

# Adaptación de una industria del metal a la legislación ambiental aplicable

## Máster en Ingeniería y Gestión Medioambiental (MIGMA)

Año 2012

### TUTOR

Antonio Ponce Alonso

### AUTORES

Pilar Aranda Rodríguez

Pedro Pernas Filloy

Clara Rodríguez Díaz

Elvira Sáez Chamorro

Para ver este artículo, debe  
disponer de Galdames 7 y su  
usuario/contraseña

Esta publicación está bajo licencia Creative Commons Reconocimiento, No comercial, Compartirigual, (by-nc-sa). Usted puede usar, copiar y difundir este documento o parte del mismo siempre y cuando se mencione su origen, no se use de forma comercial y no se modifique su licencia. Más información: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>

# Índice

<b>0. Objetivo y metodología</b> .....	<b>5</b>
<b>1. Situación inicial</b> .....	<b>6</b>
1.1. Descripción general y situación administrativa .....	6
1.2. Situación Productiva .....	7
1.3. Situación Económica .....	17
1.4. Situación Ambiental.....	17
<b>2. Detección de la problemática ambiental</b> .....	<b>19</b>
2.1. Inspección ambiental .....	19
2.1.1. Vertidos .....	19
2.1.2. Gestión de residuos .....	19
2.1.3. Suelos.....	20
2.1.4. Permisos y autorizaciones .....	21
2.2. Auditoría ambiental .....	23
2.2.1. Vertidos .....	23
2.2.1.1. Información complementaria .....	28
2.2.2. Gestión de residuos .....	29
2.2.2.1. Gestión y almacenamiento de maizor .....	29
2.2.2.2. Gestión de los kits de laboratorio.....	29
2.2.2.3. Almacén de residuos.....	29
2.2.2.4. Envasado de residuos.....	31
2.2.2.5. Etiquetado de envases .....	31
2.2.2.6. Disposición de residuos en el almacén .....	32
2.2.3. Estudio de la contaminación del suelo .....	33
2.2.3.1 Fase preliminar .....	34
2.2.3.1.1. Estudio histórico.....	34
2.2.3.1.2. Estudio básico del medio físico .....	34
2.2.3.1.3 Inspección visual del emplazamiento.....	36
2.2.3.2. Muestreo.....	36
2.2.3.2.1 Fase I.....	36

2.2.3.2.2 Fase II.....	38
2.2.3.2.3 Fase III.....	38
2.2.3.3. Valores de referencia .....	41
2.2.3.3.1. Normativa estatal: RD 9/2005.....	41
2.2.3.3.2. Normativa de la C. de Madrid .....	41
2.2.3.3.3. Norma holandesa .....	42
2.2.4. Permisos y autorizaciones .....	43
2.2.4.1. Información complementaria .....	45
2.3. Conclusiones.....	46
<b>3. Evaluación de alternativas.....</b>	<b>57</b>
3.1. Adecuación de vertidos .....	57
3.1.1. Línea de hornos.....	57
3.1.2 Línea de recubrimiento .....	58
3.1.2.1. Minimización consumo de agua.....	59
3.1.2.1.1 Medidas generales.....	59
3.1.2.1.2 Reducción del arrastre.....	62
3.1.2.1.3. Técnicas de enjuague.....	67
3.1.3. Alternativas estudiadas para el tratamiento de vertido .....	70
3.1.3.1. Oxidación de cianuros.....	71
3.1.3.2. Neutralización, floculación y precipitación de metales.....	72
3.1.3.3 Electrocoagulación/ Floculación electrolítica .....	74
3.1.3.4. Precipitación de aniones.....	75
3.1.3.4.1. Cloruros .....	75
3.1.3.4.2. Boro .....	75
3.1.3.4.3. Conductividad .....	76
3.1.3.5. Filtración/ separación por membrana (Técnica de vertido cero) .....	76
3.1.3.5.1. Ultrafiltración .....	77
3.1.3.5.2. Osmosis inversa .....	77
3.1.3.6. Tecnología térmica: Evaporación (Técnica de vertido cero).....	78
3.1.4. Evaluación de alternativas .....	78
3.2. Gestión de residuos .....	82
3.2.1. Alternativa I.....	83
3.2.2. Alternativa II .....	88
3.2.3. Gestores de residuos.....	90
3.2.4. Evaluación de alternativas.....	91
3.3. Descontaminación de suelos.....	91

