo H}_2\text{O}_2$$

Volumen real añadido: 2 ml

D) PROCESO EXPERIMENTAL: (1) Tomar muestra 00, (2) Adición de Fe<sup>2+</sup>, (3) Encender la luz y adicionar el H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> rápidamente, activando el cronómetro para el seguimiento de la reacción, (4) Anotar los valores de temperatura, pH, potencial redox, color de la mezcla de reacción y tomar las muestras de seguimiento de la reacción en los tiempos marcados en la tabla siguiente. Las muestras se llevan al congelador excepto las muestras para TOC, que se analizan justo después de tomar la muestra, (10) Realizar análisis de TOC y a continuación guardar las muestras de TOC en congelador para posterior análisis de iones inorgánicos.

**E) VOLUMEN DE TOMA DE MUESTRA PARA EL SEGUIMIENTO DE LA REACCIÓN:**

La muestra inicial y el resto de muestras de seguimiento de la reacción serán 40 ml repartidos de la siguiente forma (1,5 ml para H<sub>2</sub>C, de 2 a 8 ml para determinar la concentración de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> y 25 ml para el TOC, que servirán también una vez analizado el TOC para análisis de toxicidad (2 muestras de 1,5 ml) y para análisis de iones inorgánicos.

**F) SEGUIMIENTO EXPERIMENTAL:**

Tiempo (min.)	Temp (°C)	pH	P. radox (mv)	Color	Muestra SI / No	Código muestra XX YY	muestra fiable SI / No	TC	IC	TOC	Alcohol ml para Abs vis	Abs Viable 450 nm	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] (ppm)	[SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ] (ppm)	[N inorg] (ppm)
0	17°C	4,81	212	Turby	SI	16.00	SI/No	3191	1623	39,29			600		
1	17°C	3,30	516	Verde amarillo											
2	17°C	3,24	520	Verde amarillo											
5	17°C	3,14	525	Amarillo claro	SI	16.01	SI/No	3200	4231	23,77	2	0,800 0,800	460		
10	17°C	3,07	524	Amarillo claro	SI	16.02	SI/No	3103	6683	24,34	4	4,242 4,109	351		
15	17,5°C	3,04	528	..											
20	17,5°C	3,05	530	..	SI	16.03	SI/No	2902	9143	19,88	6	0,915 0,921	176		
30	17,5°C	3,06	535	..	SI	16.04	SI/No	2623	9135	17,09	8	0,733 0,741	94		
45	17,5°C	3,07	543	..											
60	18,0°C	3,07	548	..	SI	16.05	SI/No	2234	91031	13,30	8	0,142 0,146	19		

**Observaciones:**

Después de 5 min de espesar el pH cediendo 3,14 es el que cambia de coloración y amarillo. Se observa la diferencia de los anteriores (1,16, 13,14) una franja superior más clara de forma más neta. Se observan muchos burbujas. A partir del minuto 20 el IC se mantiene constante, mientras que el TC disminuye. Es debido, probablemente al desprendimiento del CO<sub>2</sub> de unidades que los subproductos de degradación. Son unos espacios.



# A) CONDICIONES EXPERIMENTALES:

Proyecto	Nº Exp.	Fecha	Hora Inicio	Hora fin	Volumen Reacción (Litros)	[Fe <sup>2+</sup> ] (ppm)	[SMT] (ppm)	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] (ppm)	Agitación (rpm)	Luz Si/No	Altura luz	Potencia luz	Temp Baño (°C)	Firma EOA	Firma GBG	Firma JAM	Firma MPH
SMT	17	01/08/18	16:30	17:30	1	60	50	300	500	SI	21 cm	300W	Agua a temp ambiente.	EOA	GBG	JAM	

# B) COMPROBACIONES INICIALES:

- Valoración UV H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30 % (p/v): Añadir en un matraz de 100 ml, 10 ml de Disol de vanadato, añadir 30 µL de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, ensayar y medir absorbancia a 450 nm.

$$X \% (p/v) = \left( \frac{ABS - 0,0182}{0,0085} \right) \times \left( \frac{1}{3} \right) \quad \text{"Si el valor de X no está dentro de } 30 \pm 2 \% \text{ hay que utilizar reactivo nuevo o bien recalcular los volúmenes de peróxido a añadir"}$$

- Valoración de la disolución de SMT: Tomar una muestra de 1 ml y diluirla 1 a 3. A continuación medir la absorbancia a 240 nm.

$$Y [ppm] = \left( \frac{ABS - 0,0193}{0,0662} \right) \times 3 \quad \text{"Si el valor de Y no está dentro de } 45 \pm 5 \text{ ppm hay que preparar una nueva disolución de SMT"}$$

- Calibración pH-metro: ok

- Comprobación del funcionamiento del baño, lámpara, agitación: ok

- Viales preparados y fríos para las muestras de seguimiento SMT por HPLC (Sin dilución): ok

- Viales preparados y fríos para el de seguimiento de TOC (Sin dilución): ok

- Viales preparados y fríos para las muestras de toxicidad (Sin dilución): ok

- Matrazes de 10 ml preparados, cada uno con 1 ml de disol de vanadato, para las muestras de seguimiento de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a 450 nm (Dilución 2 a 10, 4 a 10, 6 a 10 y 8 a 10): ok

- Recipientes para los residuos y crudos finales de los experimentos: ok

# C) CÁLCULOS:

- Peso en mg de catalizador a añadir:

$$\frac{60 \text{ mg Fe}^{2+}}{1 \text{ L}} \times \frac{1 \text{ mmol Fe}^{2+}}{55,85 \text{ mg Fe}^{2+}} \times \frac{1 \text{ mmol FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}{1 \text{ mmol Fe}^{2+}} \times \frac{278,02 \text{ mg FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}{100 \text{ mg Reactivo FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} = 304,77 \text{ mg Reactivo FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$$

Peso real añadido: 0,30505

- Volumen en µL del reactivo H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> X % (p/v) a añadir: (Sustituir el valor de 30·10<sup>-3</sup> por X·10<sup>-3</sup> en el cálculo, dónde X es el resultado de la valoración del reactivo)

$$\frac{300 \text{ mg H}_2\text{O}_2}{1 \text{ L}} \times \frac{10^3 \text{ µL reactivo}}{30 \cdot 10^3 \text{ mg H}_2\text{O}_2} \times \frac{10^3 \text{ µL reactivo H}_2\text{O}_2}{1 \text{ ml reactivo H}_2\text{O}_2} = 1000 \text{ µL reactivo H}_2\text{O}_2$$

Volumen real añadido: 1 ml

D) PROCESO EXPERIMENTAL: (1) Tomar muestra 00, (2) Adición de Fe<sup>2+</sup>, (3) Encender la luz y adicionar el H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> rápidamente, activando el cronómetro para el seguimiento de la reacción, (4) Anotar los valores de temperatura, pH, potencial redox, color de la mezcla de reacción y tomar las muestras de seguimiento de la reacción en los tiempos marcados en la tabla siguiente. Las muestras se llevan al congelador excepto las muestras para TOC, que se analizan justo después de tomar la muestra, (10) Realizar análisis de TOC y a continuación guardar las muestras de TOC en congelador para posterior análisis de iones inorgánicos.

**E) VOLUMEN DE TOMA DE MUESTRA PARA EL SEGUIMIENTO DE LA REACCIÓN:**

La muestra inicial y el resto de muestras de seguimiento de la reacción serán 40 ml repartidos de la siguiente forma (1.5 ml para HPLC, de 2 a 8 ml para determinar la concentración de  $\text{H}_2\text{O}_2$  y 25 ml para el TOC, que servirán también una vez analizado el TOC para análisis de toxicidad (2 muestras de 1.5 ml) y para análisis de iones inorgánicos.

**F) SEGUIMIENTO EXPERIMENTAL:**

Tiempo (min.)	Temp (°C)	pH	P. redox (mv)	Color	Muestra SI / No	Código muestra XX.YY	muestra fiable SI / No	TC	IC	TOC	Alcuzota ml para Abs vis	Alta visible 450 nm	[ $\text{H}_2\text{O}_2$ ] (ppm)	[ $\text{SO}_4^{2-}$ ] (ppm)	[N inorg] (ppm)
0	16.5°C	4.48	320	Transp	SI	17.00	(SI) No	31.20	1.369	21.83			300		
1	16.5°C	3.19	497	Morej <sup>a</sup>											
2	16.5°C	3.09	532	Morej <sup>a</sup>											
5	16.5°C	3.02	538	"	SI	17.01	(SI) No	31.27	4.808	36.47	2	0.230 0.283	455		
10	16.5°C	2.98	542	"	SI	17.02	(SI) No	31.34 31.64	6.382	23.01	4	0.352 0.349	98		
15	16.5°C	2.97	545	"											
20	17.1°C	2.97	543	"	SI	17.03	(SI) No	23.54	3.169	19.37	6	0.211 0.224	38		
30	16.5°C	2.98	550	"	SI	17.04	(SI) No	25.28	5.173	16.81	8	0.446 0.442	18		
45	16.5°C	2.98	552	"											
60	16.5°C	2.97	550	"	SI	17.05	(SI) No	22.88	8.369	14.51	8	0.026 0.033	2		
Observaciones:															



# A) CONDICIONES EXPERIMENTALES:

Proyecto	Nº Exp.	Fecha	Hora Inicio	Hora fin	Volumen Reacción (Litros)	[Fe <sup>2+</sup> ] (ppm)	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] (ppm)	Agitación (rpm)	Luz Si/No	Altura luz	Potencia luz	Temp Baño (°C)	Firma EOA	Firma GBG	Firma JAM	Firma MPM
SMT	18	04/02/03	19:30	19:30	1	40	50	500	SI	21 cm	300 W	Agua a temp ambiente.	20/06/06			

# B) COMPROBACIONES INICIALES:

- Valoración UV H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>: 30 % (p/v): Añadir en un matraz de 100 ml, 10 ml de Disol de vanadato, añadir 30 µL de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, enrasar y medir absorbancia a 450 nm.

$$X \% (p/v) = \left( \frac{ABS - 0,0182}{0,0085} \right) \times \left( \frac{1}{3} \right) \quad \text{"Si el valor de X no está dentro de } 30 \pm 2 \% \text{ hay que utilizar reactivo nuevo o bien recalcular los volúmenes de peróxido a añadir"}$$

- Valoración de la disolución de SMT: Tomar una muestra de 1 ml y diluirla a 3. A continuación medir la absorbancia a 240 nm.

$$Y [ppm] = \left( \frac{ABS - 0,0193}{0,0662} \right) \times 3$$

"Si el valor de Y no está dentro de 45 ± 5 ppm hay que preparar una nueva disolución de SMT"

- Calibración pH-metro: ☒ OK

- Comprobación del funcionamiento del baño, lámpara, agitación: ☒ OK

- Viales preparados y fríos para las muestras de seguimiento SMT por HPLC (Sin dilución): ☒ OK

- Viales preparados y fríos para el de seguimiento de TOC (Sin dilución): ☒ OK

- Viales preparados y fríos para las muestras de toxicidad (Sin dilución): ☒ OK

- Matrices de 10 ml preparados, cada uno con 1 ml de disol de vanadato, para las muestras de seguimiento de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a 450 nm (Dilución 2 a 10, 4 a 10, 6 a 10 y 8 a 10): ☒ OK

- Recipientes para los residuos y crudos finales de los experimentos: ☒ OK

# C) CÁLCULOS:

- Peso en mg de catalizador a añadir:

$$\frac{40 \text{ mg Fe}^{2+}}{1 \text{ L}} \times \frac{1 \text{ mmol Fe}^{2+}}{55,85 \text{ mg Fe}^{2+}} \times \frac{1 \text{ mmol FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}{1 \text{ mmol Fe}^{2+}} \times \frac{278,02 \text{ mg FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}{1 \text{ mmol FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} \times \frac{100 \text{ mg Reactivo FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}{98 \text{ mg FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} = 203,18 \text{ mg Reactivo FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$$

Peso real añadido: 0,2029 g

- Volumen en µL del reactivo H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> X % (p/v) a añadir: (Sustituir el valor de 30·10<sup>-3</sup> por X·10<sup>-3</sup> en el cálculo, donde X es el resultado de la valoración del reactivo)

$$\frac{600 \text{ mg H}_2\text{O}_2}{1 \text{ L}} \times \frac{100 \text{ ml reactivo}}{30 \cdot 10^3 \text{ mg H}_2\text{O}_2} \times \frac{10^3 \text{ µL reactivo H}_2\text{O}_2}{1 \text{ ml reactivo H}_2\text{O}_2} = 2000 \text{ µL reactivo H}_2\text{O}_2$$

Volumen real añadido: 2,00 mL

D) PROCESO EXPERIMENTAL: (1) Tomar muestra 00, (2) Adición de Fe<sup>2+</sup>, (3) Encender la luz y adicionar el H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> rápidamente, activando el cronómetro para el seguimiento de la reacción, (4) Anotar los valores de temperatura, pH, potencial redox, color de la mezcla de reacción y tomar las muestras de seguimiento de la reacción en los tiempos marcados en la tabla siguiente. Las muestras se llevan al congelador excepto las muestras para TOC, que se analizan justo después de tomar la muestra, (10) Realizar análisis de TOC y a continuación guardar las muestras de TOC en congelador para posterior análisis de iones inorgánicos.

**E) VOLUMEN DE TOMA DE MUESTRA PARA EL SEGUIMIENTO DE LA REACCIÓN:**

La muestra inicial y el resto de muestras de seguimiento de la reacción serán 40 ml repartidos de la siguiente forma (1,5 ml para t-PLG, de 2 a 8 ml para determinar la concentración de  $H_2O_2$  y 25 ml para el TOC, que servirán también una vez analizado el TOC para análisis de toxicidad (2 muestras de 1,5 ml) y para análisis de iones inorgánicos.

**F) SEGUIMIENTO EXPERIMENTAL:**

Tiempo (min.)	Temp (°C)	pH	P. redox (mV)	Color	Muestra SI / No	Código muestra XX.YY	muestra fiable SI / No	TC	IC	TOC	Alcúda ml para Abs vía	Abs Visible 450 nm	[ $H_2O_2$ ] (ppm)	[ $SO_4^{2-}$ ] (ppm)	[N inorg] (ppm)
0	17,5°C	4,12	525	Turp	SI	18.00	(SI) No	32,77	1,620	31,15			600		
1	17,5°C	3,23	508	Naranja oscura											
2	17,5°C	3,18	515	"											
5	17,5°C	3,14	524	Anardo cae	SI	18.01	(SI) No	31,39	4,221	27,15	2	0,386 0,789	453		
10	18°C	3,05	526	"	SI	18.02	(SI) No	31,21	6,418	24,799	4	4,223 4,226	355		
15	18°C	3,03	508	"											
20	18°C	3,03	530	"	SI	18.03	(SI) No	29,108	8,731	20,34	8	2,039 2,040	200		
30	15°C	3,04	535	"	SI	18.04	(SI) No	27,143	10,12	17,30	8	0,304 0,301	146		
45	18°C	3,06	544	"											
60	18°C	3,06	549	"	SI	18.05	(SI) No	25,165	12,01	13,61	8	0,207 0,204	27		
Observaciones:															
(1) Cambio de color de naranja a anarido; (2) gran desprendimiento de burbujas (3) de observan gran desprendimiento de burbujas															



# A) CONDICIONES EXPERIMENTALES:

Proyecto	Nº Exp.	Fecha	Hora inicio	Hora fin	Volumen Reacción (Litros)	[Fe <sup>2+</sup> ] (ppm)	[SMT] (ppm)	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] (ppm)	Agitación (rpm)	Luz Si/No	Altura luz	Potencia luz	Temp Baño (°C)	Firma EOA	Firma GBG	Firma JAM	Firma MPM
SMT	19	06/02/08	16:30	17:30	1	68	50	600	500	SI	21 cm	300 W	Agua a temp ambiente.	GBG	GBG	JAM	MPM

# B) COMPROBACIONES INICIALES:

- Valoración UV H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30 % (p/v): Añadir en un matraz de 100 ml, 10 ml de Disol de vanadato, añadir 30 µL de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, entasar y medir absorbancia a 450 nm.

$$X \% (p/v) = \left( \frac{ABS - 0,0182}{0,0085} \right) \times \left( \frac{1}{3} \right) \quad \text{"Si el valor de X no está dentro de } 30 \pm 2 \% \text{ hay que utilizar reactivo nuevo o bien recalcular los volúmenes de peróxido a añadir"}$$

- Valoración de la disolución de SMT: Tomar una muestra de 1 ml y diluirla 1 a 3. A continuación medir la absorbancia a 240 nm.

$$Y [ppm] = \left( \frac{ABS - 0,0193}{0,0662} \right) \times 3$$

"Si el valor de Y no está dentro de 45 ± 5 ppm hay que preparar una nueva disolución de SMT"

Absorbancia 1: 0,805 Absorbancia 2: 0,819 Resultado: 34,4 Cumple / No Cumple

Absorbancia 1: 1,053 Absorbancia 2: 1,050 Resultado: 46,78 Cumple / No Cumple

- Calibración pH-metro: OK

- Comprobación del funcionamiento del baño, lámpara, agitación: OK

- Viales preparados y fríos para las muestras de seguimiento SMT por HPLC (Sin dilución): OK

- Viales preparados y fríos para el de seguimiento de TOC (Sin dilución): OK

- Viales preparados y fríos para las muestras de toxicidad (Sin dilución): OK

- Matrazos de 10 ml preparados, cada uno con 1 ml de disol de vanadato, para las muestras de seguimiento de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a 450 nm (Dilución 2 a 10, 4 a 10, 5 a 10 y 8 a 10): OK

- Recipientes para los residuos y crudos finales de los experimentos: OK

# C) CÁLCULOS:

- Peso en mg de catalizador a añadir:

$$1L \times \frac{68 \text{ mg Fe}^{2+}}{55,85 \text{ mg Fe}^{2+}} \times \frac{1 \text{ mmol Fe}^{2+}}{1 \text{ mmol Fe}^{2+}} \times \frac{278,02 \text{ mg FeSO}_4 \cdot 7H_2O}{1 \text{ mmol FeSO}_4 \cdot 7H_2O} \times \frac{100 \text{ mg Reactivo FeSO}_4 \cdot 7H_2O}{98 \text{ mg FeSO}_4 \cdot 7H_2O} = 346,85 \text{ mg Reactivo FeSO}_4 \cdot 7H_2O$$

Peso real añadido: 0,3473 g

- Volumen en µL del reactivo H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> X % (p/v) a añadir: (Sustituir el valor de 30 · 10<sup>-3</sup> por X · 10<sup>-3</sup> en el cálculo, dónde X es el resultado de la valoración del reactivo)

$$1L \times \frac{600 \text{ mg H}_2\text{O}_2}{30 \cdot 10^3 \text{ mg H}_2\text{O}_2} \times \frac{100 \text{ ml reactivo}}{10^3 \text{ µL reactivo H}_2\text{O}_2} \times \frac{1 \text{ ml reactivo H}_2\text{O}_2}{1 \text{ ml reactivo H}_2\text{O}_2} = 2000 \text{ µL reactivo H}_2\text{O}_2$$

Volumen real añadido: 2 ml

D) PROCESO EXPERIMENTAL: (1) Tomar muestra 00, (2) Adición de Fe<sup>2+</sup>, (3) Encender la luz y adicionar el H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> rápidamente, activando el cronómetro para el seguimiento de la reacción, (4) Anotar los valores de temperatura, pH, potencial redox, color de la mezcla de reacción y tomar las muestras de seguimiento de la reacción en los tiempos marcados en la tabla siguiente. Las muestras se llevan al congelador excepto las muestras para TOC, que se analizan justo después de tomar la muestra. (10) Realizar análisis de TOC y a continuación guardar las muestras de TOC en congelador para posterior análisis de iones inorgánicos.

**E) VOLUMEN DE TOMA DE MUESTRA PARA EL SEGUIMIENTO DE LA REACCIÓN:**

La muestra inicial y el resto de muestras de seguimiento de la reacción serán 40 ml repartidos de la siguiente forma (1,5 ml para HPLC, de 2 a 8 ml para determinar la concentración de  $H_2O_2$  y 25 ml para el TOC, que servirán también una vez analizado el TOC para análisis de toxicidad (2 muestras de 1,5 ml) y para análisis de iones inorgánicos.

**F) SEGUIMIENTO EXPERIMENTAL:**

Tiempo (min.)	Temp (°C)	pH	P-oxidox (mV)	Color	Muestra SI / No	Código muestra XX.YY	muestra SI / No	TC	IC	TOC	Alcúola ml para Abs vis	Abs Visible 450 nm	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] (ppm)	[SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ] (ppm)	[N inorg] (ppm)
0	16°C	4,84	191	Remolgo	SI	19.00	SI / No	32,34	1494	30,84			600		
1	16,5°C	3,88	523	Remolgo											
2	16,5°C	3,13	523	Remolgo											
5	16,5°C	3,04	529	1	SI	19.01	SI / No	31,96	5,384	26,57	2	0,600 0,640	345		
10	17,0°C	2,99	537	1	SI	19.02	SI / No	30,40	6,711	23,69	4	0,774 0,769	222		
15	17,0°C	2,98	541	1											
20	17,0°C	2,97	544	1	SI	19.03	SI / No	25,89	8,834	20,03	8	0,577 0,562	111		
30	17,0°C	2,97	548	1	SI	19.04	SI / No	27,46	10,34	17,12	8	0,484 0,478	60		
45	17,0°C	2,97	554	1											
60	17,0°C	2,96	557	1	SI	19.05	SI / No	24,19	419,28	14,23	8	0,088 0,087	10		
Observaciones:															
Muestra 19.04 de H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> contiene 9.0 de la muestra solución.															