3.3.1. Alternativa I. In situ: Separación electrostática y Bioventilación .....	92
3.3.1.1. Separación electrostática .....	92
3.3.1.2. Bioventilación .....	93
3.3.2. Alternativa II. Ex situ: Lavado .....	95
3.3.3. Alternativa III. Excavado y depósito en vertedero .....	97
3.3.4. Gestores de suelos .....	98
3.3.5. Evaluación de alternativas.....	98
3.4. Resumen de alternativas seleccionadas .....	100
<b>4. Presupuesto de alternativas seleccionadas .....</b>	<b>102</b>
4.1. Presupuesto de adecuación de vertido .....	102
4.1.1. Presupuesto para la implantación de la alternativa en la línea de hornos ....	103
4.1.2. Línea de recubrimiento .....	104
4.1.2.1. Minimización del consumo de agua .....	104
4.1.2.1.1. Medidas generales .....	104
4.1.2.1.2. Reducción del arrastre.....	104
4.1.2.1.3. Técnicas de enjuague.....	104
4.1.3. Presupuesto para la depuración del vertido.....	104
4.2. Gestión de residuos .....	105
4.2.1. Presupuesto de adecuación de almacenamiento .....	105
4.3. Descontaminación de suelos.....	108
4.4. Cuenta de explotación.....	108
<b>5. Conclusión final .....</b>	<b>111</b>

## Bibliografía

## Anexos

## 0. Objeto y metodología.

El objeto de este proyecto es enfrentar a los alumnos a una situación lo más realista posible, en la que deban solucionar determinados problemas de índole ambiental en una industria, y finalmente evaluar la influencia en la cuenta de explotación de cumplir con garantías los requisitos legales ambientales.

El proyecto parte de la descripción de una industria en la que hay diversos problemas ambientales detectados mediante una inspección ambiental. Esa descripción es detallada y basada en casos reales, ofrecida en gran medida por el tutor. Incluye procesos industriales, equipos, maquinaria, materias primas y cuentas de explotación. El grupo de trabajo deberá determinar qué actuaciones deberán acometerse para hacer cumplir con garantías los requisitos legales aplicables. En este caso se han detectado un pequeño problema de contaminación del suelo derivado de una gestión de residuos irregular y una gestión del uso del agua poco eficaz que incumple los parámetros de vertido aplicables. El grupo deberá determinar medidas concretas para solucionar esos problemas, cuantificando su coste de implantación y mantenimiento. De esta forma, como ejercicio final, el grupo deberá aportar conclusiones útiles sobre la influencia de esas medidas en la cuenta de explotación.

Afrontar este proyecto tiene el riesgo principal de no lograr el realismo suficiente, tanto en la descripción inicial, como en las medidas a tomar y su justificación. Por el contrario, si la descripción de la situación inicial es suficientemente realista, el grupo de trabajo se habrá encontrado en la necesidad de justificar decisiones en el proyecto, similares a las que más tarde van a encontrarse en su vida laboral.

La metodología utilizada en la ejecución del proyecto se basa en la información aportada en la descripción inicial de la empresa. Si ésta es adecuada, permitirá el nivel de abstracción suficiente como para establecer criterios de decisión realistas para solucionar los problemas descritos. Ello desembocará necesariamente en un flujo de información coherente, completo y complejo, respecto de la situación final de la empresa, tanto desde el punto de vista técnico como el económico, siendo el primero el prioritario.

El tutor aporta la información de base para elaborar el apartado 1 de este índice, incluyendo visitas a empresas similares que puedan inspirar tanto la magnitud de los problemas descritos, como las soluciones a adoptar. El reto primordial del grupo es lograr el nivel de detalle suficiente en los criterios a utilizar como en la descripción de las medidas adoptadas en cuanto a sistemáticas de gestión y equipos implantados.

En todo el proyecto los hitos más relevantes son:

1. Situación inicial de la actividad
2. Detección de la problemática ambiental
3. Evaluación de alternativas
4. Presupuesto de alternativas seleccionadas

Todo el proyecto lleva un orden cronológico siendo el punto inicial la descripción de la empresa, continuando con cada uno de los descubrimientos sobre el estado de la empresa obtenidos por la auditoría ambiental incluyendo mediciones de la contaminación adaptados de casos reales similares y finalizando con medidas de corrección y prevención obtenidas de proveedores reales de los equipos y servicios necesarios.

## 1. Situación inicial de la empresa.

### 1.1. Descripción general y situación administrativa.

La empresa se denomina MIGMA2012, S.A. y está ubicada en el polígono industrial 1 de Pequeñomunicipio en la Comunidad de Madrid. La empresa se fundó en 1986 y se dedica a la fabricación de piezas metálicas. Las instalaciones de la empresa se encuentran en una parcela de unos 11.000m<sup>2</sup> de los cuales 9.000m<sup>2</sup> están ocupados por una nave de producción y oficinas. Toda la parcela tiene el firme de hormigón. El interior de la nave está además pulido y recubierto de resina.

La actividad cuenta con licencia municipal de funcionamiento otorgada por el Ayuntamiento en 1990. También está inscrita en el Registro de Pequeños Productores de Residuos Peligrosos de la Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid así como en el Registro Industrial de la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid.

La actividad consume energía eléctrica cuyo proveedor es Iberdrola. Anejo a la nave la compañía eléctrica tiene un transformador de su propiedad por el que cobra un arrendamiento, siendo su responsabilidad el mantenimiento.

La actividad también consume agua potable cuyo proveedor es el Canal de Isabel II. Existen dos conexiones de agua, una para consumo general y otra para el sistema de protección contra incendios. Ambas conexiones disponen de contador. Los vertidos de agua, tanto la utilizada en las instalaciones como las aguas pluviales, se vierten al sistema integral de saneamiento del polígono industrial. Ambos

consumos, tanto de energía eléctrica como de agua se dedican a la producción industrial y a las oficinas y procesos auxiliares.

La empresa no ha sufrido modificaciones relevantes en lo que a las construcciones se refiere. Desde el inicio de la actividad han sido sustituidas varias máquinas productivas, incluyendo la línea de tratamiento electrolítico de metales.

## 1.2. Situación productiva.

La actividad de la empresa se desarrolla según el siguiente diagrama general:

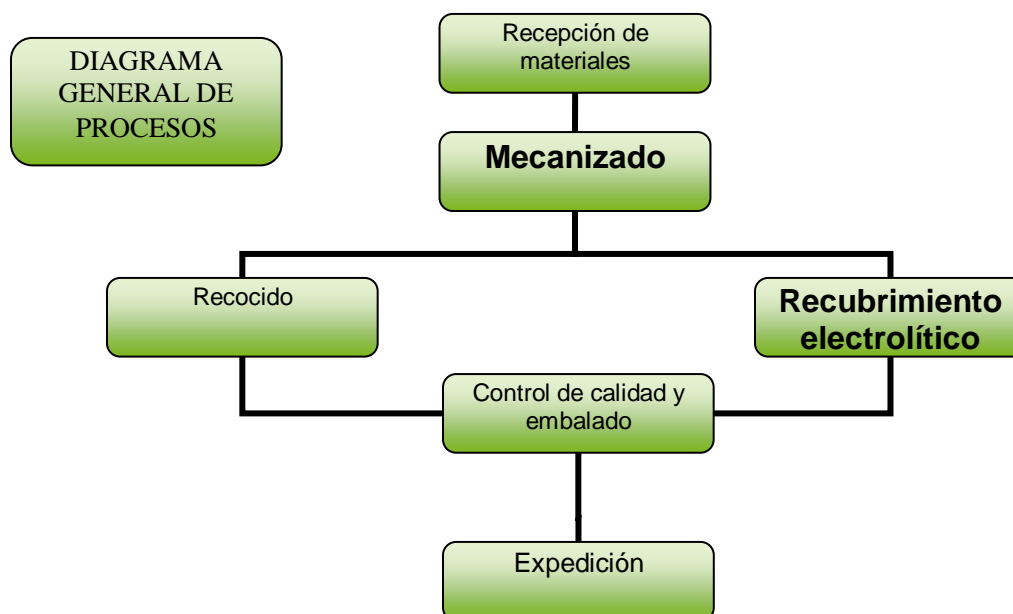


Figura 1.- Actividad de la empresa MIGMA2012 S.A.

La actividad de la empresa se desdobra en dos procesos productivos principales además de los procesos auxiliares necesarios.

Proceso principal 1: MECANIZADO.

- Prensas: Se obtienen los cospeles por un proceso de corte
- Secado: En contacto con maizor y aire caliente
- Torculado o moldeado del canto: Se modelan los cantos por aplicación de presión
- Horneado o recocido: los cospeles se introducen en hornos, ya sea de banda o de tambor con el objeto de reducir su dureza.

- Punzonado o grabado: Se realiza un moldeado del canto por un proceso similar al de Torculado pero en este caso se imprime una figura en todo el borde del cospel.
- Punzonado / ensamblado : en esta fase los cospeles son punzonados para que en una fase posterior sean ensamblados
- Ensamblado: proceso en el cual se unen dos cospeles por medio de la aplicación de una fuerza.
  - 3 Prensa
  - 3 Secadora
  - 3 Torculadora horizontal
  - 3 Torculadoras verticales
  - 1 punzonadora/ensambladora
  - 3 hornos de cinta
  - 1 horno de tambor
  - 3 Lavadora/pulidora

#### Proceso principal 2: RECUBRIMIENTO.

Se dota a los cospeles de una película de cobre con un grosor determinado, por introducción de los mismos en un baño electrolítico. Ocasionalmente se realiza recubrimiento con latón en las mismas instalaciones y el mismo proceso. Ambos recubrimientos se realizan por vía electrolítica a partir de disoluciones acuosas de los metales que de los que se desean recubrir las piezas introducidas. Aplicando una corriente eléctrica continua, se logra la reducción de los cationes metálicos hasta la forma metálica que se deposita en una fina película sobre la pieza que se desea recubrir que actúa como cátodo en el circuito eléctrico formado.

Al ser necesario que las piezas metálicas a recubrir actúen como cátodos, es necesario que las piezas formen parte del circuito eléctrico. Para ello se introducen en tambores metálicos y éstos sumergidos en los baños de tratamiento, de forma que al ir girando entran en contacto con la parte metálica del tambor, cerrando el circuito.

Las diferentes fases del recubrimiento habitualmente son:

- Desengrase.
- Decapado.
- Recubrimiento.
- Pasivado.



Después de cada fase de tratamiento debe haber uno o varios lavados con el objeto de no mezclar los líquidos de las diferentes fases.

Las diferentes técnicas de enjuague se describen profusamente en los capítulos 4.7 a 4.10 de la Guía de Mejores Técnicas Disponibles en el sector de los recubrimientos.

En el caso de MIGMA 2012, S.A. se dispone de dos enjuagues tras cada fase de tratamiento, siendo el flujo de agua en contracorriente. Las pérdidas de líquido de los baños de tratamiento se suplen con líquido del primer enjuague. El primer enjuague se rellena con líquido del segundo enjuague y agua limpia se introduce en el segundo enjuague. Los vertidos líquidos se producen por la escorrentía de las piezas al salir de los baños y por el desecho de baños de enjuague.

En caso de ser necesario desechar algún baño de tratamiento, se almacena en contenedores y se entrega a un gestor autorizado o se reutiliza.

Las medidas de las cubas son 3,5 x 0,7 x 1 metros.