# A) CONDICIONES EXPERIMENTALES:

Proyecto	Nº Exp.	Fecha	Hora Inicio	Hora fin	Volumen Reacción (Litros)	[Fe <sup>2+</sup> ] (ppm)	[SMT] (ppm)	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] (ppm)	Agitación (rpm)	Luz Si/No	Altura luz	Potencia luz	Temp Baño (°C)	Firma EOA	Firma GBG	Firma JAM	Firma MPM
SMT	20	06/01/18	18:00	19:00	1	40	50	600	500	Si	21 cm	300 W	Agua a temp ambiente.	EOA	GBG	JAM	

# B) COMPROBACIONES INICIALES:

- Valoración UV H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30 % (p/v): Añadir en un matraz de 100 ml, 10 ml de Disol de vanadato, añadir 30 µL de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, enrasar y medir absorbancia a 450 nm.

$$X \% (p/v) = \left( \frac{ABS - 0,0182}{0,0085} \right) \times \left( \frac{1}{3} \right) \quad \text{"Si el valor de X no está dentro de } 30 \pm 2 \% \text{ hay que utilizar reactivo nuevo o bien recalcular los volúmenes de peróxido a añadir"}$$

- Valoración de la disolución de SMT: Tomar una muestra de 1 ml y diluirla 1 a 3. A continuación medir la absorbancia a 240 nm.

$$Y [ppm] = \left( \frac{ABS - 0,0193}{0,0662} \right) \times 3$$

- Calibración pH-metro: ok

- Comprobación del funcionamiento del baño, lámpara, agitación: ok

- Viales preparados y fríos para las muestras de seguimiento SMT por HPLC (Sin dilución): ok

- Viales preparados y fríos para el de seguimiento de TOC (Sin dilución): ok

- Viales preparados y fríos para las muestras de toxicidad (Sin dilución): ok

- Matrices de 16 ml preparados, cada uno con 1 ml de disol de vanadato, para las muestras de seguimiento de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a 450 nm (Dilución 2 a 10, 4 a 10, 6 a 10 y 8 a 10): ok

- Recipientes para los residuos y crudos finales de los experimentos: ok

# C) CÁLCULOS:

- Peso en mg de catalizador a añadir:

$$\frac{40 \text{ mg Fe}^{2+}}{1 \text{ L}} \times \frac{1 \text{ mmol Fe}^{2+}}{55,85 \text{ mg Fe}^{2+}} \times \frac{1 \text{ mmol FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}{1 \text{ mmol Fe}^{2+}} \times \frac{278,02 \text{ mg FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}{1 \text{ mmol FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} \times \frac{100 \text{ mg Reactivo FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}{98 \text{ mg FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} = 203,18 \text{ mg Reactivo FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$$

Peso real añadido: 0,2030 g

- Volumen en µL del reactivo H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> X % (p/v) a añadir: (Sustituir el valor de 30·10<sup>-3</sup> por X·10<sup>-3</sup> en el cálculo, dónde X es el resultado de la valoración del reactivo)

$$\frac{600 \text{ mg H}_2\text{O}_2}{1 \text{ L}} \times \frac{10^3 \text{ µL reactivo}}{30 \cdot 10^3 \text{ mg H}_2\text{O}_2} \times \frac{10^3 \text{ µL reactivo H}_2\text{O}_2}{1 \text{ ml reactivo H}_2\text{O}_2} = 2000 \text{ µL reactivo H}_2\text{O}_2$$

Volumen real añadido: 2,00

**D) PROCESO EXPERIMENTAL:** (1) Tomar muestra 00. (2) Adición de Fe<sup>2+</sup>. (3) Encender la luz y adicionar el H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> rápidamente, activando el cronómetro para el seguimiento de la reacción. (4) Anotar los valores de temperatura, pH, potencial redox, color de la mezcla de reacción y tomar las muestras de seguimiento de la reacción en los tiempos marcados en la tabla siguiente. Las muestras se llevan al congelador excepto las muestras para TOC, que se analizan justo después de tomar la muestra. (10) Realizar análisis de TOC y a continuación guardar las muestras de TOC en congelador para posterior análisis de iones inorgánicos.

**E) VOLUMEN DE TOMA DE MUESTRA PARA EL SEGUIMIENTO DE LA REACCIÓN:**

La muestra inicial y el resto de muestras de seguimiento de la reacción serán 40 ml repartidos de la siguiente forma (1,5 ml para HPLC, de 2 a 8 ml para determinar la concentración de  $H_2O_2$  y 25 ml para el TOC, que servirán también una vez analizado el TOC para análisis de toxicidad (2 muestras de 1,5 ml) y para análisis de iones inorgánicos.

**F) SEGUIMIENTO EXPERIMENTAL:**

Tiempo (min.)	Temp (°C)	pH	P. redox (mv)	Color	Muestra SI / No	Código muestra XX.YY	muestra fiable SI / No	TC	IC	TOC	Alícuota ml para Abs vis	Abs Visible 490 nm	[ $H_2O_2$ ] (ppm)	[ $SO_4^{2-}$ ] (ppm)	[N inorg] (ppm)
0	18 °C	4,80	224	Trámpr	SI	20.00	(SI) No	37,46	1,619	30,78			600		
1	17	3,27	511	Naranja amarillo											
2	17	3,21	517	4											
(1) 5	17	3,13	524	Amarillo claro	SI	20.01	(SI) No	32,20	4,350	27,65	2	0,900 0,191	457		
(2) 10	17,5	3,06	528	Amarillo claro	SI	20.02	(SI) No	31,35	6,531	24,82	4	1,210 1,3101	349		
15	17,5	3,04	529	4											
20	17,5	3,05	530	4	SI	20.03	(SI) No	29,07	9,051	20,02	6	1,008 1,002	193		
30	17,5	3,06	534	4	SI	20.04	(SI) No	26,94	9,152	17,74	8	0,801 0,803	115		
45	18	3,06	545	4											
60	18	3,06	550	11	SI	20.05	(SI) No	23,58	9,074	14,00	8	0,184 0,190	86		
Observaciones:															
(1) Cambio de color de naranja-amarillo a amarillo claro (1) y (2) gran dependencia de burbujas															



# A) CONDICIONES EXPERIMENTALES:

Proyecto	Nº Exp.	Fecha	Hora inicio	Hora fin	Volumen Reacción (Litros)	[Fe <sup>2+</sup> ] (ppm)	[SMT] (ppm)	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] (ppm)	Agitación (rpm)	Luz SI/No	Altura luz	Potencia luz	Temp Baño (°C)	Firma EOA	Firma GBG	Firma JAM	Firma MPM
SMT	21	07/04/08	14:30	17:30	1	40	50	176	500	SI	21 cm	300 W	Agua a temp ambiente.	GBG	GBG	JAM	

# B) COMPROBACIONES INICIALES:

- Valoración UV H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30 % (p/v): Añadir en un matraz de 100 ml, 10 ml de Disol de vanadato, añadir 30 µL de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, entrasear y medir absorbancia a 450 nm.

$$X \% (p/v) = \left( \frac{ABS - 0,0182}{0,0085} \right) \times \left( \frac{1}{3} \right) \quad \text{"Si el valor de X no está dentro de } 30 \pm 2 \% \text{ hay que utilizar reactivo nuevo o bien recalcular los volúmenes de peróxido a añadir"}$$

- Valoración de la disolución de SMT: Tomar una muestra de 1 ml y diluirla 1 a 3. A continuación medir la absorbancia a 240 nm.

$$Y [ppm] = \left( \frac{ABS - 0,0193}{0,0662} \right) \times 3 \quad \text{"Si el valor de Y no está dentro de } 45 \pm 5 \text{ ppm hay que preparar una nueva disolución de SMT"}$$

- Calibración pH-metro:
- Comprobación del funcionamiento del baño, lámpara, agitación:
- Viales preparados y fríos para las muestras de seguimiento SMT por HPLC (Sin dilución):
- Viales preparados y fríos para el de seguimiento de TOC (Sin dilución):
- Viales preparados y fríos para las muestras de toxicidad (Sin dilución):
- Matrazes de 10 ml preparados, cada uno con 1 ml de disol de vanadato, para las muestras de seguimiento de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a 450 nm (Dilución 2 a 10, 4 a 10, 5 a 10 y 8 a 10):
- Recipientes para los residuos y crudos finales de los experimentos:

# C) CÁLCULOS:

- Peso en mg de catalizador a añadir:

$$1 \text{ L} \times \frac{40 \text{ mg Fe}^{2+}}{1 \text{ mmol Fe}^{2+}} \times \frac{1 \text{ mmol FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}{55,85 \text{ mg Fe}^{2+}} \times \frac{278,02 \text{ mg FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}{1 \text{ mmol Fe}^{2+}} \times \frac{100 \text{ mg Reactivo FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}{98 \text{ mg FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} = 203,18 \text{ mg Reactivo FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$$

Peso real añadido:

- Volumen en µL del reactivo H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> X % (p/v) a añadir: (Sustituir el valor de 30-10<sup>-3</sup> por X-10<sup>-3</sup> en el cálculo, dónde X es el resultado de la valoración del reactivo)

$$176 \text{ mg H}_2\text{O}_2 \times \frac{100 \text{ ml reactivo}}{30 \cdot 10^3 \text{ mg H}_2\text{O}_2} \times \frac{10^3 \text{ µL reactivo H}_2\text{O}_2}{1 \text{ ml reactivo H}_2\text{O}_2} = 585,8 \text{ µL reactivo H}_2\text{O}_2$$

Volumen real añadido:

- PROCESO EXPERIMENTAL: (1) Tomar muestra 00, (2) Adición de Fe<sup>2+</sup>, (3) Encender la luz y adicionar el H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> rápidamente, activando el cronómetro para el seguimiento de la reacción, (4) Anotar los valores de temperatura, pH, potencial redox, color de la mezcla de reacción y tomar las muestras de seguimiento de la reacción en los tiempos marcados en la tabla siguiente. Las muestras se llevan al congelador excepto las muestras para TOC, que se analizan justo después de tomar la muestra, (10) Realizar análisis de TOC y a continuación guardar las muestras de TOC en congelador para posterior análisis de iones inorgánicos.

**E) VOLUMEN DE TOMA DE MUESTRA PARA EL SEGUIMIENTO DE LA REACCIÓN:**

La muestra inicial y el resto de muestras de seguimiento de la reacción serán 40 ml repetidos de la siguiente forma (1,5 ml para HPLC, de 2 a 6 ml para determinar la concentración de  $H_2O_2$  y 25 ml para el TOC, que servirán también una vez analizado el TOC para análisis de toxicidad (2 muestras de 1,5 ml) y para análisis de iones inorgánicos.

**F) SEGUIMIENTO EXPERIMENTAL:**

Tiempo (min.)	Temp (°C)	pH	P. redox (mv)	Color	Muestra SI / No	Código muestra XX.YY	muestra fiable SI / No	TC	IC	TOC	Alicuota ml para Abs vis	Abs Visible 450 nm	[ $H_2O_2$ ] (ppm)	[ $SO_4^{2-}$ ] (ppm)	[N Inorg] (ppm)
0	18°C	4'74	213	limp	SI	21.00	SI/No	31'76	1'307	30'45			500		
1	18°C	3'29	497	Amarell. oscura											
2	18'52	3'21	519	"											
5	18'52	3'13	524	Amarell. oscura	SI	21.01	SI/No	33'96	4'071	29'89	2	0'185 0'186	98		
10	18'52	3'06	524	Amarell. oscura	SI	21.02	SI/No	30'07	5'381	24'69	4	0'248 0'248	68		
15	18'52	3'04	523	"											
20	18'52	3'04	524	"	SI	21.03	SI/No	29'31	7'877	24'41	6	0'151 0'154	26		
30	18'52	3'06	524	"	SI	21.04	SI/No	27'49	8'638	18'85	8	0'086 0'084	10		
45	18'52	3'07	520	"											
60	18'52	3'07	520	"	SI	21.05	SI/No	24'33	7'969	16'86	8	0'020 0'020	0,26		
Observaciones:															



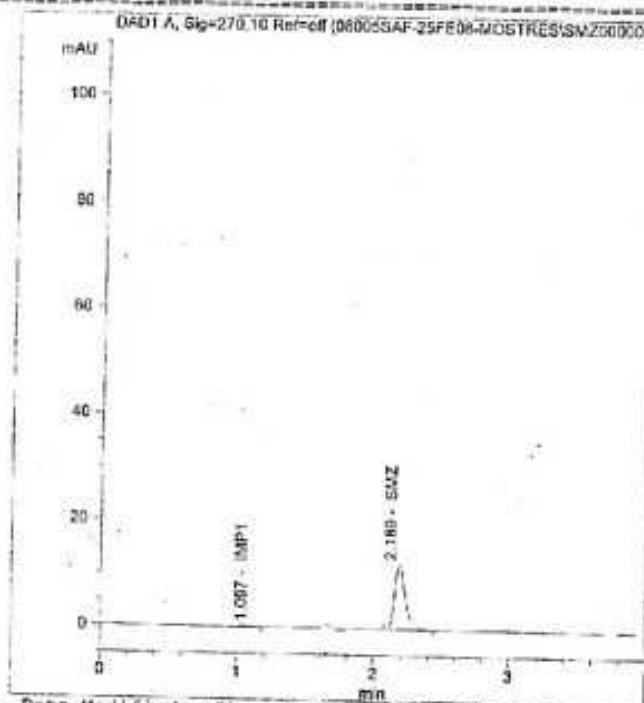
# **Anexo VI: Resultados analíticos HPLC**

TÍTULO DEL ESTUDIO: Cuantificación de sulfametazina en muestras de agua

Fase: Análisis de las muestras

Código del estudio: 080055AF

Sample Name : A  
Data file: C:\CHEM32\1\DATA\080055AF-25FE08-MOSTRES\SMZ000003.D  
Acq. Method : SMZ-H2O.M  
Analysis Method : C:\CHEM32\1\METHODS\SMZ-H2O.M  
Last Changed : Thu, 6. Mar. 2008, 02:12:23 pm  
Vial No. : 91  
Inj. No. : 1  
Method Inj. Volume: 5 µl  
Actual Inj. Volume: 5.0  
Amount units: µg/ml  
Sample temperature: 3 °C  
Seq Line : 3  
Injection time: 15:32:32  
Injection Date: Mon, 25. Feb. 2008



Calib. Data Modified: Thu, 6. Mar. 2008, 02:13:58 pm

Signal 1: DAD1 A, Sig=270.10 Ref=off

Peak #	Ret. Time	Compound Name	Height	Area	Amount
1	1.097	IMP1	0.135	0.79825	0.000
2	0.000	IMP2	0.000	0.00000	0.000
3	0.000	IMP3	0.000	0.00000	0.000
4	0.000	IMP4	0.000	0.00000	0.000
5	2.189	SMZ	12.180	66.19011	5.087
6	0.000	IMP5	0.000	0.00000	0.000

\*\*\* End of Report \*\*\*

Software: HP CHEM Rev. B.01.03 [2004] Copyright © Agilent Technologies

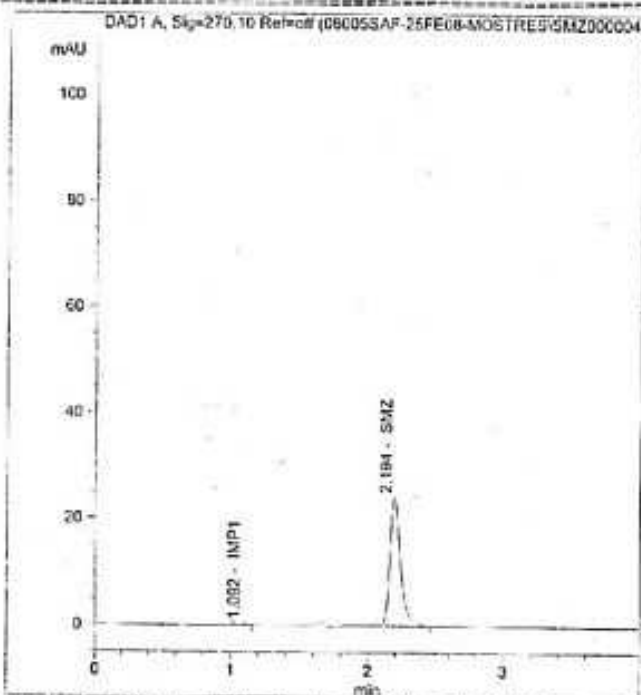


TÍTULO DEL ESTUDIO: Cuantificación de sulfametacina en muestras de agua

Fase: Análisis de las muestras

Código del estudio: 08005GAF

Sample Name : 3  
Data file: C:\CHEM32\1\DATA\08005GAF-25FEB08-MOSTRES\SM2000004.D  
Acq. Method : SM2-H2O.M  
Analysis Method : C:\CHEM32\1\METHODS\SM2-H2O.M  
Last Changed : Thu, 6. Mar. 2008, 02:12:23 pm  
Vial No. : 92  
Inj. No. : 1  
Method Inj. Volume: 5 µl  
Actual Inj. Volume: 5.0  
Amount units: pg/ml  
Sample temperature: 4 °C  
Seq line : 4  
Injection time: 15:38:05  
Injection Date: Mon, 25. Feb. 2008



Calib. Date Modified: Thu, 6. Mar. 2008, 02:14:06 pm

Signal 1: DAD1 A, Sig=270.10 Ref=off

Peak #	Ret. Time	Compound Name	Height	Area	Amount
1	1.082	IMP1	0.249	1.19361	0.000
2	0.000	IMP2	0.000	0.00000	0.000
3	0.000	IMP3	0.000	0.00000	0.000
4	0.000	IMP4	0.000	0.00000	0.000
5	2.194	SM2	24.137	130.59950	9.988
6	0.000	IMP5	0.000	0.00000	0.000

\*\*\* End of Report \*\*\*

Software: BP CHEM Rev. 3.01.03 [204] Copyright © Agilent Technologies

===== QUANTIFICACION DE SULFAMETAZINA EN MUESTRAS DE AGUA =====

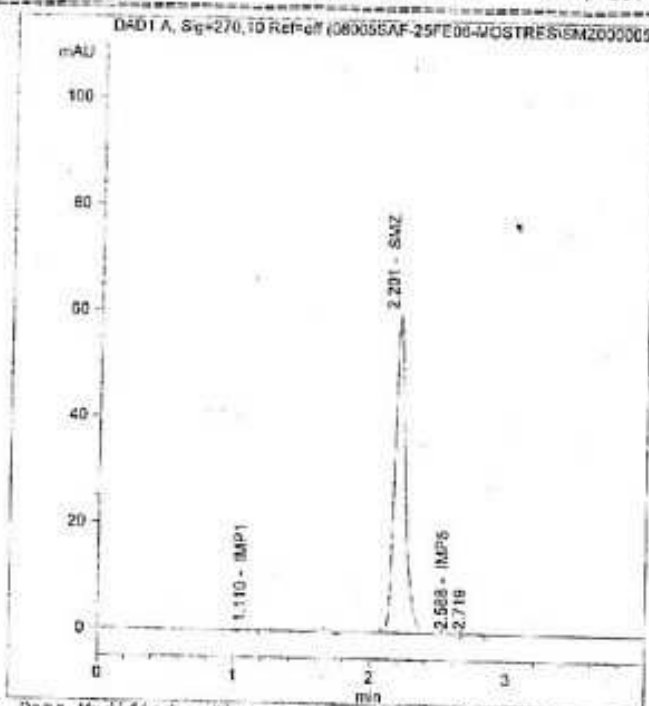
Fase: Analisis de las muestras

Código del estudio: 080055AF

=====

Sample Name	:C		
Data file:	C:\CHEM32\1\DATA\080055AF-25FE08-MOSTRES\SM2000005.D		
Acq. Method	:SM2-H2O.M		
Analysis Method	:C:\CHEM32\1\METHODS\SM2-H2O.M		
Last Changed	:Thu, 6. Mar. 2008, 02:12:23 pm		
Vial No.	:93		
Inj. No.	:1	Sample temperature:	4 °C
Method inj. Volume:	5 µl	Seq Line	5
Actual Inj. Volume:	5.0	Injection time:	15:43:40
Amount units:	µg/ml	Injection Date:	Mon, 25. Feb. 2008

=====



Calib. Data Modified: Thu, 6. Mar. 2008, 02:14:12 pm

Signal 1:DAD1 A, Sig=270,10 Ref=off

Peak #	Ret. Time	Compound Name	Height	Area	Amount
1	1.110	IMP1	0.643	2.78075	0.000
2	0.000	IMP2	0.000	0.00000	0.000
3	0.000	IMP3	0.000	0.00000	0.000
4	0.000	IMP4	0.000	0.00000	0.000
5	2.201	SM2	60.178	326.06393	24.863
6	2.588	IMPS	0.054	0.20889	0.000
7	2.719		0.049	0.20329	0.000

\*\*\* End of Report \*\*\*

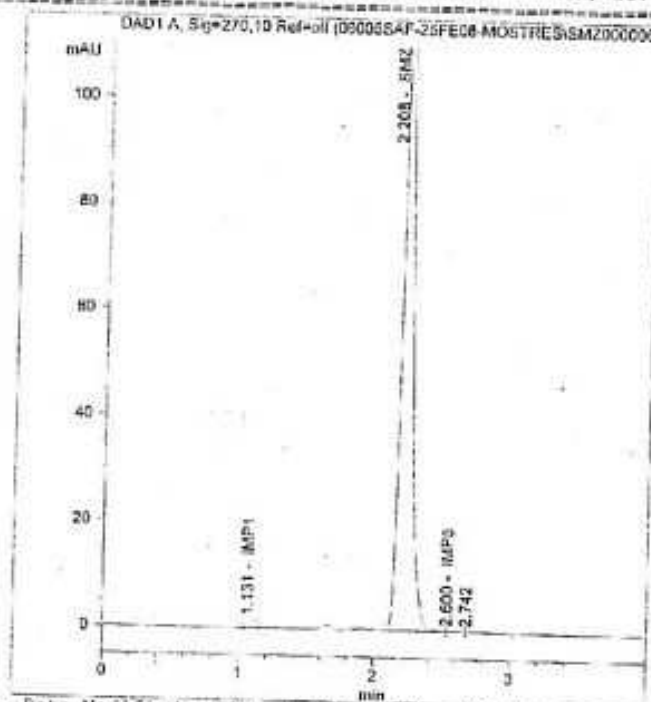
Software: HP CHEM Rev. B.01.03 [204] Copyright © Agilent Technologies

\*\*\* End of Report \*\*\*  
 Quantificación de sulfametacina en muestras de agua

Fase: Analisis de las muestras

Código del estudio: 08003SAF

Sample Name : 0  
 Data file: C:\CHEM32\1\DATA\08003SAF-25FE08-MOSTRES\SM2000006.D  
 Acq. Method : SM2-H2O.M  
 Analysis Method : C:\CHEM32\1\METHODS\SM2-H2O.M  
 Last Changed : Thu, 6. Mar. 2008, 02:12:23 pm  
 Vial No. : 96  
 Inj. No. : 1  
 Method Inj. Volume: 5 µl  
 Actual Inj. Volume: 5.0  
 Amount units: µg/µl  
 Sample temperature: 4 °C  
 Seq Line : 6  
 Injection time: 15:49:15  
 Injection Date: Mon, 25. Feb. 2008



Calib. Data Modified: Thu, 6. Mar. 2008, 02:14:18 pm

Signal: 1:DAD1 A, Sig=270,10 Ref=off

Peak #	Ret. Time	Compound Name	Height	Area	Amount
1	1.131	IMP1	1.480	6.04636	0.000
2	0.000	IMP2	0.000	0.00000	0.300
3	0.000	IMP3	0.000	0.00000	0.000
4	0.000	IMP4	0.000	0.00000	0.000
5	2.208	SM2	121.962	657.21164	50.062
6	2.600	IMP5	0.098	0.40536	0.000
7	2.742		0.095	0.29536	0.000

\*\*\* End of Report \*\*\*

Software: HP CHEM Rev. B.01.03 [200] Copyright © Agilent Technologies

Method C:\CHEM32\1\METHODS\SM2-H2O.M

08055AF

## Calibration Table

2E2A 25/02/08

Cuantificación de sulfametacina en muestras de agua. 08055AF

Calib. Data Modified : Thursday, 6 / March / 2008 14:09:38

Calculate : External Standard  
Based on : Peak Area

Rel. Reference Window : 1.000 %  
Abs. Reference Window : 0.200 min  
Rel. Non-ref. Window : 1.000 %  
Abs. Non-ref. Window : 0.200 min

Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs  
Uncalibrated Peaks : not reported  
Partial Calibration : Yes, identified peaks are recalibrated  
Correct All Ret. Times : No, only for identified peaks

Curve Type : Linear (some peaks differ, see below)  
Origin : Ignored (some peaks differ, see below)  
Weight : Equal (some peaks differ, see below)

Recalibration Settings:  
Average Response : Average all calibrations  
Average Retention Time: Floating Average New 75%

Calibration Report Options :  
Printout of recalibrations within a sequence:  
Calibration Table after Recalibration  
Normal Report after Recalibration  
If the sequence is done with bracketing:  
Results of first cycle (ending previous bracket)

Signal 1: DAD1 A, .Sig=270,10 Ref-off

RetTime [min]	Lvl Sig	Amount [ug/ml]	Area	Ant/Area	Ref Grp Name
1.131	1 1	0.00000	7.98251e-1	0.00000	IMP1
1.600	1 1	0.00000	0.00000	0.00000	IMP2
1.958	1 1	0.00000	0.00000	0.00000	IMP3
2.040	1 1	0.00000	0.00000	0.00000	IMP4
2.208	1 1	5.00000	66.19011	7.55400e-2	SM2
	2	10.00000	130.59950	7.65700e-2	
	3	25.00000	326.06393	7.66721e-2	
	4	50.00000	657.21344	7.60789e-2	
2.600	1 1	0.00000	0.00000	0.00000	IMP5

More compound-specific settings:

Compound: IMP1  
Curve Type : Linear  
Origin : Included  
Calibration Level Weights:/  
Level 1 : 1

Compound: IMP2  
Curve Type : Linear  
Origin : Included  
Calibration Level Weights:/  
Level 1 : 1

Compound: IMP3  
Curve Type : Linear  
Origin : Included  
Calibration Level Weights:/  
Level 1 : 1

Compound: IMP4

Agilent 1100 06/03/2008 14:11:44 CGO

Page 1 of 3

Method C:\CHEM32\1\METHODS\SM2-H2O.M

Curve Type : Linear  
Origin : Included  
Calibration Level Weights:/  
Level 1 : 1

Compound: INF5  
Curve Type : Linear  
Origin : Included  
Calibration Level Weights:/  
Level 1 : 1

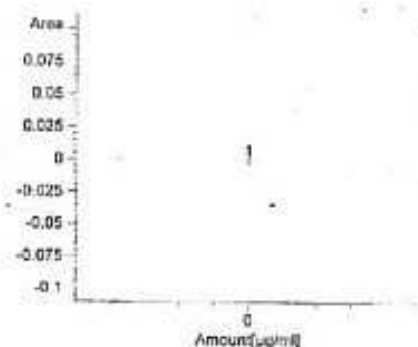
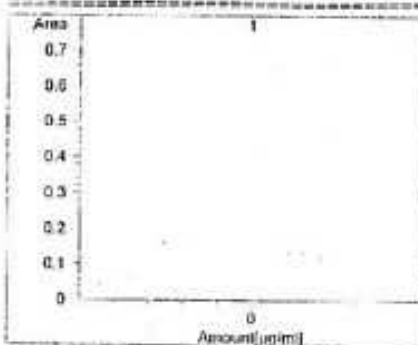
2 Warnings or Errors :

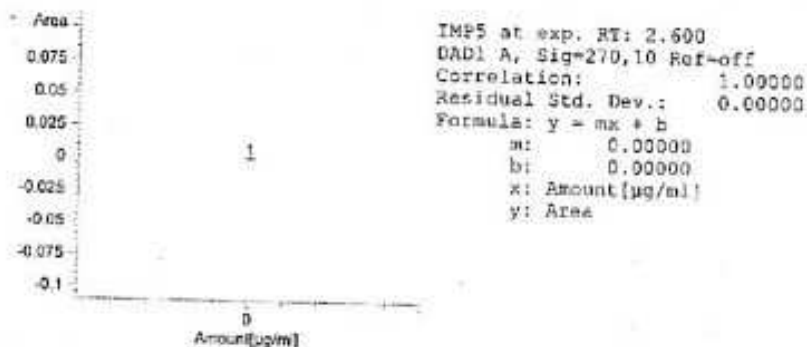
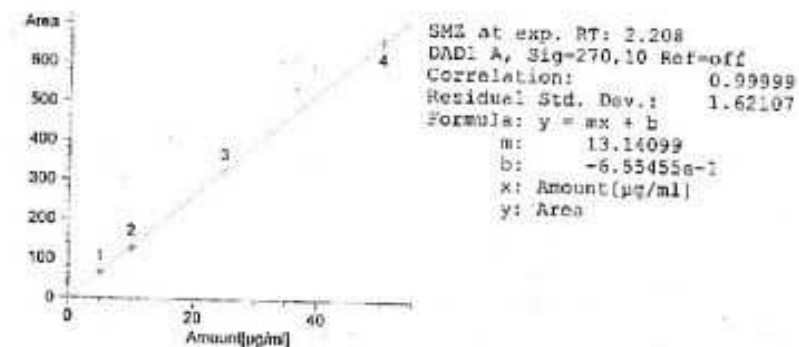
Warning : Overlapping peak time windows at 1.958 min, signal 1  
Warning : Overlapping peak time windows at 2.04 min, signal 1

# Peak Sum Table

\*\*\*No Entries in table\*\*\*

## Calibration Curves





Method C:\CHEM32\1\METHODS\SMZ-H2O.M

080055AF

## Calibration Table

RECHA 26/02/08

Cuantificación de sulfametocina en muestras de agua. 080055AF

Calib. Data Modified : Thursday, 6 / March / 2008 14:21:32

Calculate : External Standard  
Based on : Peak AreaRel. Reference Window : 1.000 %  
Abs. Reference Window : 0.200 min  
Rel. Non-ref. Window : 1.000 %  
Abs. Non-ref. Window : 0.200 min

Use Multiplier &amp; Dilution Factor with ISTDs

Uncalibrated Peaks : not reported

Partial Calibration : Yes, identified peaks are recalibrated  
Correct All Ret. Times : No, only for identified peaksCurve Type : Linear (some peaks differ, see below)  
Origin : Ignored (some peaks differ, see below)  
Weight : Equal (some peaks differ, see below)

## Recalibration Settings:

Average Response : Average all calibrations  
Average Retention Time: Floating Average New 75%

## Calibration Report Options :

Printout of recalibrations within a sequence:

Calibration Table after Recalibration

Normal Report after Recalibration

If the sequence is done with bracketing:

Results of first cycle (ending previous bracket)

Signal 1: DAD1 A, Sig=270,10 Ref=off

RetTime [min]	Lvl Sig	Amount [ug/ml]	Area	Amt/Area	Ref Grp Name
1.131	1 1	0.00000	7.98251e-1	0.00000	IMP1
1.500	1 1	0.00000	0.00000	0.00000	IMP2
1.958	1 1	0.00000	0.00000	0.00000	IMP3
2.040	1 1	0.00000	0.00000	0.00000	IMP4
2.184	1 1	5.00000	67.86357	7.36772e-2	SMZ
	2	10.00000	134.49844	7.43503e-2	
	3	25.00000	331.63272	7.53046e-2	
	4	50.00000	670.63062	7.45567e-2	
2.600	1 1	0.00000	0.00000	0.00000	IMP5

## More compound-specific settings:

## Compound: IMP1

Curve Type : Linear  
Origin : Included  
Calibration Level Weights:/  
Level 1 : 1

## Compound: IMP2

Curve Type : Linear  
Origin : Included  
Calibration Level Weights:/  
Level 1 : 1

## Compound: IMP3

Curve Type : Linear  
Origin : Included  
Calibration Level Weights:/  
Level 1 : 1

## Compound: IMP4

Agilent 1100 05/03/2008 14:22:40 CGO

Page 1 of 3



Method C:\CHEM32\1\METHODS\SMZ-320.M

Curve Type : Linear  
Origin : Included  
Calibration Level Weights:/  
Level 1 : 1

Compound: IMP5  
Curve Type : Linear  
Origin : Included  
Calibration Level Weights:/  
Level 1 : 1

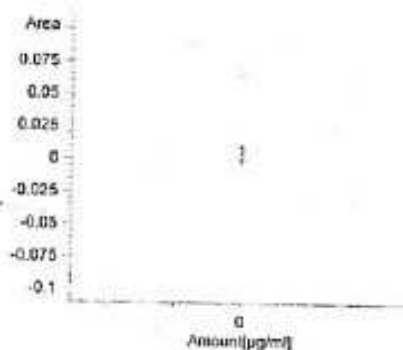
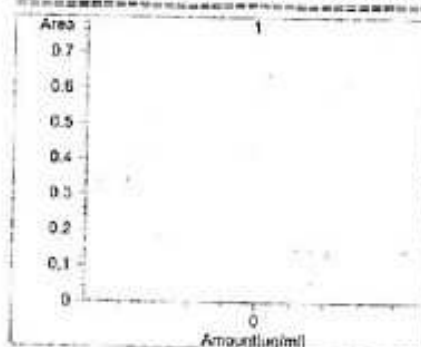
2 Warnings or Errors :

Warning : Overlapping peak time windows at 1.958 min, signal 1  
Warning : Overlapping peak time windows at 2.04 min, signal 1

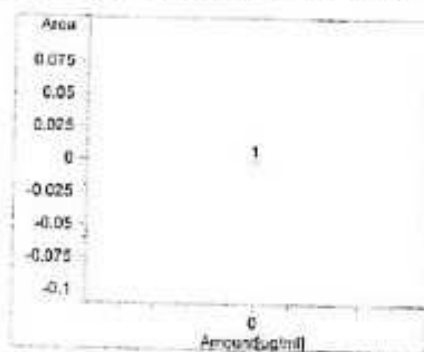
# Peak Sum Table

\*\*\*No Entries in table\*\*\*

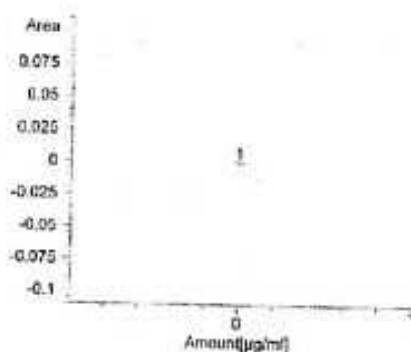
## Calibration Curves



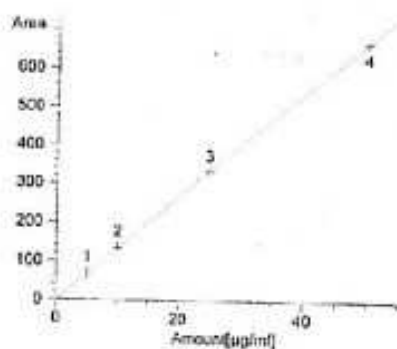
Method C:\CHEM32\1\METHODS\SM2-H2O.M



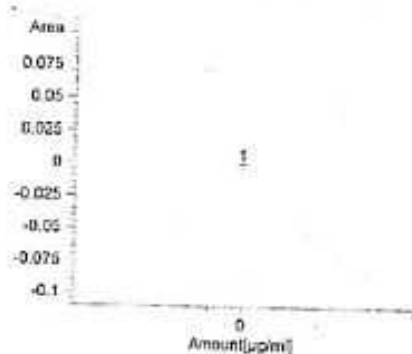
IMP5 at exp. RT: 1.958  
DAD1 A, Sig=270,10 Ref=off  
Correlation: 1.00000  
Residual Std. Dev.: 0.00000  
Formula:  $y = mx + b$   
m: 0.00000  
b: 0.00000  
x: Amount[µg/ml]  
y: Area



IMP4 at exp. RT: 2.040  
DAD1 A, Sig=270,10 Ref=off  
Correlation: 1.00000  
Residual Std. Dev.: 0.00000  
Formula:  $y = mx + b$   
m: 0.00000  
b: 0.00000  
x: Amount[µg/ml]  
y: Area



SM2 at exp. RT: 2.184  
DAD1 A, Sig=270,10 Ref=off  
Correlation: 0.99997  
Residual Std. Dev.: 2.46294  
Formula:  $y = mx + b$   
m: 13.38986  
b: -1.15532e-1  
x: Amount[µg/ml]  
y: Area



IMP5 at exp. RT: 2.600  
DAD1 A, Sig=270,10 Ref=off  
Correlation: 1.00000  
Residual Std. Dev.: 0.00000  
Formula:  $y = mx + b$   
m: 0.00000  
b: 0.00000  
x: Amount[µg/ml]  
y: Area

Batch Report: C:\CHEM32\1\DATA\060055AF-25FE08-MOSTRES\MOSTRES.B

080063AF

Batch Review Method:

C:\CHEM32\1\METHODS\SMZ-H2O.M

Batch Review

2510406

['\*' ==> Run has not been reprocessed with Batch Review Method  
 '\*\*' ==> Run has been saved with batch file]

Sample	DataFile	Run	IMP1 RT	IMP1 Area	IMP1 Amount	IMP2 RT	IMP2 Area	IMP2 Amount
* Fe2+ 40 p	SMZ000002.D	2	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* A	SMZ000003.D	3	1.1	7.98251e-1	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* B	SMZ000004.D	4	1.1	1.19361	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* C	SMZ000005.D	5	1.1	2.78075	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* D	SMZ000006.D	6	1.1	6.04636	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 02-00	SMZ000007.D	7	1.1	1.74740	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 02-01	SMZ000008.D	8	1.1	2.25590	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 02-02	SMZ000009.D	9	1.1	2.11220	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 02-03	SMZ000010.D	10	1.1	3.59055	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 02-04	SMZ000011.D	11	1.1	1.45176	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 03-00	SMZ000012.D	12	0.0	0.00000	0.00000	1.5	3.01286	0.00000
* 03-01	SMZ000013.D	13	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 03-02	SMZ000014.D	14	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 03-03	SMZ000015.D	15	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 03-04	SMZ000016.D	16	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* AIGUA	SMZ000017.D	17	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 04-00	SMZ000018.D	18	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 04-01	SMZ000019.D	19	0.0	0.00000	0.00000	1.6	28.97121	0.00000
* 04-02	SMZ000020.D	20	0.0	0.00000	0.00000	1.6	28.46610	0.00000
* 04-03	SMZ000021.D	21	0.0	0.00000	0.00000	1.6	29.06044	0.00000
* 04-04	SMZ000022.D	22	1.0	26.71599	0.00000	1.6	28.59907	0.00000
* 05-00	SMZ000023.D	23	1.1	3.96274	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 05-01	SMZ000024.D	24	1.1	4.07953	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 06-01	SMZ000025.D	25	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 06-02	SMZ000026.D	26	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 06-03	SMZ000027.D	27	1.1	1.65187	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 06-04	SMZ000028.D	28	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 07-00	SMZ000029.D	29	1.1	3.91758	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 07-01	SMZ000030.D	30	1.1	42.86054	0.00000	1.6	31.39701	0.00000
* 07-02	SMZ000031.D	31	1.1	48.00827	0.00000	1.6	30.54591	0.00000
* 08-00	SMZ000032.D	32	1.1	4.06534	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 08-01	SMZ000033.D	33	1.1	1.32537	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* AIGUA	SMZ000034.D	34	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 08-02	SMZ000035.D	35	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 08-03	SMZ000036.D	36	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 08-04	SMZ000037.D	37	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 08-05	SMZ000038.D	38	1.1	1.70392	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 11-00	SMZ000039.D	39	1.2	3.47287	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 11-01	SMZ000040.D	40	1.2	2.78974	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 11-02	SMZ000041.D	41	1.2	2.60603	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* AIGUA	SMZ000042.D	42	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 11-03	SMZ000043.D	43	1.2	1.82675	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 11-04	SMZ000044.D	44	1.2	1.87244	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 11-05	SMZ000045.D	45	1.2	1.34904	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 12-00	SMZ000046.D	46	1.2	3.59161	0.00000	1.6	2.60524	0.00000
* 12-01	SMZ000047.D	47	1.2	2.49940	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 12-02	SMZ000048.D	48	1.2	2.19607	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 12-03	SMZ000049.D	49	1.2	1.81974	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 12-04	SMZ000050.D	50	1.2	1.80140	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 12-05	SMZ000051.D	51	1.2	1.59508	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 13-00	SMZ000052.D	52	1.2	2.98688	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 13-01	SMZ000053.D	53	1.2	2.98688	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 13-02	SMZ000054.D	54	1.1	21.43765	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 13-03	SMZ000055.D	55	1.1	21.13839	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 13-04	SMZ000056.D	56	1.1	15.68887	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 13-05	SMZ000057.D	57	1.1	10.54337	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 13-06	SMZ000058.D	58	1.1	4.99878	0.00000	0.0	0.00000	0.00000

Batch Report: C:\CHEM32\1\DATA\080055AF-25FE08-NCSTRES\MOSTRES.B

Sample	DataFile	IMP3 RT	IMP3 Area	IMP3 Amount	IMP4 RT	IMP4 Area	IMP4 Amount	SMZ RT
Fe2+ 40 p	SMZ000002.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
A	SMZ000003.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
B	SMZ000004.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	2.2
C	SMZ000005.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	2.2
D	SMZ000006.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	2.2
02-00	SMZ000007.D	2.0	8.49905	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	2.2
02-01	SMZ000008.D	2.0	9.00472	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	2.2
02-02	SMZ000009.D	0.0	0.00000	0.00000	2.0	7.72343	0.00000	2.2
02-03	SMZ000010.D	0.0	0.00000	0.00000	2.0	18.95700	0.00000	2.2
02-04	SMZ000011.D	0.0	0.00000	0.00000	2.0	8.45213	0.00000	2.2
03-00	SMZ000012.D	1.9	1.27635	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	2.2
03-01	SMZ000013.D	1.9	1.25065	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	2.2
03-02	SMZ000014.D	1.9	1.66766	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	2.2
03-03	SMZ000015.D	1.9	1.49803	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	2.2
03-04	SMZ000016.D	1.9	1.24454	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	2.2
AIGUA	SMZ000017.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
04-00	SMZ000018.D	1.9	1.46049	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	2.2
04-01	SMZ000019.D	2.0	2.21855e-1	0.00000	2.0	8.66644e-1	0.00000	2.2
04-02	SMZ000020.D	2.0	4.02746e-1	0.00000	2.0	1.01751	0.00000	2.2
04-03	SMZ000021.D	2.0	4.13853e-1	0.00000	2.0	6.41017e-1	0.00000	2.2
04-04	SMZ000022.D	2.0	2.73170e-1	0.00000	2.0	1.25342	0.00000	2.2
05-00	SMZ000023.D	0.0	0.00000	0.00000	2.0	7.02831	0.00000	2.2
05-01	SMZ000024.D	0.0	0.00000	0.00000	2.0	6.39654	0.00000	2.2
06-01	SMZ000025.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
06-02	SMZ000026.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
06-03	SMZ000027.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
06-04	SMZ000028.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
07-00	SMZ000029.D	0.0	0.00000	0.00000	2.1	7.16896e-1	0.00000	2.2
07-01	SMZ000030.D	0.0	0.00000	0.00000	2.0	1.14699	0.00000	2.2
07-02	SMZ000031.D	0.0	0.00000	0.00000	2.0	1.56971	0.00000	2.2
08-00	SMZ000032.D	0.0	0.00000	0.00000	2.0	7.04450	0.00000	2.2
08-01	SMZ000033.D	0.0	0.00000	0.00000	2.0	9.66835e-1	0.00000	0.0
AIGUA	SMZ000034.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
08-02	SMZ000035.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
08-03	SMZ000036.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
08-04	SMZ000037.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
09-00	SMZ000038.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
11-00	SMZ000039.D	1.9	1.57260	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	2.2
11-01	SMZ000040.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
11-02	SMZ000041.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
AIGUA	SMZ000043.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
11-03	SMZ000044.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
11-04	SMZ000045.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
11-05	SMZ000046.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
12-00	SMZ000047.D	1.9	1.85978	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
12-01	SMZ000048.D	0.0	0.00000	0.00000	2.0	1.85318	0.00000	0.0
12-02	SMZ000049.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
12-03	SMZ000050.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
12-04	SMZ000051.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
12-05	SMZ000052.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
13-00	SMZ000053.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
13-01	SMZ000054.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	2.2
13-02	SMZ000055.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
13-03	SMZ000056.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
13-04	SMZ000057.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
13-05	SMZ000058.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0

Sample	DataFile	SMZ Area	SMZ Amount	IMP5 RT	IMP5 Area	IMP5 Amount
Fe2+ 40 p	SMZ000002.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
A	SMZ000003.D	66.19011	5.08680	0.0	0.00000	0.00000
B	SMZ000004.D	130.59950	9.99821	0.0	0.00000	0.00000
C	SMZ000005.D	326.06393	24.86262	2.6	2.06885e-1	0.00000
D	SMZ000006.D	657.21344	50.06237	2.6	4.05361e-1	0.00000
02-00	SMZ000007.D	541.73657	41.27483	2.6	6.45447e-1	0.00000
02-01	SMZ000008.D	522.24463	39.79154	2.7	6.90294e-1	0.00000

Agilent 1100 06/03/2008 14:11:11 C60

Page 2 of 3

data report: C:\CHENJ2\1\DATA\080058AF-25F20R-MOSTRES\MOSTRES.B

Sample	DataFile	SMZ Area	SMZ Amount	IMPS RT	IMPS Area	IMPS Amount
02-02	SMZ000009.D	484.48599	36.91919	0.0	0.00000	0.00000
02-03	SMZ000010.D	907.39294	69.10047	2.6	1.04902	0.00000
02-04	SMZ000011.D	565.75366	43.16248	2.7	8.19726e-1	0.00000
03-00	SMZ000012.D	622.62146	47.42999	3.0	0.00000	0.00000
03-01	SMZ000013.D	613.46851	46.73347	0.0	0.00000	0.00000
03-02	SMZ000014.D	620.39355	47.26045	0.0	0.00000	0.00000
03-03	SMZ000015.D	618.29260	47.10058	0.0	0.00000	0.00000
03-04	SMZ000016.D	628.07867	47.84528	0.0	0.00000	0.00000
ATGUA	SMZ000017.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
04-00	SMZ000018.D	613.26662	46.71765	0.0	0.00000	0.00000
04-01	SMZ000019.D	436.37109	33.25675	2.5	5.24832	0.00000
04-02	SMZ000020.D	437.00214	33.30477	2.5	2.92274	0.00000
04-03	SMZ000021.D	473.11572	36.05294	2.5	2.86833	0.00000
04-04	SMZ000022.D	427.64148	32.59245	2.6	19.27205	0.00000
05-00	SMZ000023.D	523.42737	39.88154	0.0	0.00000	0.00000
05-01	SMZ000024.D	470.74597	35.87261	0.0	0.00000	0.00000
06-01	SMZ000025.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
06-02	SMZ000026.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
06-03	SMZ000027.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
06-04	SMZ000028.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
07-00	SMZ000029.D	566.62683	43.16893	0.0	0.00000	0.00000
07-01	SMZ000030.D	298.84186	22.79108	2.6	12.22179	0.00000
07-02	SMZ000031.D	276.35544	21.07992	2.6	13.07952	0.00000
08-00	SMZ000032.D	528.50977	40.26830	2.6	2.95984e-1	0.00000
08-01	SMZ000033.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
ATGUA	SMZ000034.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
09-02	SMZ000035.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
09-03	SMZ000036.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
09-04	SMZ000037.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
09-05	SMZ000038.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
11-00	SMZ000039.D	638.18219	46.61413	0.0	0.00000	0.00000
11-01	SMZ000040.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
11-02	SMZ000041.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
ATGUA	SMZ000043.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
11-03	SMZ000044.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
11-04	SMZ000045.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
11-05	SMZ000046.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
12-00	SMZ000047.D	653.34863	52.81217	0.0	0.00000	0.00000
12-01	SMZ000048.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
12-02	SMZ000049.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
12-03	SMZ000050.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
12-04	SMZ000051.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
12-05	SMZ000052.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
13-00	SMZ000053.D	624.21649	47.55127	0.0	0.00000	0.00000
13-01	SMZ000054.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
13-02	SMZ000055.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
13-03	SMZ000056.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
13-04	SMZ000057.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
13-05	SMZ000058.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000

\*\*\* End of Report \*\*\*

Batch Report: C:\CHEM32\1\DATA\080055AF-26F008-MOSTRES\MOSTRES.E

080055AF

Batch Review Method:  
C:\CHEM32\1\METHODS\SM2-H2O.M

BATCH REPORT

26/02/08

['\*'] ==> Run has not been reprocessed with Batch Review Method  
['\*'] ==> Run has been saved with batch file]

Sample #	DataFile	Run	IMP1 RT	IMP1 Area	IMP1 Amount	IMP2 RT	IMP2 Area	IMP2 Amount
A	SM2000001.D	1	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
B	SM2000002.D	2	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
C	SM2000003.D	3	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
D	SM2000004.D	4	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
14-00	SM2000005.D	5	1.1	4.45993	0.00000	1.6	1.85492	0.00000
14-01	SM2000006.D	6	1.1	15.91081	0.00000	1.6	2.11180	0.00000
14-02	SM2000007.D	7	1.1	11.66051	0.00000	1.6	2.16456	0.00000
14-03	SM2000008.D	8	1.1	7.35179	0.00000	1.6	1.78057	0.00000
14-04	SM2000009.D	9	1.1	4.67145	0.00000	1.6	1.79101	0.00000
14-05	SM2000010.D	10	1.1	1.91854	0.00000	1.6	2.11100	0.00000
15-00	SM2000011.D	11	1.2	2.39470	0.00000	1.6	1.76287	0.00000
15-01	SM2000012.D	12	1.2	3.48467	0.00000	1.6	4.47892	0.00000
15-02	SM2000013.D	13	1.2	3.82096	0.00000	1.6	3.31166	0.00000
15-03	SM2000014.D	14	1.2	2.75663	0.00000	1.6	3.97702	0.00000
15-04	SM2000015.D	15	1.2	2.49479	0.00000	1.6	2.35539	0.00000
15-05	SM2000016.D	16	1.2	1.60313	0.00000	1.6	1.46043	0.00000
16-00	SM2000017.D	17	1.2	3.27386	0.00000	1.6	2.02097	0.00000
16-01	SM2000018.D	18	1.2	2.40764	0.00000	1.6	1.99736	0.00000
16-02	SM2000019.D	19	1.2	1.95392	0.00000	1.6	1.85501	0.00000
16-03	SM2000020.D	20	1.2	1.89532	0.00000	1.6	1.56082	0.00000
16-04	SM2000021.D	21	1.2	1.55192	0.00000	1.6	1.46326	0.00000
16-05	SM2000022.D	22	1.2	1.22224	0.00000	1.6	1.31269	0.00000
17-00	SM2000023.D	23	1.2	2.57189	0.00000	1.6	1.13348	0.00000
17-01	SM2000024.D	24	1.2	3.04487	0.00000	1.6	1.27034	0.00000
17-02	SM2000025.D	25	1.2	2.27240	0.00000	1.6	1.10375	0.00000
A	SM2000026.D	26	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
B	SM2000027.D	27	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
C	SM2000028.D	28	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
D	SM2000029.D	29	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
17-03	SM2000030.D	30	1.2	1.94024	0.00000	1.6	9.39683e-1	0.00000
17-04	SM2000031.D	31	1.2	2.61896	0.00000	1.6	7.64585e-1	0.00000
17-05	SM2000032.D	32	1.2	1.84000	0.00000	1.6	6.60873e-1	0.00000
18-00	SM2000033.D	33	1.2	3.38624	0.00000	1.6	1.58731	0.00000
18-01	SM2000034.D	34	1.2	2.57981	0.00000	1.6	1.04497	0.00000
18-02	SM2000035.D	35	1.2	2.41018	0.00000	1.6	1.03018	0.00000
18-03	SM2000036.D	36	1.2	1.98061	0.00000	1.6	1.07669	0.00000
18-04	SM2000037.D	37	0.0	0.00000	0.00000	1.6	7.67215	0.00000
18-05	SM2000038.D	38	1.2	1.37235	0.00000	1.6	5.15197e-1	0.00000
19-00	SM2000039.D	39	1.2	2.92114	0.00000	1.6	1.71899	0.00000
19-01	SM2000040.D	40	1.2	1.70724	0.00000	1.6	2.71721	0.00000
19-02	SM2000041.D	41	1.2	5.87625	0.00000	1.6	2.43061	0.00000
19-03	SM2000042.D	42	1.2	1.61730	0.00000	1.6	2.78654	0.00000
19-04	SM2000043.D	43	1.2	1.20451	0.00000	1.6	6.52755e-1	0.00000
19-05	SM2000044.D	44	1.2	1.40854	0.00000	1.6	3.01798	0.00000
20-00	SM2000045.D	45	1.2	3.24260	0.00000	1.6	1.85590	0.00000
20-01	SM2000046.D	46	1.2	2.42226	0.00000	1.6	2.49730	0.00000
20-02	SM2000047.D	47	1.2	1.84151	0.00000	1.6	2.94728	0.00000
20-03	SM2000048.D	48	1.2	1.78224	0.00000	1.6	3.31616	0.00000
20-04	SM2000049.D	49	1.2	1.70061	0.00000	1.6	3.22639	0.00000
20-05	SM2000050.D	50	1.2	1.34995	0.00000	1.6	3.44404	0.00000
21-00	SM2000051.D	51	1.2	3.04087	0.00000	1.6	1.69350	0.00000
21-01	SM2000052.D	52	1.2	3.19676	0.00000	1.6	2.33713	0.00000
21-02	SM2000053.D	53	1.2	3.14605	0.00000	1.6	2.33576	0.00000
21-03	SM2000054.D	54	1.2	2.70697	0.00000	1.6	2.73680	0.00000
21-04	SM2000055.D	55	1.2	2.51168	0.00000	1.6	2.83107	0.00000
21-05	SM2000056.D	56	1.2	3.07793	0.00000	1.6	3.00854	0.00000



Batch Report: C:\CHEM32\1\DATA\08005SAP-26FE06-MOSTRES\MOSTRES.D

Sample	DataFile	IMP3 RT	IMP3 Area	IMP3 Amount	IMP4 RT	IMP4 Area	IMP4 Amount	SMZ RT
A	SMZ000001.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	2.2
B	SMZ000002.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	2.2
C	SMZ000003.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	2.2
D	SMZ000004.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	2.2
14-00	SMZ000005.D	1.9	5.98445e-1	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	2.2
14-01	SMZ000006.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
14-02	SMZ000007.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
14-03	SMZ000008.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
14-04	SMZ000009.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
14-05	SMZ000010.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
15-00	SMZ000011.D	1.9	0.07085e-1	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	2.2
15-01	SMZ000012.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
15-02	SMZ000013.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
15-03	SMZ000014.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
15-04	SMZ000015.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
15-05	SMZ000016.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
16-00	SMZ000017.D	1.9	1.22695	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	2.2
16-01	SMZ000018.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
16-02	SMZ000019.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
16-03	SMZ000020.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
16-04	SMZ000021.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
16-05	SMZ000022.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
17-00	SMZ000023.D	1.9	1.55041	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	2.2
17-01	SMZ000024.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
17-02	SMZ000025.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
A	SMZ000026.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	2.2
B	SMZ000027.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	2.2
C	SMZ000028.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	2.2
D	SMZ000029.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	2.2
17-03	SMZ000030.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
17-04	SMZ000031.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
17-05	SMZ000032.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	2.2
18-00	SMZ000033.D	1.9	1.32027	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	2.2
18-01	SMZ000034.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
18-02	SMZ000035.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
18-03	SMZ000036.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
18-04	SMZ000037.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	2.2
18-05	SMZ000038.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
19-00	SMZ000039.D	1.9	1.98649	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	2.2
19-01	SMZ000040.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
19-02	SMZ000041.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	2.2
19-03	SMZ000042.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
19-04	SMZ000043.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
19-05	SMZ000044.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
20-00	SMZ000045.D	1.9	2.33034	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	2.2
20-01	SMZ000046.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
20-02	SMZ000047.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
20-03	SMZ000048.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
20-04	SMZ000049.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
20-05	SMZ000050.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
21-00	SMZ000051.D	1.9	2.35251	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	2.2
21-01	SMZ000052.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
21-02	SMZ000053.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
21-03	SMZ000054.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	0.0
21-04	SMZ000055.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	2.2
21-05	SMZ000056.D	0.0	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	2.2

Sample	DataFile	SMZ Area	SMZ Amount	IMP5 RT	IMP5 Area	IMP5 Amount
A	SMZ000001.D	67.86157	5.07691	0.0	0.00000	0.00000
B	SMZ000002.D	134.49844	10.05343	0.0	0.00000	0.00000
C	SMZ000003.D	331.63272	24.77608	0.0	0.00000	0.00000
D	SMZ000004.D	670.63062	50.09358	0.0	0.00000	0.00000
14-00	SMZ000005.D	636.72034	47.56105	2.6	1.09455e-1	0.00000
14-01	SMZ000006.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
14-02	SMZ000007.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000



Batch Report: C:\CHEN32\1\DATA\08C05SAF-26F208-MOSTRES\MOSTRES.3

Sample #	DataFile	SMZ Area	SMZ Amount	IMP5 RT	IMP5 Area	IMP5 Amount
* 14-03	SMZ000008.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 14-04	SMZ000009.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 14-05	SMZ000010.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 15-00	SMZ000011.D	638.67511	47.70704	0.0	0.00000	0.00000
* 15-01	SMZ000012.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 15-02	SMZ000013.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 15-03	SMZ000014.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 15-04	SMZ000015.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 15-05	SMZ000016.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 16-00	SMZ000017.D	788.54608	58.89991	0.0	0.00000	0.00000
* 16-01	SMZ000018.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 16-02	SMZ000019.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 16-03	SMZ000020.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 16-04	SMZ000021.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 16-05	SMZ000022.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 17-00	SMZ000023.D	659.03149	49.22732	0.0	0.00000	0.00000
* 17-01	SMZ000024.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 17-02	SMZ000025.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* A	SMZ000026.D	66.74742	4.99355	0.0	0.00000	0.00000
* B	SMZ000027.D	132.57623	9.90987	0.0	0.00000	0.00000
* C	SMZ000028.D	330.64404	24.70224	0.0	0.00000	0.00000
* D	SMZ000029.D	666.04211	49.75090	0.0	0.00000	0.00000
* 17-03	SMZ000030.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 17-04	SMZ000031.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 17-05	SMZ000032.D	5.27302e-1	4.80106e-2	0.0	0.00000	0.00000
* 18-00	SMZ000033.D	735.99994	54.97559	0.0	0.00000	0.00000
* 18-01	SMZ000034.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 18-02	SMZ000035.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 18-03	SMZ000036.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 18-04	SMZ000037.D	2.92730	2.27250e-1	0.0	0.00000	0.00000
* 18-05	SMZ000038.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 19-00	SMZ000039.D	620.73236	46.36701	0.0	0.00000	0.00000
* 19-01	SMZ000040.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 19-02	SMZ000041.D	1.47461	1.18759e-1	0.0	0.00000	0.00000
* 19-03	SMZ000042.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 19-04	SMZ000043.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 19-05	SMZ000044.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 20-00	SMZ000045.D	768.59436	57.40985	0.0	0.00000	0.00000
* 20-01	SMZ000046.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 20-02	SMZ000047.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 20-03	SMZ000048.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 20-04	SMZ000049.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 20-05	SMZ000050.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 21-00	SMZ000051.D	527.92535	39.43587	0.0	0.00000	0.00000
* 21-01	SMZ000052.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 21-02	SMZ000053.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 21-03	SMZ000054.D	0.00000	0.00000	0.0	0.00000	0.00000
* 21-04	SMZ000055.D	2.05774e-1	2.39977e-2	0.0	0.00000	0.00000
* 21-05	SMZ000056.D	1.01192	8.43530e-2	0.0	0.00000	0.00000

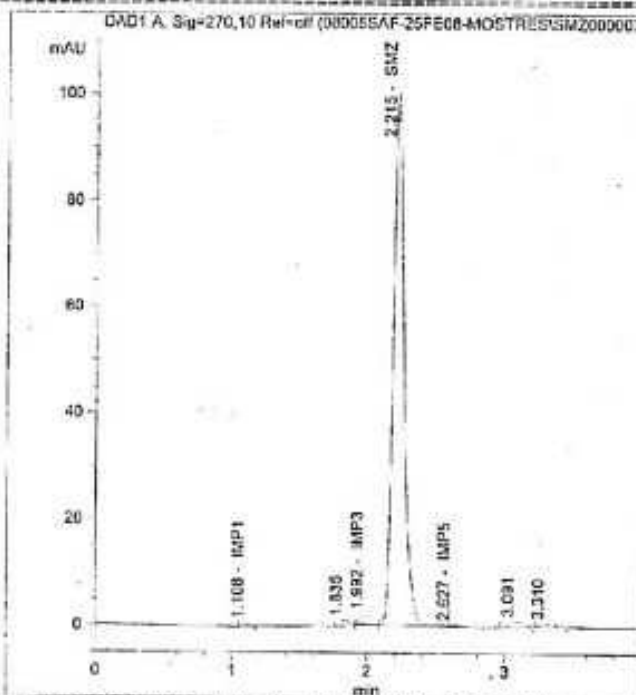
\*\*\* End of Report \*\*\*

TITULO DEL ESTUDIO: Cuantificación de sulfametazina en muestras de agua

Fase: Análisis de las muestras

Código del estudio: C8005SAF

Sample Name : 92-00  
Data file: C:\CHEM32\1\DATA\C8005SAF-25FE08-MOSTRES\SMZ000007.D  
Acq. Method : SMZ-H2O.M  
Analysis Method : C:\CHEM32\1\METHODS\SMZ-H2O.M  
Last Changed : Thu, 6. Mar. 2008, 02:12:23 pm  
Vial No. : 1  
Inj. No. : 1  
Method Inj. Volume: 5 µl  
Actual Inj. Volume: 5.0  
Amount units: pg/ml  
Sample temperature: 4 °C  
Seq Line : 7  
Injection time: 15:54:53  
Injection Date: Mon, 25. Feb. 2008



Calib. Data Modified: Thu, 6. Mar. 2008, 02:14:28 pm

Peak #	Ret. Time	Compound Name	Height	Area	Amount
1	1.108	IMP1	0.536	1.74740	0.000
2	0.000	IMP2	0.000	0.00000	0.000
3	1.835	IMP2	0.952	4.47605	0.000
4	1.992	IMP3	1.809	8.45905	0.000
5	0.000	IMP4	0.000	0.00000	0.000
6	2.215	SMZ	100.281	541.73657	41.275
7	2.627	IMP5	0.110	0.64545	0.000
8	3.091	IMP5	0.978	5.89573	0.000
9	3.310	IMP6	0.490	3.61423	0.000

\*\*\* End of Report \*\*\*

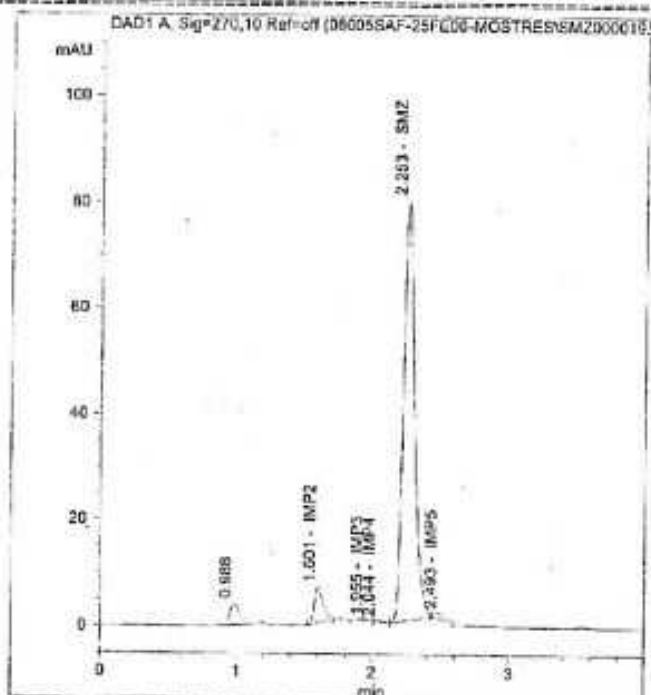
Software: HP CHEM Rev. B.01.03 [204] Copyright © Agilent Technologies

TÍTULO DEL ESTUDIO: Cuantificación de sulfametacina en muestras de agua

Fase: Análisis de las muestras

Código del estudio: 000055AF

Sample Name : 04-01  
Data file: C:\CHEM32\1\DATA\000055AF-25FEB08-MOSTRES\SM2000019.D  
Acq. Method : SM2-H2O.M  
Analysis Method : C:\CHEM32\1\METHODS\SM2-H2O.M  
Last Changed : Thu, 6. Mar. 2008, 02:12:23 pm  
Vial No. : 12  
Inj. No. : 1  
Method Inj. Volume: 5 µl  
Actual Inj. Volume: 5.0  
Amount units: µg/ml  
Sample temperature: 4 °C  
Seq Line : 19  
Injection time: 16:56:33  
Injection Date: Mon, 25. Feb. 2008



Calib. Data Modified: Thu, 6. Mar. 2008, 02:18:35 pm

Signal 1: DAD1 A, Sig=270,10 Ref=off

Peak #	Ret. Time	Compound Name	Height	Area	Amount
1	0.988		4.066	21.48131	0.000
2	0.000	IMP1	0.000	0.00000	0.000
3	1.601	IMP2	6.647	29.97121	0.000
4	1.955	IMP3	0.094	0.22185	0.000
5	2.044	IMP4	0.181	0.85684	0.000
6	2.253	SM2	79.543	436.37109	33.257
7	2.493	IMP5	1.087	5.24832	0.000

\*\*\* End of Report \*\*\*

Software: HP CHEM Rev. B.01.03 [204] Copyright © Agilent Technologies

DIA 25/02/08	MÁS POLARES QUE SMT						MENOS POLARES QUE SMT					
IDENTIFICACIÓN MUESTRA	IMP0   Area	IMP1'   Area	IMP1   Area	IMP2   Area	IMP3   Area	IMP4   Area	SMT   Area	SMT   Amount	IMP5   Area	IMP6   Area	IMP7   Area	IMP8   Area
H2O2 600 ppm	0,505		1,553	5,022			0,000	0,00				
Fe2+ 40 ppm	0,642		0,548	2,761			0,000	0,00				
A	0,569		0,558	2,782			66,190	5,09				
B	0,536		0,933	2,781			130,600	9,99				
C	0,521		2,858	2,746	0,213		326,064	24,86	0,209	0,203		
D	0,573		5,780	4,050	0,463		657,510	50,07	0,426	0,479		
02-00	0,795		1,982	3,558	4,146	8,372	541,737	41,26	0,884		5,896	3,790
02-01	0,732		2,360	3,547	4,733	9,000	521,900	39,75	0,739		1,454	1,240
02-02	0,836		3,097	3,437	4,566	7,739	484,486	36,91			<b>11,585</b>	7,035
02-03	0,364		3,435	2,882	8,234	<b>18,994</b>	907,945	<b>69,11</b>	1,245		6,636	4,015
02-04	0,469		1,414	2,887	5,121	8,487	565,754	43,09	0,719		5,716	3,731
03-00	0,823	0,528	0,493	2,031	4,291		622,802	47,43				
03-01	0,769	0,618	0,515	2,201	1,526		613,656	46,73		0,440		
03-02	0,550	0,800	1,235	1,502	1,514		620,539	47,25				
03-03	0,525	0,903	1,508	3,269	2,070		618,373	47,09		0,349		
03-04	0,865	1,035	2,782	4,113	2,230		628,050	47,82		0,529		
04-00	0,643	1,342	2,719	3,839	2,254		613,485	46,72		0,245		
04-01	0,471	<b>20,763</b>	1,148	<b>28,637</b>	0,554	0,867	436,420	33,25				
04-02	0,475	<b>22,290</b>	0,647	<b>28,742</b>	0,456	1,045	436,542	33,26	2,913			
04-03	0,385	<b>21,146</b>	1,447	<b>28,573</b>	2,386	0,642	473,116	36,04	2,561			
04-04	0,687	<b>26,213</b>		<b>28,088</b>	2,071	1,259	427,641	32,58	<b>19,071</b>			
05-00	0,794	0,221	4,453	3,867	5,106	6,833	523,362	39,86			1,410	1,248
05-01	0,908		5,185	3,116	4,762	6,395	470,536	35,84			1,354	1,136
06-01	0,960	0,251		3,884	2,231							
06-02	1,388	0,348	0,770	4,792								
06-03	0,769		2,134	4,274			0,351					
06-04	1,477	0,254	0,977	4,533								
07-00	0,961		3,578	2,685	1,652	0,712	566,613	43,15				
07-01	0,796		<b>42,740</b>	<b>32,104</b>	4,701	1,159	298,774	22,78	<b>12,294</b>			
07-02	1,197		<b>48,031</b>	<b>30,054</b>	4,687	1,927	276,355	21,07	<b>13,054</b>	1,346		
08-00	1,003		2,872	2,291	4,922	<b>7,007</b>	528,510	40,25	0,279		1,859	1,643
08-01	1,010		1,419	4,101	1,633	0,825						
08-02	1,283	0,280	0,714	4,326								
08-03	1,092	0,206	0,533	4,519								
08-04	1,118	0,158	0,577	4,415								
08-05	0,882	0,094	1,996	4,109	0,300							
11-00	0,765		3,930	2,188	1,597	0,048	638,711	48,64				1,190
11-01	1,274	0,090	2,961	3,267								
11-02	1,306		2,287	3,362								
11-03	1,515	0,233	1,876	4,103	0,542							0,114
11-04	1,627	0,152	1,854	4,443								
11-05	1,558	0,128	1,602	4,742								
12-00	1,174		3,859	2,545	2,542		686,240	52,25				
12-01	1,245	0,154	3,094	4,483		2,525						
12-02	1,406	0,238	2,234	4,802								
12-03	1,355	0,310	2,302	4,882								
12-04	1,277	0,242	2,376	4,983								
12-05	1,525		1,901	5,199								
13-00	0,981		3,499	2,439	4,015		624,519	47,56				
13-01	0,913		<b>24,080</b>	3,850	2,443	0,061	0,162		0,169	0,598		
13-02	1,088		<b>23,243</b>	3,910	2,230	0,104	0,068		0,151	0,489		
13-03	0,947		<b>16,561</b>	5,645	1,915	0,102			0,091	0,399		
13-04	0,915		<b>12,747</b>	6,226	1,778	0,056			0,032	0,125		
13-05	1,079		<b>5,128</b>	6,351	0,000							
A	0,751			2,991	0,853		65,732	5,06				
B	0,941	0,504		3,190	0,136		129,959	9,94				
C	0,933		1,166	3,306	0,392		323,806	24,68		0,187		
D	0,856		2,015	3,827	0,544		649,077	49,42		0,371		

DIA 26/02/08		MÁS POLARES QUE SMT								MENOS POLARES QUE SMT			
IDENTIFICACIÓN MUESTRA	IMP0   Area	IMP1'   Area	IMP1   Area	IMP2   Area	IMP3   Area	IMP4   Area	SMT   Area	SMT   Amount	IMP5   Area	IMP6   Area	IMP7   Area	IMP8   Area	
A	0,680	1,602		1,789			67,864	5,08					
B	0,540	0,683		1,786			134,498	10,05					
C			0,710	2,224			331,633	24,78					
D			4,872	4,117	0,613		670,631	50,09					
14-00			4,460	3,181	0,598		636,720	47,56	0,109				
14-01	0,493	0,226	15,911	3,239	0,410								
14-02	0,429	0,203	11,581	3,241	0,573				0,339				
14-03	0,625		7,352	3,205	0,663								
14-04	0,912		4,671	3,192	0,596								
14-05	0,409		2,631	3,119	0,685								
15-00	0,638		2,395	2,723	1,612		638,675	47,71			1,161		
15-01	0,642		3,485	4,479	1,042								
15-02	0,828		3,821	4,409	0,691								
15-03	0,675		2,757	5,229	0,412								
15-04	0,414		2,495	3,905	0,506								
15-05	0,848		1,603	3,137	0,855								
16-00	0,762		3,274	3,195	1,227		764,807	57,13			0,765		
16-01	0,590		2,408	2,987									
16-02	0,523		1,954	3,353									
16-03	0,709		1,895	2,967									
16-04	0,724		1,552	2,699									
16-05	0,819		1,222	2,417									
17-00	0,819		2,572	2,229	1,550		656,981	49,07					
17-01	0,485	0,219	3,045	2,643	0,426								
17-02	0,863		2,272	2,200	0,412								
17-03	0,915	0,165	1,940	2,398	0,000								
17-04	1,009		2,019	1,976	0,385								
17-05	1,013		1,840	1,927	0,881		0,527						
A			0,520	3,153	0,661		66,747	4,99					
B			0,523	3,317	0,691		132,576	9,91					
C			0,976	3,111	1,471		330,644	24,70					
D			1,834	3,761	3,124		666,042	49,75		0,415			
18-00	0,828		3,386	2,896	2,098		730,260	54,55				1,546	
18-01	1,250		2,580	2,552									
18-02	0,535		2,410	2,703	0,473								
18-03	0,369		1,981	2,433	0,453								
18-04	0,773			10,220	3,307		2,927						
18-05	0,613		1,372	1,879	0,865								
19-00	0,396		2,921	2,749	1,986		620,732	46,37		0,270		1,126	
19-01	0,896	0,167	1,707	2,734	0,469								
19-02	0,727		5,876	4,464	1,704		1,091						
19-03	0,839		1,617	4,762	0,471								
19-04	0,912		1,205	2,758	0,601								
19-05	1,008		1,409	2,521	0,572								
20-00	0,655		3,243	2,863	2,330		768,594	57,41				1,079	
20-01	0,472		2,422	2,738	0,448								
20-02	0,502		1,842	3,179	0,457								
20-03	0,387		1,782	2,671	0,438								
20-04	1,007		1,701	2,611	0,460								
20-05	0,364		1,350	2,362	0,542								
21-00	0,000		3,041	2,424	2,353		527,925	39,44		0,839			
21-01	0,822	0,189	3,199	2,436	0,384								
21-02	0,499		3,146	2,665	0,480								
21-03	0,418	0,313	2,707	2,618	0,872								
21-04	0,548		2,512	2,225	0,850		0,146						
21-05	0,624		3,208	2,152	0,453		1,014						

DIA 13/05/08	MÁS POLARES QUE SMT							MENOS POLARES QUE SMT				
IDENTIFICACIÓN MUESTRA	IMP0   Area	IMP1'   Area	IMP1   Area	IMP2   Area	IMP3   Area	IMP4   Area	SMZ   Area	SMZ   Amount	IMP5   Area	IMP6   Area	IMP7   Area	IMP8   Area
H2O2 600 ppm Fe2+ 40 ppm ANILINA	0,718 0,492		2,866 0,612 1,669	2,661 2,556 3,243							193,262	2,291
A	0,179	0,632	1,734	2,295			56,224	4,533		0,234		
B			1,947	2,421		3,077	136,942	10,466				
C	0,533		2,121	2,506		3,626	335,948	25,093			0,183	
D			3,586	2,572		4,517	673,538	49,907			0,556	
24-00	0,456		3,495	1,920		4,914	656,039	48,620		0,544		
24-01	0,482		4,224	3,844								
24-02	0,811		4,857	5,246								
24-03	0,998		5,150	3,079								
24-04	0,546		5,246	5,139								
24-05	0,558		4,861	2,874								
24-06	0,746		4,392	4,455								
24-07	0,656		4,796	3,271								
24-08	0,594		4,474	4,248								
24-09	0,514		4,455	3,288								
24-10	0,516		3,518	4,821								
24-11	0,747		3,613	4,872								
A	0,640		0,944	2,195			56,794	4,575				
B	0,455		0,815	2,341		3,326	136,771	10,454				
C	0,608		2,131	2,619		3,845	335,706	25,076			0,265	
D	0,443		3,931	2,603		2,193	671,885	49,785			0,598	
25-00	0,643		4,792	2,043		4,772	646,712	47,935				
25-01	0,739		4,572	4,665								
25-02	0,547		4,906	4,752								
25-03	0,514		12,327	23,310								
25-04	0,718		4,053	4,837								
25-05	0,717		4,041	4,671								
25-06	0,539		3,927	4,805								
25-07	0,674		3,781	5,005								
25-08	0,533		3,710	4,872								
25-09	0,504		3,722	4,152								
23-00	0,741		5,762	3,949		3,399	0,826	0,462				
23-01	0,703		4,323	1,961								
23-02	0,679		3,921	4,506								
23-03	0,465		3,577	4,357								
A	0,703		0,837	2,314			56,525	4,556		0,145		
B	0,608		0,768	2,407		3,090	136,592	10,441				
C	0,422		1,793	2,436		3,389	334,967	25,021			0,244	
D	0,430		3,302	2,397		4,598	671,230	49,737			0,625	
30-00	0,469		13,795	2,572		3,789	553,072	41,052			0,187	
30-01	0,905		15,935	330,796			1,372	0,502				
30-02	0,443		10,589	258,883			0,695	0,452				
30-03	0,802		19,197	319,091			1,895	0,540				
30-04	0,507		21,408	475,644			2,568	0,590				

# **Anexo VII: Estudio estadístico**



The model based on the Hoerl equation is proposed as a combined product for all the variables contributing to the system response:

$$f(\mathbf{x}) = \prod_i a_i x_i^{b_i} e^{c_i x_i} = A \prod_i x_i^{b_i} e^{c_i x_i} \quad (3)$$

**Table.** Coefficients of the Hoerl function for different reaction times of the 4-chlorophenol degradation under Fenton reagent enhanced with light radiation. (b1 y c1 son los coeficientes del peróxido y b2 y c2 del hierro).

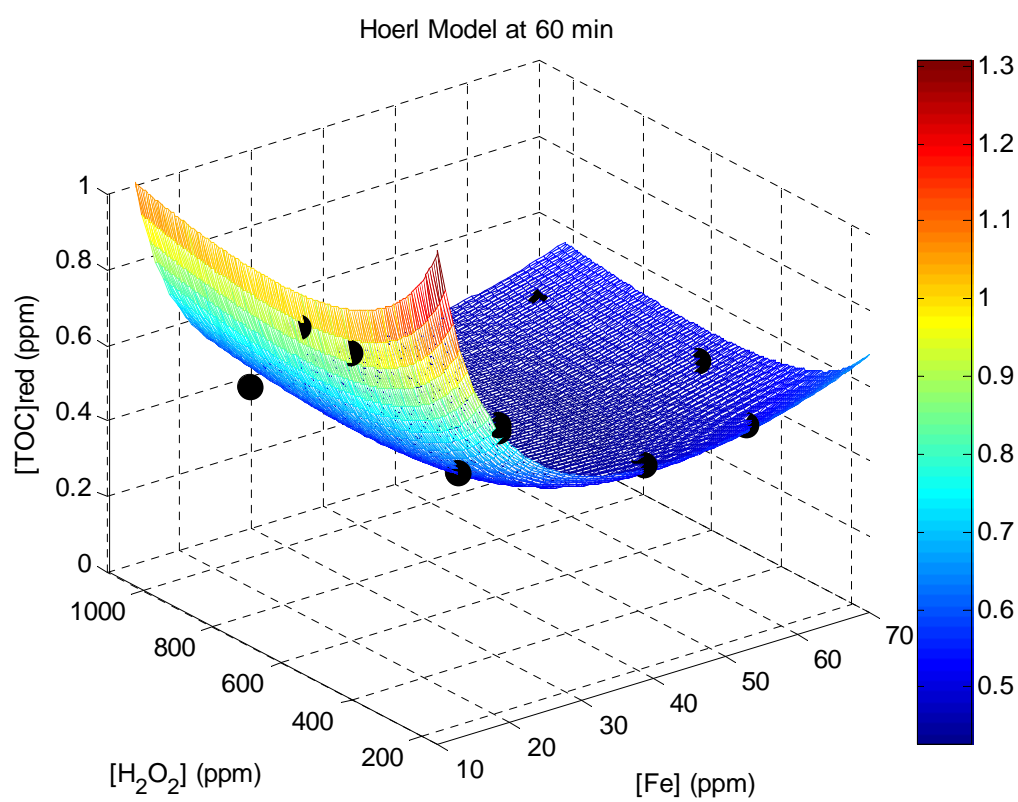
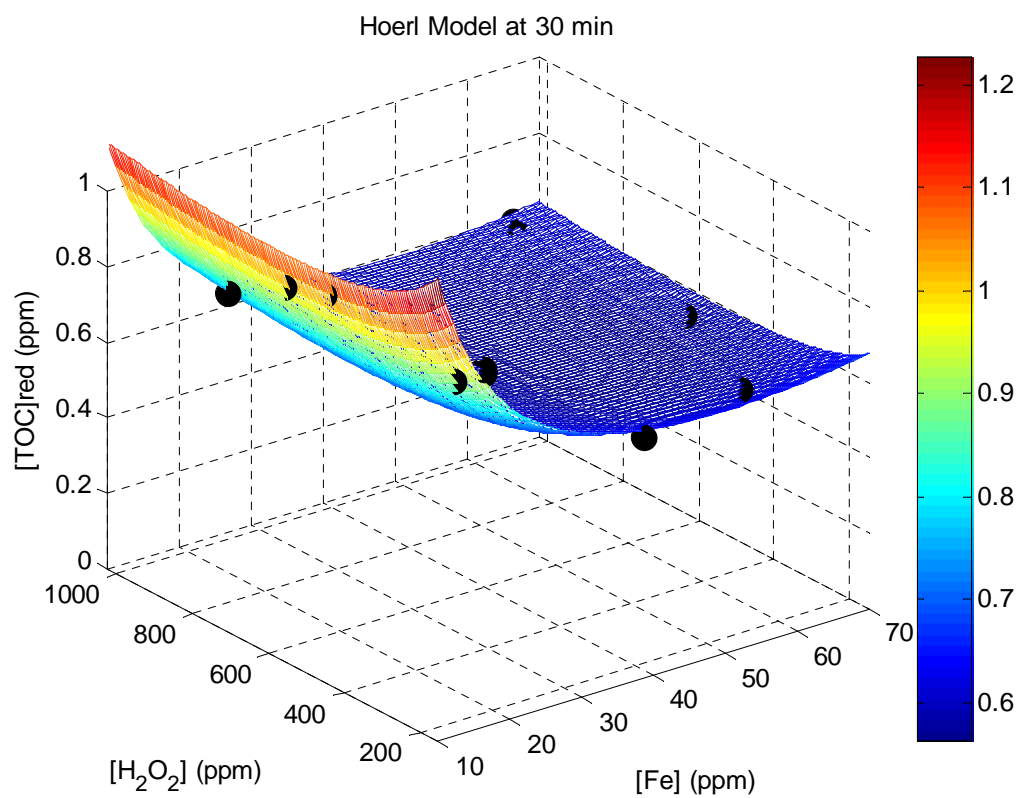
Reaction time (min)	A	b1	c1	b2	c2
5	2.82	-0.13	$2.1 \cdot 10^{-4}$	-0.15	$2.75 \cdot 10^{-3}$
10	2.82	$-6.71 \cdot 10^{-2}$	$1.6 \cdot 10^{-4}$	-0.31	$5.24 \cdot 10^{-3}$
20	13.10	-0.22	$4.2 \cdot 10^{-4}$	-0.64	$1.26 \cdot 10^{-2}$
30	18.56	-0.22	$3.8 \cdot 10^{-4}$	-0.8	$1.60 \cdot 10^{-2}$
60	127.96	-0.42	$6.8 \cdot 10^{-4}$	-1.26	$3.00 \cdot 10^{-2}$

Once again, there is no trend in the coefficients' values obtained for each reaction time, which is also to be attributed to their lack of physicochemical meaning. On this basis, the models proposed are both empirical and acceptable only on regard of the degree of adjustment quantitatively given by the following statistical indexes.

Statistics	Reaction 30 minutes	Reaction 60 minutes
Residual Values	0.022	0.012
R2	0.879	0.927
Adjusted R2	0.8	0.9

Quadratic:

Statistics	Reaction 30 minutes	Reaction 60 minutes
Residual Values	0,070	0,086
R <sup>2</sup>	0,612	0,482
Adjusted R <sup>2</sup>	0,22316359	0,0

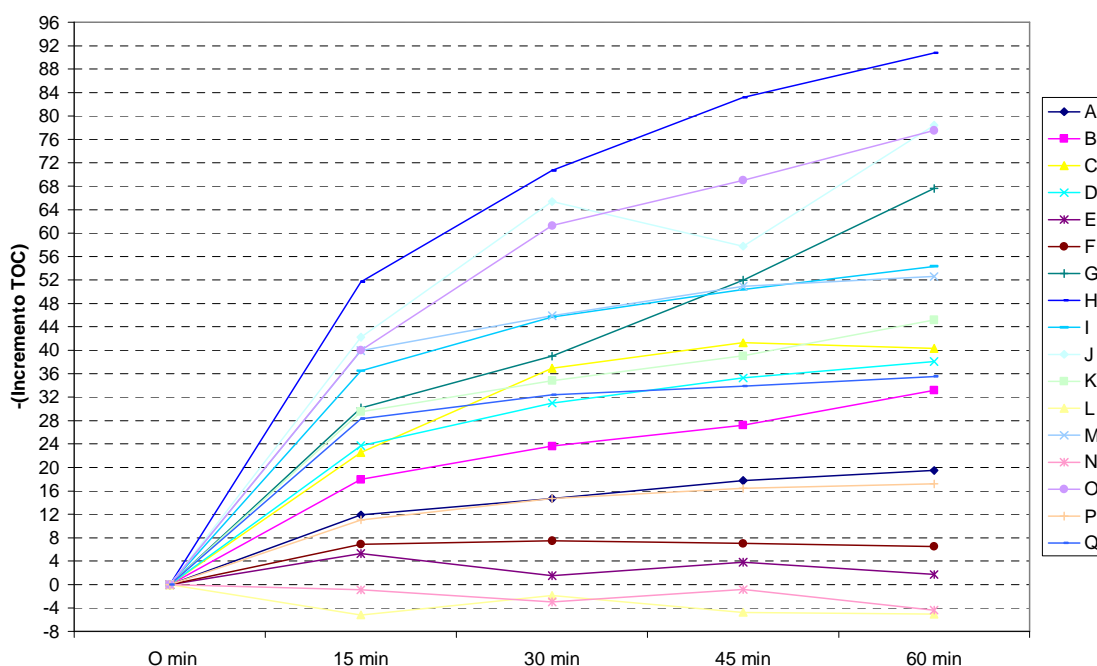




# **Anexo VIII: Estudios previos al PFC-1**

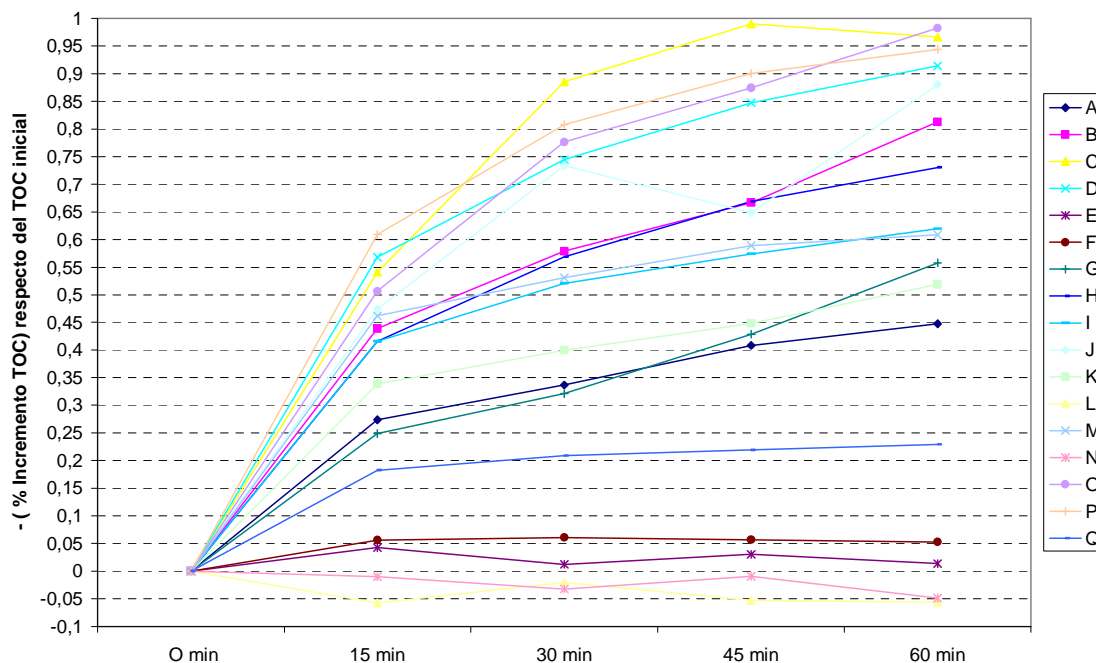


## ANÁLISIS REALIZADO EL 26/05/07 RESPECTO A LOS RESULTADOS TOC:



- Los experimentos A, B, C y D partían de la misma cantidad de contaminante 74 ppm, pero las medidas iniciales de TOC no eran iguales: 43,53; 40,83; 41,7; 41,68. Viendo esta variación se deduce que hay incertidumbre de  $\pm 3$  en la medida de TOC. Si la diferencia entre dos muestras consecutivas en el valor de TOC no es superior a  $\pm 3$  no se debería considerar que el parámetro ha variado. Esto podría dificultar mucho el próximo experimento si se escoge el producto TRICLOSAN porque se tendría que trabajar con muy pocas ppm por su baja solubilidad.
- Observando la gráfica anterior también se deduce que hay experimentos que a los 60 minutos no han alcanzado todavía el equilibrio de la reacción (Exp: G, H, O, etc). Otros, en cambio, lo alcanzan a los 30 minutos ó a los 15 minutos (Exp: F, E, P, etc.). Es interesante ver como va descendiendo el TOC. Si se alcanzase el equilibrio en cada experimento se podría predecir la cantidad de materia orgánica presente una vez finalizada la reacción.
- Haciendo algunos pequeños cálculos adicionales se observa una tendencia muy clara. Todos los experimentos en los que el ratio ( $H_2O_2$ /Contaminante) era menor que 3,4 (Exp: A, B, E, F, N, Q) fueron muy poco efectivos en rapidez y disminución de TOC. En cambio, en los experimentos en los que el ratio ( $H_2O_2$ /Contaminante) era mayor que 3,4 (Exp: C, D, G, H, O, P) fueron efectivos en rapidez y disminución del TOC. Los de ratio justo igual a 3,4 ni buenos ni malos.
- El experimento P es singular porque tiene el ratio ( $H_2O_2$ /Contaminante) mayor de todos (21) y según la gráfica parece que su velocidad es baja. Esto se debe a que la cantidad de

contaminante inicial era la más pequeña (¡Sólo 23 ppm!) y es muy probable que si se hubiese tomado una muestra antes de los 15 minutos nos hubiese dado la mayor pendiente de todas). Realizando una gráfica con valores relativos se observa como cobra importancia el experimento P.



En esta gráfica se podrían considerar experimentos buenos los siguientes: P, D, C, O, J, M, B y H.

Escogiendo la intersección de los experimentos buenos según las tendencias de ambas gráficas y ordenándolos de mayor a menor pendiente respecto a la gráfica relativo, tenemos el siguiente orden:  $P > D > C > O > H$ .

Analizando los ratios en estos experimentos tenemos que:

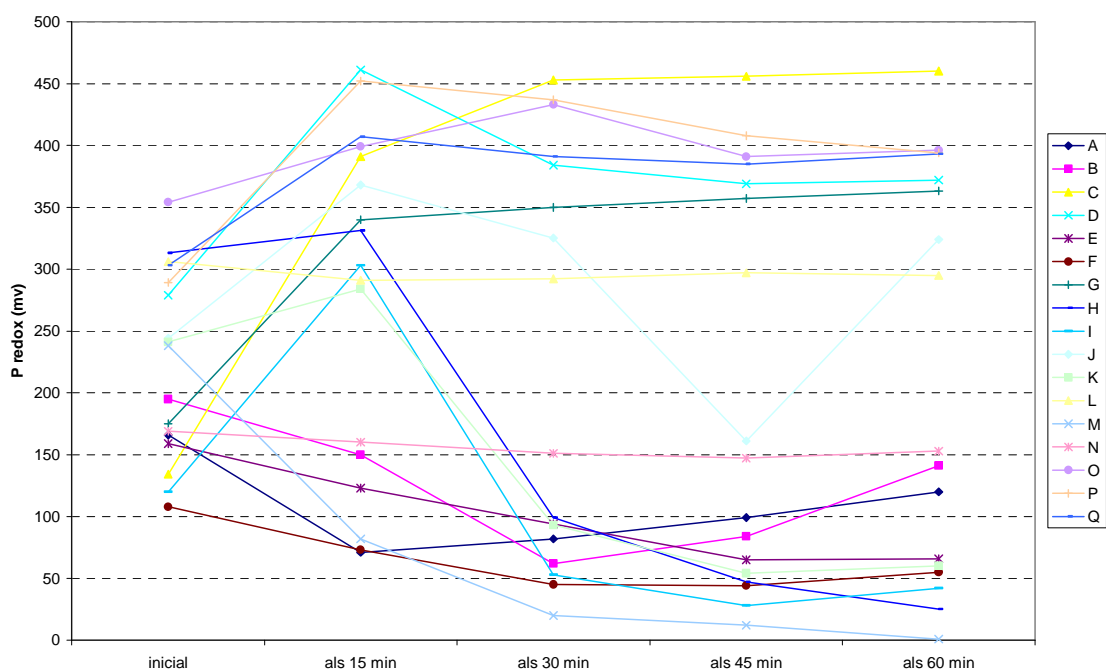
EXPERIMENTO	P	D	C	O	H
Ratio en ppm de $H_2O_2$ /Contaminante	21	10,5	10,8	6,8	3,6
Ratio en ppm de Contaminante/Fe(II)	0,8	1,5	7,4	4,9	4,4
Ratio en ppm de $H_2O_2$ /Fe(II)	16,7	16	80	33,5	16



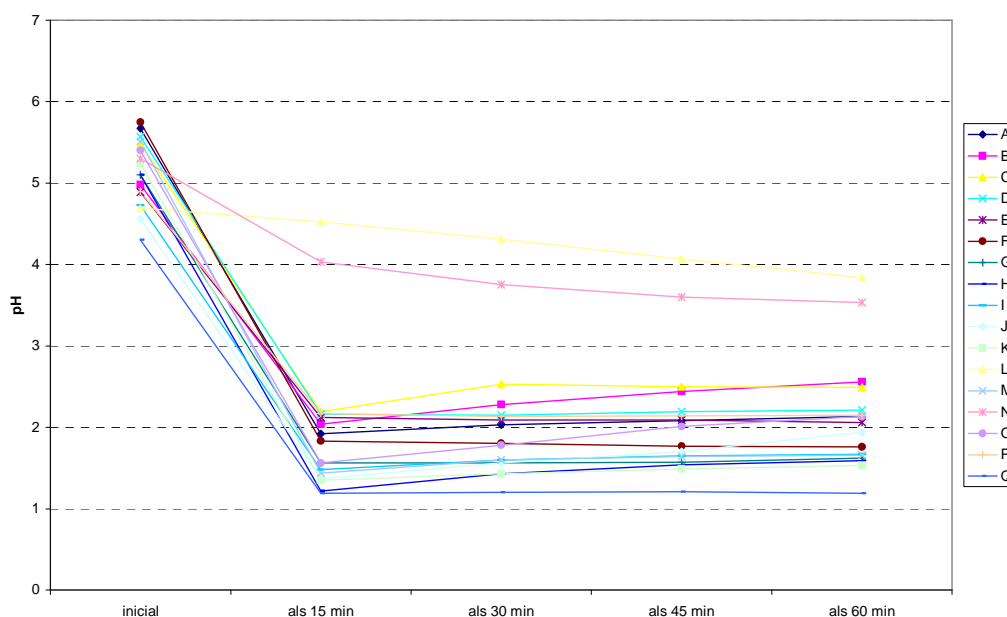
- Por el experimento L se evidencia que si no hay  $\text{Fe}^{2+}$  no se produce degradación aunque haya una buena cantidad de peróxido.
- Por el experimento N se evidencia que si no hay peróxido tampoco se produce degradación aunque se añadan sales de hierro.
- **¿por qué no experimentar con valores fijos de contaminante hasta llegar al equilibrio para averiguar el ratio ( $\text{H}_2\text{O}_2$ /contaminante) óptimo y la cantidad mínima de catalizador necesaria y repetir después el mismo diseño de experimentos con otros valores de contaminante inicial para ver si hay diferencias en cuanto a la disminución de TOC y en cuanto a la velocidad?**

#### ANÁLISIS REALIZADO EL 27/05/07 RESPECTO A OTRAS VARIABLES QUE PUEDAN SERVIR PARA EL SEGUIMIENTO DE LA REACCIÓN:

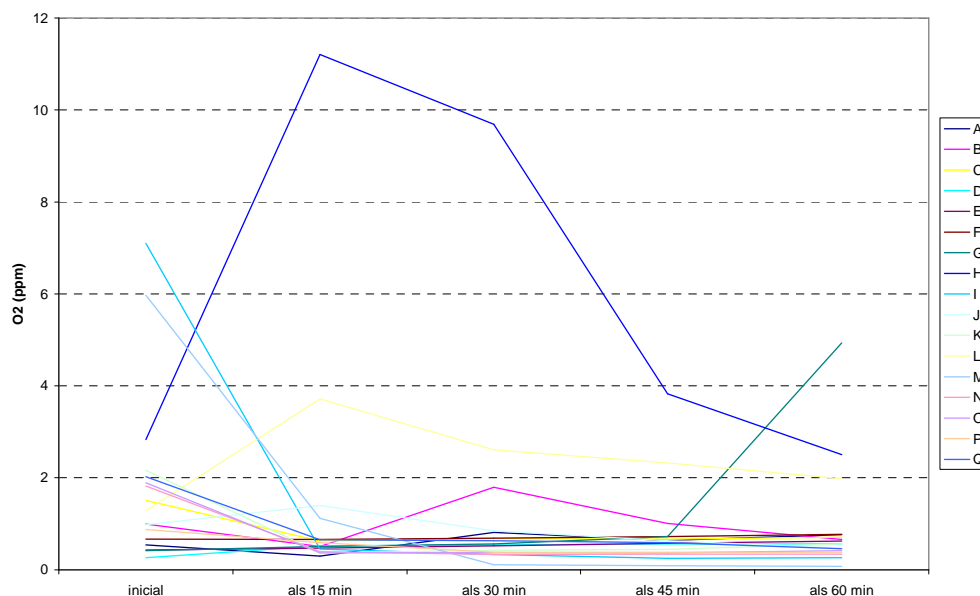
Observando la gráfica de los potenciales redox se puede decir que no es de mucha utilidad para poder decidir si se ha llegado al equilibrio de la reacción, evitando así la necesidad de tener que analizar el TOC periódicamente. Sin embargo, **hay una cosa muy curiosa: "Los experimentos que en el análisis de ayer se catalogaron como buenos (C, D, G, H, O, P) aparecen en esta gráfica con tendencias de aumento del potencial redox, dando un potencial redox final superior a 350 mV" y los experimento catalogados como malos aparecen con tendencias de disminución del potencial redox, dando potenciales finales redox inferiores a 200 mV. (EUREKA!, UNA COINCIDENCIA!)**. Supongo que aumenta el P redox porque disminuye el poder de oxidación del reactivo peróxido al haber reaccionado y desaparecido de la mezcla).



**En cuanto al pH** tampoco nos sirve para predecir si se ha terminado o no la reacción. Se observa no obstante que en todos los experimentos (el L y el N no cuentan porque uno es sin catalizador y el otro sin peróxido) hay una disminución del pH en los 15 primeros minutos hasta valores de 1,5-2,5 aproximadamente y luego se mantiene estable. Según la bibliografía el pH óptimo es el de 3,5. (Supongo que al formarse el catión  $\text{Fe}^{3+}$  queda más estabilizado a  $\text{pH} < 3$  que a  $\text{pH} > 3$  por lo que quizás no vuelve a la forma reducida que interesa  $\text{Fe}^{2+}$  y entonces se requiere más catalizador de lo necesario). Se podría añadir un poco de base después de iniciar la reacción para intentar estabilizar el pH a 3-4.



**En cuanto al seguimiento del  $\text{O}_2$** , parece ser, según la gráfica, que es el parámetro de menos interés porque no se observan tendencias salvo 2 ó 3 casos muy diferentes.



## PROPUESTAS PARA NUESTRO PRÓXIMO PFC SOBRE FOTO-FENTON APLICADO A LA SMT

### Concentración del contaminante

El estudio sobre la oxidación fotocatalítica de la SMT se ha realizado con una carga contaminante de 50 ppm.

Se propone partir de la misma concentración (50 ppm) para comparar la velocidad y el tanto por ciento de degradación entre el foto-fenton y la oxidación fotocatalítica.

Dado que la solubilidad de la SMT es de 202 mg/L, se podrían hacer experimentos adicionales para comparar los resultados obtenidos a 50 ppm con concentraciones superiores (100 ppm, 150 ppm y 200 ppm).

### Estudios a realizar

Se propone un estudio de optimización de 2 variables para la depuración de una carga contaminante de 50 ppm, en función de la cantidad del catalizador ferroso y la cantidad de reactivo peróxido.

**Diseño de experimentos de 2 variables con la obtención de una superficie de respuesta.** El diseño de experimentos sería competencia de la directora del proyecto Montserrat Pérez con la colaboración de Pablo Buen Estado para la obtención de la superficie de respuesta mediante algún programa o software informático específico (Ejemplo: MINITAB).

Para la elección del parámetro de respuesta podemos escoger los siguientes:

- En la oxidación fotocatalítica se produce una dessulfuración total, que indica una degradación total de la SMT, pero esto no implica que haya desaparecido toda la carga orgánica porque quedan en

disolución compuestos orgánicos nitrogenados de menor peso molecular. **Si los compuestos formados tras la degradación de la SMT son biodegradables, el parámetro de respuesta escogido podría ser el % de incremento de  $\text{SO}_4^{2-}$  en disolución. (Podría ser interesante comprobar el parámetro de los sulfatos con el seguimiento de HPLC de la SMT porque el análisis  $\text{SO}_4^{2-}$  nos podría llevar a las mismas conclusiones y es un análisis más rápido y económico.** (Colaboración de Lucho en el estudio de biodegradabilidad inicial, tras la degradación de la SMT y tras la máxima degradación orgánica alcanzada).

- **Si los compuestos formados tras la degradación de la SMT no son biodegradables, el parámetro de respuesta escogido podría ser el % de disminución de TOC una vez alcanzado el equilibrio de la reacción (máxima degradación alcanzada).**

Se propone utilizar los mismos parámetros optimizados con concentraciones superiores de la SMT (100, 150 ppm) para confirmar las conclusiones. Además puede comprobarse el efecto en la velocidad de la reacción un aumento de la concentración del contaminante.

### **Parámetros a analizar:**

#### **Análisis como control de Calidad.**

- Valoración redox (permanganometría) del peróxido dado que es un reactivo inestable que se descompone fácilmente.
- No se considera necesario el control de calidad del catalizador de hierro

#### **Análisis del seguimiento de la reacción:**

Para no tener una sobrecarga de parámetros a analizar se proponen los siguientes:

- HPLC para el seguimiento de la degradación de la SMT (Colaboración exterior).
- TOC para el seguimiento de la degradación total.
- Sulfatos para el seguimiento de la degradación de la SMT.
- Temperatura para el seguimiento de la reacción exotérmica.
- pH. No se pretende controlar el pH sino sólo establecer de que pH se parte y a que pH se llega. Sin embargo sería interesante tomar una muestra final de cada experimento y averiguar cuanta sosa se debe añadir para alcanzar un pH determinado con objeto de poder reproducir un experimento dado añadiendo la cantidad de sosa inicial adecuada para que el pH final sea el diseñado.

- Potencial redox para el seguimiento de la eficacia de la reacción (un aumento del potencial redox nos indica una disminución del poder de oxidación por haber reaccionado el peróxido)

Se descartan los parámetros:

- DQO porque tiene una equivalencia en significado con el TOC y para analizar la DQO se tarda más de 1 hora. Sin embargo una vez optimizado el proceso se puede analizar la DQO inicial y final dado que los reglamentos y límites sobre aguas residuales se establecen normalmente con la DQO.
- DBO: En nuestro caso no tiene sentido porque partimos de una carga contaminante orgánica que no se trata de bacterias.
- Nitratos: La degradación de la SMT da lugar a nitratos, compuestos inorgánicos de amonio y compuestos orgánicos nitrogenados.

### **PROPUESTAS PARA OTROS ESTUDIOS**

Si los blancos de SMT dan problemas se propone trabajar con el Ácido acetilsalicílico o bien con algún compuesto fenólico del que ya se han realizado estudios en el EUETIB.



# **Anexo IX: Comunicación enviada al congreso CHISA**



## Characterization of the degradation performance of wastewaters with antibiotics via AOPs

M. Pérez-Moya, J. Amigó, E. Ortega, G. Buhigas and M. Graells  
 Universitat Politècnica de Catalunya, UPC, Departament d'Enginyeria Química,  
 EUETIB, c/Comte d'Urgell 187, 08036 Barcelona, Spain, tel. +34 4137275, fax. +34  
 413 7401 email:montserrat.perez-moya@upc.edu

### Introduction

AOPs may be considered a pre-treatment for certain pharmaceutical wastewaters, since the presence of biological inhibitors may seriously affect the performance of usual biological treatments. However, AOPs higher costs pose a trade-off between the extent of this expensive pre-treatment and the biodegradability condition required by standard biotreatments. High electrical energy demand and large consumption of chemical reagents are common problems among all Advanced Oxidation Process (AOP) [1]. However, combining Fenton reagent with a light source results in a low-cost process for wastewater treatment [2]. Since a photo-Fenton reaction can use photons with a wavelength close to 400 nm, and given that mixtures of Fe(III) and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (known as Fenton-like reactions [3]) have shown photon absorption up to 550 nm [4-5], the photo-Fenton process can also be run under solar irradiation [6-7].

The generally accepted Fenton reaction mechanism assumes that hydroxyl radicals OH• are produced by interaction of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> with ferrous salts (Equation 1). Additionally, Fe(III) can react with H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> in the so-called Fenton-like reaction (Equations 2-3), regenerating Fe(II) and thus supporting the Fenton process [3]:



The degradation rate of the organic pollutants by the Fenton reaction may increase when an irradiation source is present. The positive effect of irradiation on the degradation rate is due to the photoreduction of Fe(III) to Fe(II) ions, a step that produces new OH• radicals and regenerates Fe(II) ions, which in turn can further react with more H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> molecules. The photoreduction of Fe (III) follows equation (4)



with Fe(OH)<sub>2</sub><sup>+</sup> being the dominant Fe(III) species in solution at pH 2-3. Recently, it has been proven that the irradiation of Fe(III)+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, also called Fenton-like reaction, enhances the reaction rate of oxidant production through the involvement of high valence Fe intermediates responsible for the direct attack to organic matter [5,8]. Absorption of visible light by the complex formed by Fe (III) and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> seems to be the cause of the formation of such high valence Fe-based oxidants.

Pharmaceuticals have been consumed for many decades. Recently, active compounds such as analgesics, antibiotics, steroids, hormones, etc. have been detected in several public water systems in European countries, as well as in USA and Australia [9]. However, only few studies on their environmental and health effects have been conducted.

Among pharmaceutically active compounds, antibiotics alter the normal flora, contributing to increased susceptibility to bacterial infection. Moreover, antibiotics abuse may help the development of antibiotic-resistant bacteria [10], and several of them are resistant to conventional chemical and biological treatment methods.

Removing these compounds is of increasing interest. As Fenton reagent photochemically enhanced have revealed effective in mineralization of refractory contaminants, they can be considered as a good alternative to conventional methods [11-12].

The present study addresses the application of advanced oxidation processes (AOPs), specifically the Fenton and Photo-Fenton reactions, for the degradation of sulfamethazine (SMT). This antibiotic belongs to the group of heterocyclic sulfonamides and it is widely used as antibacterial drug in medicine and veterinary.

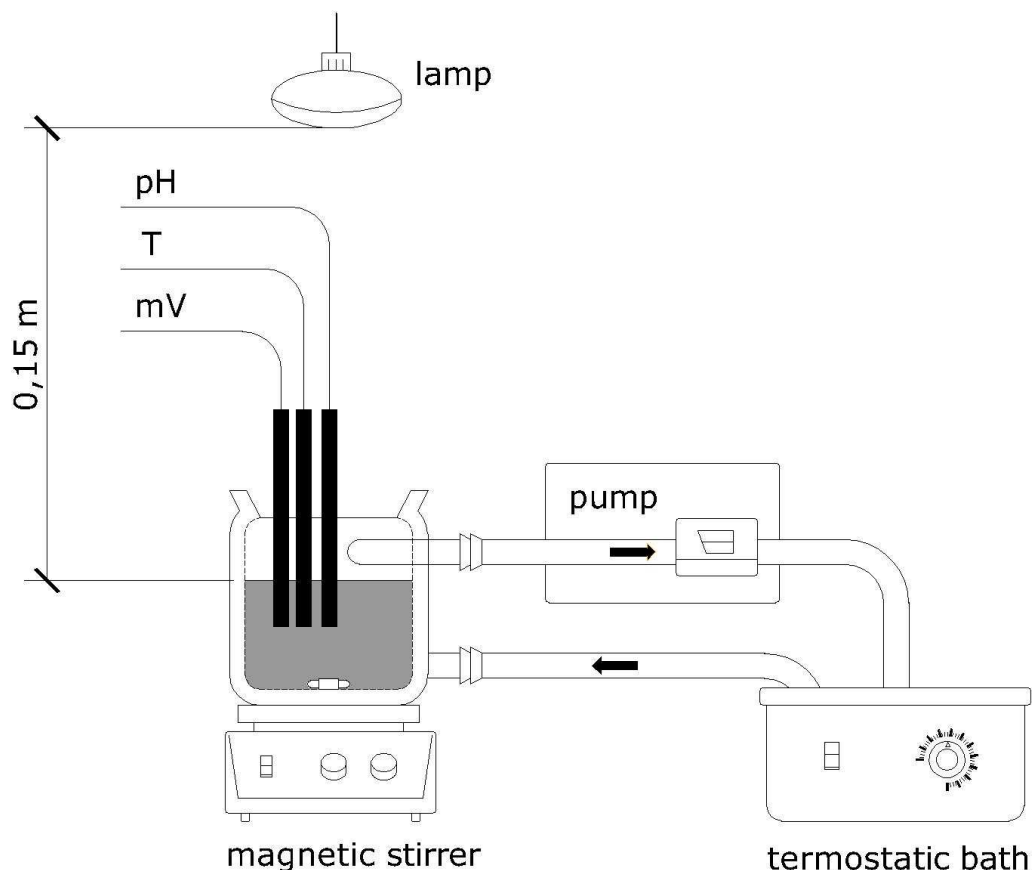
Design of experiments (DOE) was used to plan the characterization of the degree of degradation attained (in term of total organic carbon, TOC) as well as the evolution of residual hydrogen peroxide.

## Experimental

Analytical grade sulfamethazine was purchased from Sigma-Aldrich and was diluted to  $1.88 \cdot 10^{-4}$  M. Analytical grade hydrogen peroxide and heptahydrated ferrous sulfate were purchased from Panreac and Sigma-Aldrich, respectively, and were used as received. The rest of the chemicals used were, at least, of reagent grade. Solutions were prepared with deionized water obtained from a Millipore Mili-Q system.

Experiments were conducted in a thermostatic cylindrical 1000 mL Pyrex cell. The reaction mixture inside the cell, consisting of 500 mL of sulfamethazine solution and the given amount of Fenton reagent, was continuously stirred with a magnetic bar. Temperature was maintained at  $18 \pm 1^\circ\text{C}$ . Sulfamethazine solution pH is 3 after adding heptahydrated ferrous sulfate and hydrogen peroxide. Temperature and pH were on-line measured to ensure they kept constant along all the reaction time.

The experiments were carried out with a sunlight lamp (Ultra-Vitalux®, Osram, 300 W). The Ultra-Vitalux®, sunlamp consists of a quartz burner and a tungsten filament which are blended in such a way that the radiation emitted is practically the same as natural sun radiation. The spectral radiation presents wavelengths close to 400 nm (appropriate for photo-Fenton reaction) and up to 550 nm (useful for the Fenton-like reaction). The reactor was irradiated from the top and there were 15 cm between the lamp and the liquid surface as shown in Figure 1.



**Figure 1.** Schematic representation of the experimental set up.

Total organic carbon (TOC) of samples was determined with a Shimadzu 5000 TOC analyzer. The residual hydrogen peroxide concentration was determined spectrophotometrically after reaction with ammonium metavanadate [13].

The HPLC-UV/DAD method was used to determine Sulphametazine concentration, using an Agilent 1100 series chromatographic system (Darmstadt, Germany) equipped with an on-line mobile phase degasser, a quaternary pump, an auto-sampler with Peltier sample thermostat, a column oven and a UV-diode array detector. The chromatographic conditions and data analysis were performed using the Agilent Chem-Station (rev.B.01.03) software. The chromatographic conditions were a 5  $\mu$ m 0.46x25 cm C18 Spherisorb ODS analytical column (Waters, Milford, USA), maintained at 15 °C, and the diode array detector set at 270 nm. Samples, injected by the auto-sampler, were eluted by a water (milli Q grade)/acetonitrile (J.T. Baker ultragradient HPLC grade, part no 9017) 55/45 mixture, at a flow rate of 1.5 ml/min. The retention time of sulphametazine under these conditions was 2.2 min.

For the sulphametazine quantification, a duplicate four level calibration curve (range 5 ppm-50 ppm) was used. The calibration curve was performed from working solutions prepared at 5, 10, 25 and 50 ppm of sulphametazine standard (Sigma-Aldrich, part no S-6256), and injected in the chromatographic system. The calibration curve was constructed plotting the SMZ chromatographic peak area versus the spiked

concentration of the calibration sample. A linear least-square regression line was calculated. In order to assess the linearity, a linear-regression analysis (ANOVA with a statistical significance of 0.05), including a lack-of-fit (LOF) test (statistical significance of 0.1) was performed, using the SPSS 15.0.1 software (SPSS Inc., 1989-2006). The value of the determination coefficient ( $r^2$ ) was 0.9999, and the p-value for ANOVA and LOF test was <0.05 and 0.758, respectively. The intraday and interday coefficients of variation, as well as the accuracy (percent error of the spiked concentration), were found to be less than 10%.

DOE is used in this work to plan the measurements for evaluating the influence of Fenton reagents on the degradation of organic matter, determined as total organic carbon (TOC).

Central composite design with star points was applied to determine the influence of Fenton reagent loads (Fe (II),  $H_2O_2$ ) in the TOC evolution. Certainly, other experimental conditions, mainly wavelength and net radiative flux, also have an effect on the degradation performance. The inclusion of these conditions as variables in the DOE would increase the demand of experimental data. The present research takes these conditions as a pre-established experimental setting aimed at addressing the study of the influence of chemical reactants in an affordable way.

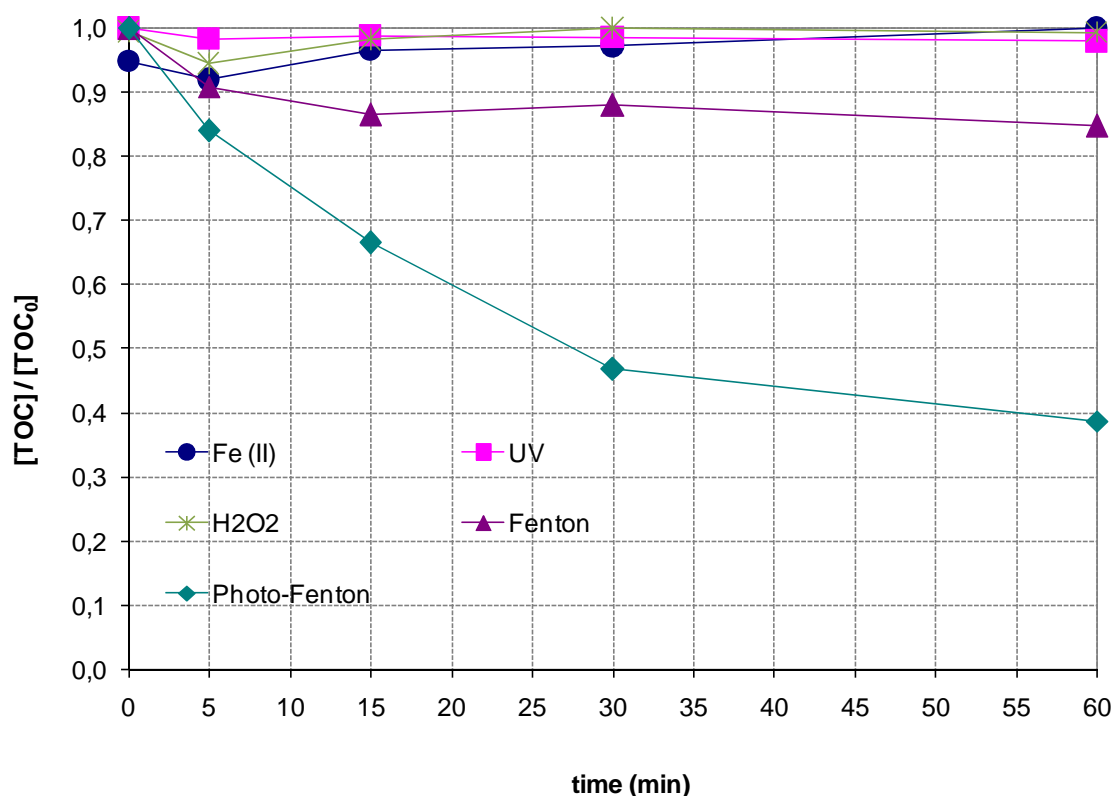
Each variable assumes two levels (low and high), which correspond to the concentration range of every variable specified in Table 1, including three central points for statistical validity and star points at -1.41 to +1.41. Hence, the associated system response is given by the TOC concentration of the system after different reaction times.

## Results and Discussion

Several blank experiments were first performed aimed at establishing that the treatment effectiveness is due to Fenton reagent enhanced with the appropriate light radiation. In figure 2, TOC evolution was plotted as a function of reaction time, under different experimental conditions. In all the cases the initial condition were 50 mg l<sup>-1</sup> SMT, pH = 3,0 ± 0.5, Temperature = 18 - 19 °C. When the specific experiment requires Fenton reactive the loads used were [ $H_2O_2$ ] = 600 ppm, [Fe (II)] = 50 ppm and the appropriate light radiation to enhance Fenton reactive system.

Clearly, Fenton reaction without light or just photolysis is less successful than the photo-Fenton process.

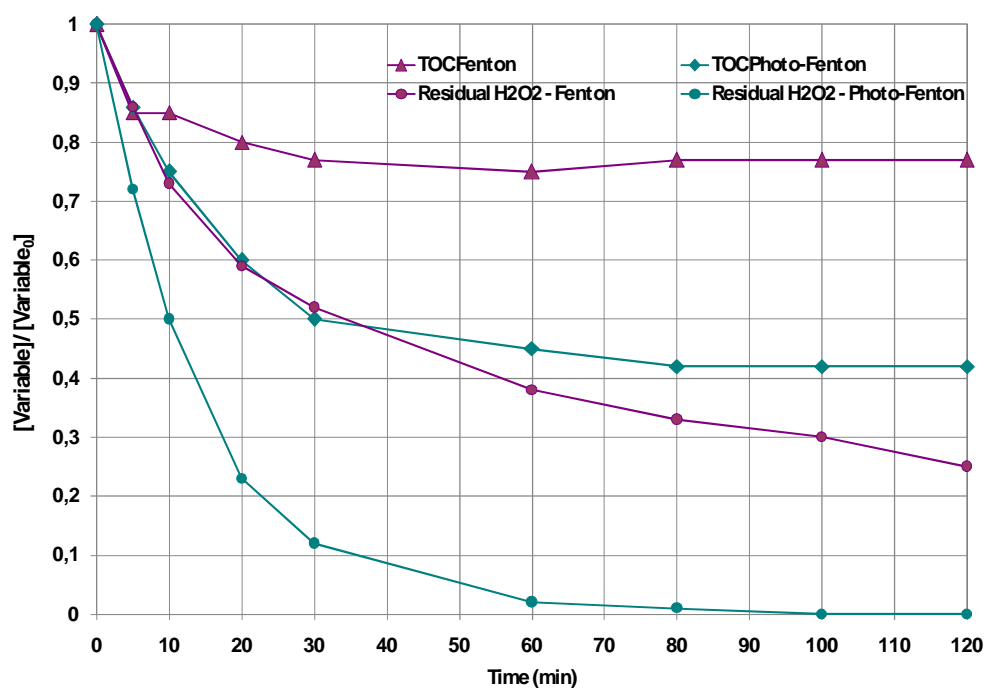
A recent work addressing photocatalytic degradation of SMT reports the complete degradation of 450 mL of a solution (50 mg l<sup>-1</sup>) of this organic compound after 4 h [9]. In the preliminary photo-Fenton experiments, HPLC analysis reveals no presence of SMT after 2 minutes of reaction. Similar results are reached without light irradiation. Thus, Fenton reagents are fast attacking the SMT structure. However, the HPLC analysis of blank experiments lacking one of the Fenton reagents ( $H_2O_2$ , Fe) indicates the presence of SMT along all the reaction span, thus revealing no significant degradation.



**Figure 2.** TOC evolution as function of reaction time for several blank experiments.

Figure 3 shows the evolution of TOC and  $\text{H}_2\text{O}_2$  concentration along the Fenton and the Photo-Fenton treatments investigated in this work. Simultaneous Fenton, Fenton-like and photo-Fenton reactions were performed on  $50 \text{ mg L}^{-1}$  SMT ( $\text{TOC} = 30 \pm 2 \text{ ppm}$ ;  $\text{pH} = 3,0 \pm 0,5$ , Temperature =  $18 - 19^\circ\text{C}$ ). The Fenton reagent loads were:  $[\text{H}_2\text{O}_2] = 600 \text{ ppm}$  and  $[\text{Fe (II)}] = 50 \text{ ppm}$ . In both cases

In both experiments SMT elimination is complete in just few minutes. In contrast, 1 hour reaction time does not ensure the total organic carbon (TOC) removal in any of the studied treatments. Thus, the residual TOC may be attributed to the organic intermediates produced, and it is important to study their implication in the system. Figure 3 also shows that the residual hydrogen peroxide decrease is especially fast for short reaction times. The residual  $\text{H}_2\text{O}_2$  is also closely related with a proper degradation evolution.



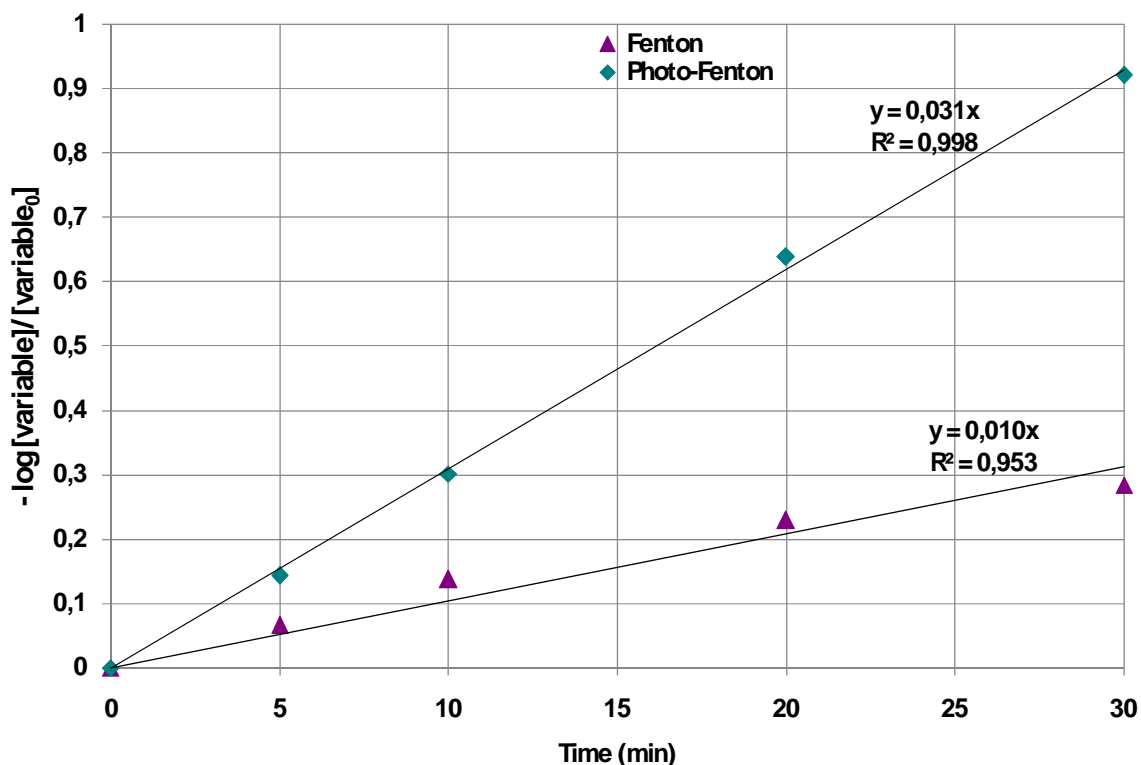
**Figure 3.** TOC and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> evolution along the reaction systems.

Table 1 summarizes the different assays with the associated TOC concentration of the system after different reaction times.

**Table 1.** Factorial experimental design of SMT treated by Fenton reagent and enhanced with light radiation.

Assays	Codified values		Variable levels		% TOC reduction after	
	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ]	[Fe(II)]	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] (ppm)	[Fe(II)] (ppm)	30 min	60 min
A	-1	-1	300	20	18	41
B	1	-1	900	20	26	47
C	-1	1	300	60	44	51
D	1	1	900	60	31	45
E	0	0	600	40	<b>44</b>	<b>56</b>
F	0	0	600	40	<b>44</b>	<b>56</b>
G	0	0	600	40	<b>42</b>	<b>55</b>
H	-1.41	0	176	40	38	45
I	1.41	0	1024	40	45	56
J	0	-1.41	600	12	0,4	12
K	0	1.41	600	68	44	54

The complex degradation mechanism is studied at its initial stage, far from the equilibrium, and is assumed to follow a pseudo-first order kinetics regarding only the SMT, TOC and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> disappearance. Figure 4 shows the plot of negative log ([variable]/[variable]<sub>0</sub>) versus time in order to calculate the first order rate constant  $k$ . The constant value,  $k$ , is providing an idea of the degradation velocity related with the selected experimental condition.

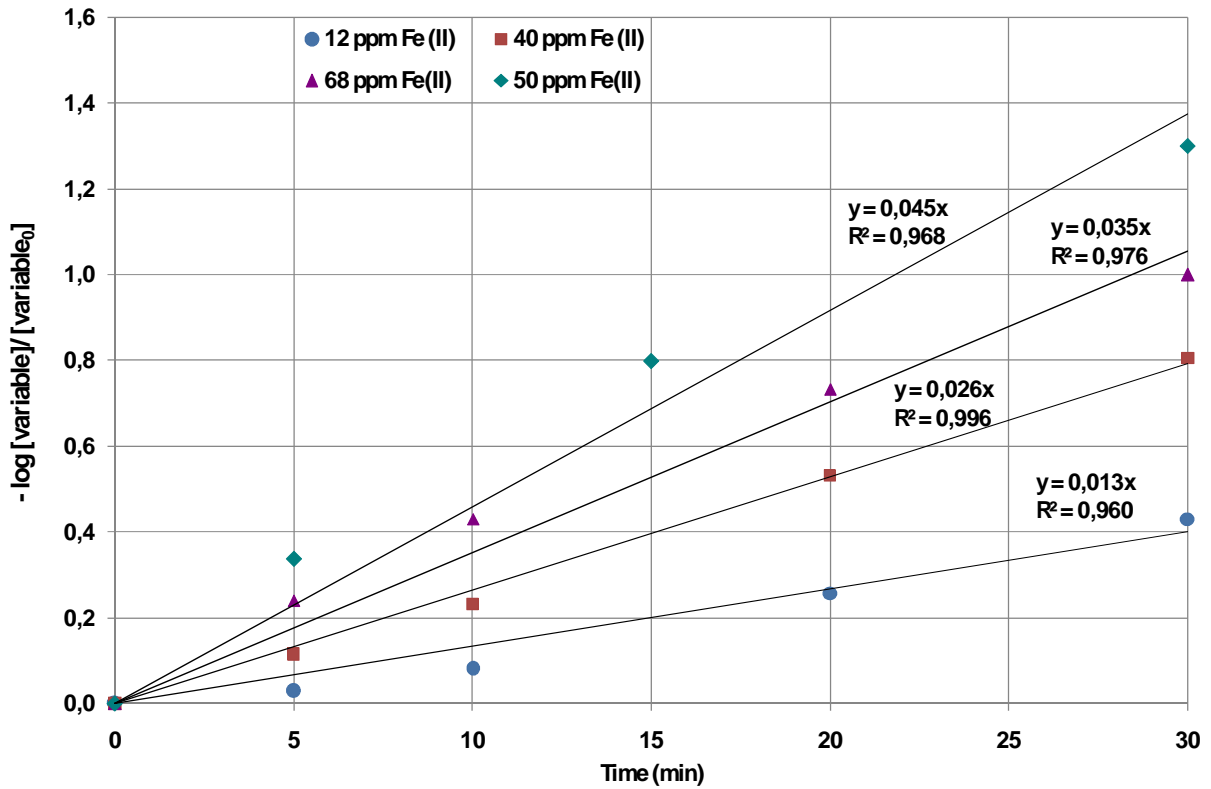


**Figure 4.** Residual hydrogen peroxide evolution for different degradation systems.

The rate constant  $k$  for Photo-Fenton reaction system is three times the value obtained for the Fenton system. Thus, the light irradiation is triplicating the efficiency of the treatment for the same reagent load.

Using the same approach to the reality, assuming first order kinetic during the first 30 minutes of reaction is possible to analyze the effect of the iron load. Figure 5 shows the  $k$  values for different experimental conditions. In all the assays the hydrogen peroxide load was 600 ppm and the only modified condition was the iron load: 12, 40, 50 and 60 ppm.



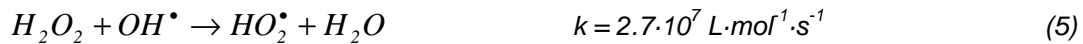


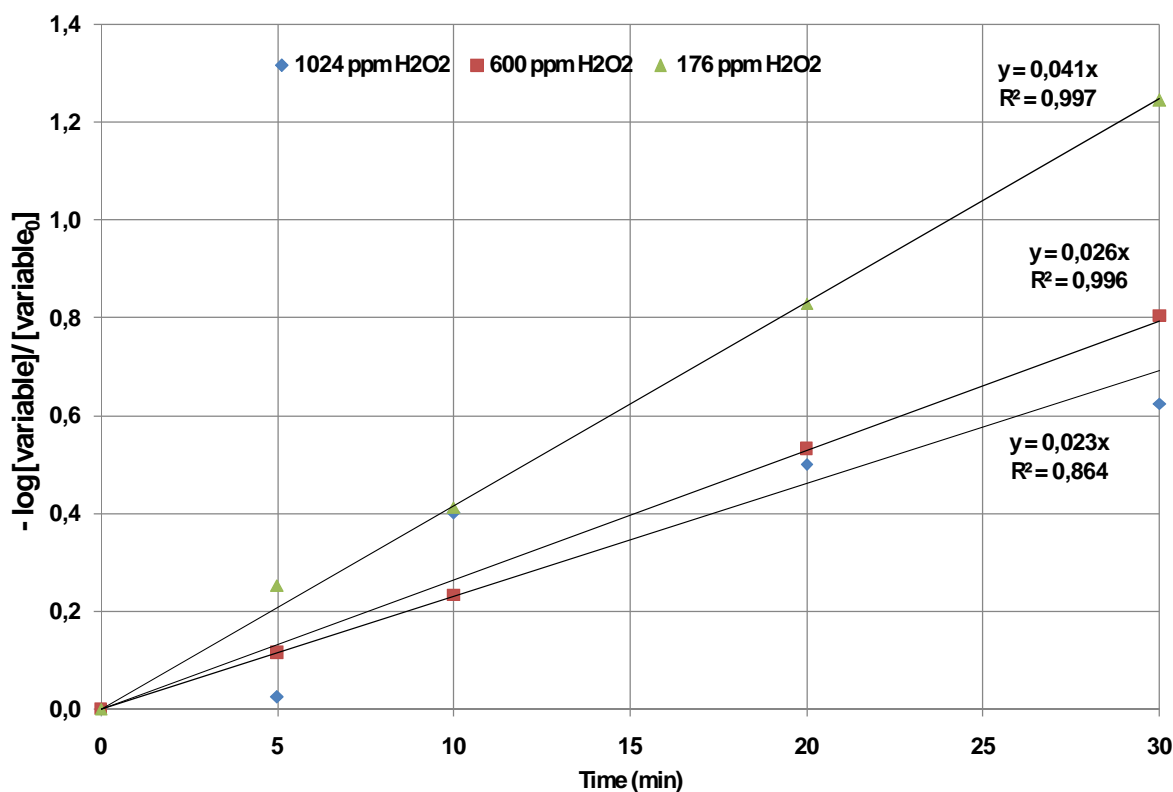
**Figure 5.** Residual hydrogen peroxide evolution for different Photo-Fenton degradation processes studied.  $[\text{variable}_0] = [\text{H}_2\text{O}_2]_0 = 600$  ppm.

For the studied span  $[\text{Fe(II)}] = 50$  ppm leads to a higher  $k$  value, which implies fast velocity of TOC reduction during the first 30 minutes reaction. High iron concentration does not increase the reaction velocity as clearly show the minor  $k$  value associated to the experiment where  $[\text{Fe(II)}] = 68$  ppm.

The role of hydrogen peroxide was also analyzed, in figure 6 illustrates experiments with the same iron load, 40 ppm, for different hydrogen peroxide loads: 176 ppm, 600 ppm, 1024 ppm.

Hydrogen peroxide minimum value, 176 ppm, leads to highest reaction velocity. As other studies confirm and excess of hydrogen peroxide load decrease the efficiency of the system. The detrimental effect of large  $\text{H}_2\text{O}_2$  concentrations, is based on the fact that hydrogen peroxide could react with the OH radicals as show the following equation (Equation 5)





**Figure 6.** The studied variable is the residual hydrogen peroxide for different Photo-Fenton degradation processes studied with  $[\text{Fe(II)}] = 40 \text{ ppm}$ .

## Conclusions

The Fenton photo-assisted treatment process has demonstrated to be effective in the degradation of sulfamethazine (SMT). The experimental data has been obtained for a series of conditions arranged under a design of experiments scheme and practical operational conclusions have been obtained.

For the SMT concentration studied results appropriate reagent load of: which have been obtained producing TOC reduction rates of 60 % when the treatment was allowed to proceed during 45 minutes. After two minutes reaction time the system clearly evolved to total SMT remediation, HPLC analysis do not detect SMT neither for Fenton and for Fenton, Fenton-like and Photo-Fenton reaction system.

Iron loads around 50 ppm lead to faster TOC degradation in the studied span.

The approach to a first-order kinetic at early reaction times of the studied degradation process has been undertaken just in order to study the efficiency of the Photo-Fenton to reduce SMT load and to estimate proper Fenton reagents. However, the approach is not useful for situations close to the equilibrium.

Even results show that SMT is in a few minutes given its by products, detailed toxicity studies are required for guaranteeing the biodegradability of partially treated wastewaters with antibiotics, unless total mineralization will be achieved.

## Acknowledgements

The authors would like to thank the Spanish Ministerio de Educación y Ciencia for supporting the present research, which is part of the activities developed under the Project DPI2006-0567.

## References

- [1] Bauer R.; and Fallmann, H. *Res.Chem. Intermed.* 23 (1997) 341.
- [2] Pérez, M.; Torrades, F.; Domènech X. and Peral, J. *J. Chem. Technol. Biotechnol.*, 77/5 (2002) 525.
- [3] Pignatello, J.J. *Environ. Sci. Technol.* 26 (1992) 944.
- [4] Sun, Y.; Pignatello, J.J. *Environ. Sci. Technol.* 27(1993) 304.
- [5] Pignatello, J.J.; Liu, D. and Huston, P. *Environ. Sci. Technol.* 33 (1999) 1832.
- [6] Safarzadeh-Amiri, A.; Bolton, J.R.; and Cater, S.R. *J. Adv. Oxid.Technol.* 1 (1996) 18.
- [7] Pérez, M.; Torrades, F.; García Hortal, J.A.; Domènech, X.; and Peral, J.; *Appl. Catal. B:Environ.*, 36 (2002) 63.
- [8] Bossmann, S.H.; Oliveros, E.; Göb, S.; Siegwart, S.; Dahlen, E.P.; Payawan, L.; Straub, M.; Wörner, M. and Braun, A.M. *J. Phys. Chem.* 102 (1998) 5542.
- [9] Kaniou, S., Pitarakis, K., Barlagianni, I., Poulios, I, *Chemosphere*, 60 (2005), 372-380.
- [10] Palominos, R., Freer, J. Mondaca M.A. and Mansilla H.D., *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 193, Issues 2-3, 2008, 139-145.
- [11] Pera-Titus, M.; García-Molina, V.; Baños, M.A.; Jiménez, J.; Esplugas, S. *Appl. Catal. B:Environ.*, 2004, 47, 219-256.
- [12] Raja, P.; Bozzi, A.; Jardim, W.F.; Mascolo, G.; Renganathan, R.; Kiwi, J. *Appl. Catal. B:Environ.*, 2005, 59, 249-257.
- [13] Nogueira, R.F.P.; Oliveira, M.C.; and Paterlini, W.C. *Talanta*, 66 (2005). 86.



**Anexo X:**  
**Comunicación**  
**enviada al congreso**  
**Mediterráneo**

## MODELLING APPROACH TO SULFAMETHAZINE DEGRADATION BY PHOTO-FENTON PROCESS

M. Pérez-Moya<sup>1\*</sup>, M. Graells<sup>1</sup>, P. Buenestado<sup>2</sup>, J. Amigó<sup>1</sup>, E. Ortega<sup>1</sup>, G. Buhigas<sup>1</sup> and H.D. Mansilla<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Departament d'Enginyeria Química, <sup>2</sup> Departament de Matemàtica Aplicada III,

EUETI de Barcelona, UPC, c/Comte d'Urgell, 187, 08036 Barcelona, Spain

<sup>3</sup> Departamento de Química Orgánica, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Concepción, Concepción, Chile

\* corresponding author: phone:+34 93 413 72 75, fax:+34 413 74 01 and email: montserrat.perez-moya@upc.edu,

Scientific topic: Advanced Techniques for Waste Treatment

The simultaneous Fenton, Fenton-Like and Photo-Fenton reactions were found to be very efficient in the mineralization of the antibiotic Sulfamethazine (SMT) in aqueous solutions (1000 mL, 50 mg·L<sup>-1</sup>). The degradation process was monitored by the removal of total organic carbon (TOC).

Several blank experiments were performed to ensure that the treatment effectiveness is due to Fenton reagent enhanced with the appropriate light radiation. Clearly, Fenton reaction without light or just photolysis is less successful than the photo-Fenton process.

Hence, a factorial experimental design (2<sup>2</sup>) was applied to evaluate the effect of the Fenton reagent concentrations in the SMT antibiotic degradation. Variables studied were the iron and hydrogen peroxide concentrations, varying in the ranges 20-60 mg·L<sup>-1</sup> and 300-900 mg·L<sup>-1</sup> respectively.

So as to describe this behavior, two models were fit to degradation data, which are later compared and discussed. As previews studies show, a second order polynomial model, equation 1, may be a questionable approach an alternative model [1]. For this reason, Hoerl equation is proposed and validated aimed at a better empirical fitting to the performance of the system. The classical Hoerl model, equation 2, was designed for a maximum fitting flexibility, while preserving the chance of linearization [2].

$$f(\mathbf{x}) = a + \sum_i b_i x_i + \sum_i c_i x_i^2 + \sum_{i,j} d_{ij} x_i x_j \quad (1)$$

$$f(\mathbf{x}) = \prod_i a_i x_i^{b_i} e^{c_i x_i} = A \prod_i x_i^{b_i} e^{c_i x_i} \quad (2)$$

being  $x_1 \square [\text{H}_2\text{O}_2]$ ;  $x_2 \square [\text{Fe(II)}]$ ;  $f(\mathbf{x}) \square [\text{TOC}]$

**Table 1.** Coefficients of the models for different reaction times of the SMT degradation under Fenton reagent enhanced with light radiation and corresponding statistical indexes (Sum of Squares Error, R<sup>2</sup> and Adj-R<sup>2</sup>).

	Time (min)	A	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>	d <sub>12</sub>	SSE	R <sup>2</sup>	Adj-R <sup>2</sup>
Quadratic	30	1.07	-2.4·10 <sup>-4</sup>	-1.4·10 <sup>-7</sup>	- 0,01	4.4·10 <sup>-5</sup>	7.2·10 <sup>-6</sup>	0.070	0.612	0.22
model (1)	60	0.88	-3.2·10 <sup>-4</sup>	9.6 · 10 <sup>-8</sup>	- 0,01	5.1·10 <sup>-5</sup>	2.4·10 <sup>-6</sup>	0.086	0.482	-
Hoerl	30	18.56	-0.22	3.8 · 10 <sup>-4</sup>	- 0.80	1.60 · 10 <sup>-2</sup>	-	0.022	0.879	0.80
model (2)	60	127.96	-0.42	6.8 · 10 <sup>-4</sup>	- 1.26	3.00 · 10 <sup>-2</sup>	-	0.012	0.927	0.90

Results in Table 1 show that the model based on the Hoerl equation produces a much better fitting to the experimental data than the usual quadratic model. This is certain under an absolute criterion such as the residual values as well as a relative measure such as the adjusted coefficient of multiple determination (Adj-R<sup>2</sup>).

[1] M. Pérez-Moya, M. Graells, P. Buenestado, H.D. Mansilla, *Appl. Catal. B: Environ.* 2008, In Press.

[2] Daniel, Cuthbert. *Fitting equations to data; Computer analysis of multifactor data*; John Wiley and sons: New York, 2nd ed. 1980.





# **Anexo XI: Comunicación enviada al congreso SPEA5**

## Characterization of the Degradation Performance of the Sulfamethazine Antibiotic by Photo-Fenton Process

M. Pérez-Moya,<sup>a\*</sup> M. Graells,<sup>a</sup> G. Castells<sup>b</sup>, J. Amigó,<sup>a</sup> E. Ortega,<sup>a</sup> G. Buhigas,<sup>a</sup> H. Mansilla<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Departament d'Enginyeria Química, EUETIB, Universitat Politècnica de Catalunya, c/Comte d'Urgell 187, 08036 Barcelona, Spain (email:montserrat.perez-moya@upc.edu)

<sup>b</sup> Departament de Farmacologia, Terapèutica i Toxicologia, Facultat de Veterinària, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra, Spain.

<sup>c</sup> Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Concepción, Concepción, Chile.

Advanced Oxidation Processes (AOPs) have demonstrated to be effective for contamination remediation of wastewater involving pharmaceutically active compounds<sup>1-3</sup>

The recent concern about the degradation of pharmaceutical compounds, which have been consumed for many decades, is due to their presence in several public water systems in Europe, USA and Australia<sup>1</sup>. Specifically, the presence of active antibiotics in water alters the normal flora and allows the development of antibiotic-resistant bacteria<sup>2</sup>. Thus, the mineralization of these contaminants with conventional methods may not be effective. Conversely, pre or post AOP treatments may usually result in an interesting alternative to efficiently remediate the water contamination.

Sulfamethazine (SMT) is an antibiotic that belongs to the group of heterocyclic sulfonamides and it is widely used as antibacterial drug in medicine and veterinary. A recent work addressing photocatalytic degradation of SMT reports a quantitative degradation of 50 mg l<sup>-1</sup> solution of this organic compound after 4 h<sup>1</sup>. In the preliminary experiments performed the photo-Fenton reaction achieves the total elimination of the same solution in less than 5 minutes, as the HPLC analysis reveals in figure 1.

Figure 1 shows the evolution of SMT, TOC and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> concentration along the Photo-Fenton treatment investigated in this work. Simultaneous Fenton, Fenton-like and photo-Fenton reactions were performed on 50 mg l<sup>-1</sup> SMT (TOC = 30 ± 2 ppm; pH = 3,0 ± 0.5, Temperature = 18 - 19 °C). The Fenton reagent loads were: [H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>] = 600 ppm and [Fe (II)] = 50 ppm.

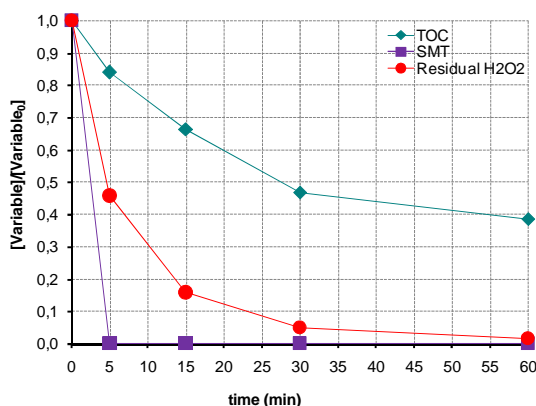
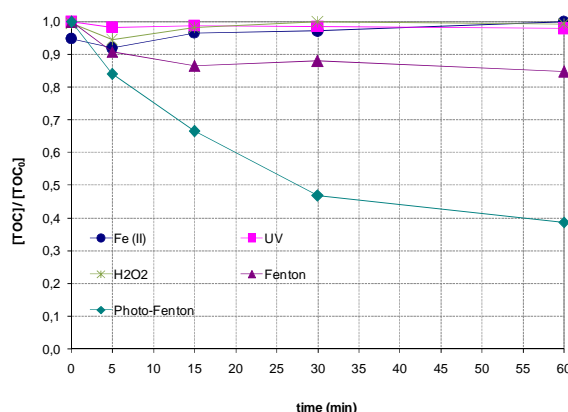


Figure 1. sulfamethazine, TOC and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> evolution.

Figure 1 also shows that SMT elimination is complete in just few minutes. In contrast, 1 hour reaction time does not ensure the total organic carbon (TOC) removal. Thus, the residual TOC may be attributed to the organic intermediates produced, and it is important to study their implication in the system. Figure 1 also shows that the residual hydrogen peroxide decrease is especially fast for short reaction times. The residual  $\text{H}_2\text{O}_2$  was also determined to ensure its residual value would not interfere in the biological tests performed.



**Figure 2.** TOC evolution as function of reaction time.

Several blank experiments were performed aimed at establishing that the treatment effectiveness is due to Fenton reagent enhanced with the appropriate light radiation. In figure 2, TOC evolution was plotted as a function of reaction time, under different experimental conditions. In all the cases the initial condition were  $50 \text{ mg l}^{-1}$  SMT,  $\text{pH} = 3,0 \pm 0,5$ , Temperature =  $18 - 19^\circ\text{C}$ . When the specific experiment requires Fenton reactive the loads used were  $[\text{H}_2\text{O}_2] = 600 \text{ ppm}$ ,  $[\text{Fe}(\text{II})] = 50 \text{ ppm}$  and the appropriate light radiation to enhance Fenton reactive system.

Clearly, Fenton reaction without light or just photolysis is less successful than the photo-Fenton process.

Subsequently, it is necessary to study the proper experimental condition in Photo-Fenton system to reduce SMT antibiotic and its byproducts. With the goal to evaluate the effect of the Fenton reagent concentrations in the SMT antibiotic degradation, a factorial experimental design ( $2^2$ ) was applied. Variables studied were the iron and hydrogen peroxide concentrations, varying in the ranges  $20\text{-}60 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  and  $300\text{-}900 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  respectively. The different operating conditions are summarized in table 1.

**Table 1** Factorial experimental design of SMT treated by Fenton and Photo-Fenton reactions.

Assays	Codified values		Variable levels		% TOC reduction after	
	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ]	[Fe(II)]	[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] (ppm)	[Fe(II)] (ppm)	30 min	60 min
A	-1	-1	300	20	18	41
B	1	-1	900	20	26	47
C	-1	1	300	60	44	51
D	1	1	900	60	31	45
E	0	0	600	40	<b>44</b>	<b>56</b>
F	0	0	600	40	<b>44</b>	<b>56</b>
G	0	0	600	40	<b>42</b>	<b>55</b>
H	-1.41	0	176	40	38	45
I	1.41	0	1024	40	45	56
J	0	-1.41	600	12	0,4	12
K	0	1.41	600	68	44	54

The Design of experiments (DOE) was used to plan the characterization of the degree of degradation attained (in terms of total organic carbon, TOC) as well as the SMT elimination levels. Under all the experimental conditions HPLC analysis reveals total elimination of SMT after a short reaction time. In contrast, the influence of a right Fenton reagent ratio is evident in terms of TOC degradation. It seems clear the existence of different reaction pathways in relation with the Fenton reagent ratios. HPLC also ensure diverse byproducts as function of the experimental conditions.

HPLC results may help to study a possible kinetic model for the degradation process. The study of the antibacterial activity of the intermediates related to the antibiotic activity of the studied sample is also required to complete this study.

If the only target is to remove the sulfamethazine antibiotic the Fenton reaction without light enhancement of the process is revealed successful enough. However, almost all of the TOC concentration is kept unchanged and the toxicity of the sample is not abated.

Once again, the chemical and biological test results of the samples are clearly dependent on the Fenton reagent ratios employed. Thus, the treatment goal will ascertain the more appropriate reaction conditions.

Results show that the selection of the correct Fenton reagent load is an important aspect that should be considered during the treatment process. This decision should be made regarding the goal of the process: total antibiotic mineralization, total toxicity abatement, or just guaranteeing of the biodegradability of partially treated wastewaters with antibiotics.

### Acknowledgements

The authors would like to thank the Spanish Ministerio de Educación y Ciencia for supporting the present research, which is part of the activities developed under the Project DPI2006-0567.

### Bibliography

- [1] S. Kaniou, K. Pitarakis, I. Barlagianni, I. Poulis, Chemosphere, 60 (2005), 372-380.
- [2] R. A. Palominos, A. Mora, M. A. Mondaca, M. Pérez-Moya, H. D. Mansilla, J. of Hazard. Mater. (2007), doi:10.1016/j.jhazmat.2008.01.117
- [3] P. Raja, A. Bozzi, W.F. Jardim, G. Mascolo, R. Renganathan, J. Kiwi, Appl. Catal. B:Environ., 2005, 59, 249-257.