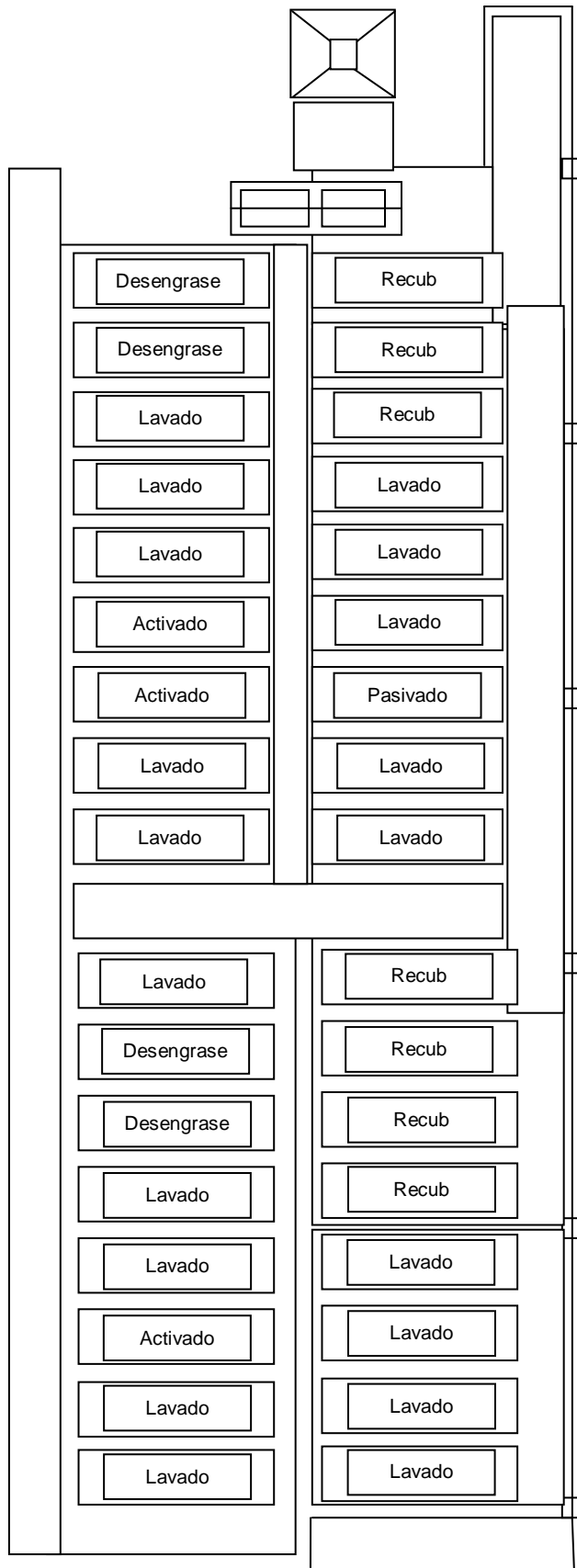


Figura 2.- Esquema de la línea de recubrimiento

### Proceso auxiliar 1: UTILLAJE Y MANTENIMIENTO

El utillaje es el conjunto de procesos destinados a la fabricación de útiles destinados a la manipulación de piezas metálicas, desde los tambores donde se recubren hasta las cintas transportadoras y tolvas mediante las que se transportan o los moldes de las prensas. Están íntimamente ligados al mantenimiento de las instalaciones. En ambos se utilizan herramientas manuales como pulidoras por chorreo, esmeriladoras, fresadoras, tornos, rectificadoras, sierras, etc.

### Proceso auxiliar 2: ALMACENAMIENTO DE MATERIAS PRIMAS

Existen dos almacenamientos de materias primas; el de metales que se realiza en el interior de la nave antes de la zona de mecanizado y después de la zona de recepción; y el de productos químicos que está en el exterior de la nave.

El almacenamiento de productos químicos consta de dos depósitos verticales de gases, uno para el hidrógeno y otro para el nitrógeno. Además tiene una zona contigua de almacenamiento de contenedores de 1.000L y palets con el resto de productos químicos utilizados.

### Proceso auxiliar 3: LABORATORIO

En la zona de recubrimiento, contigua a las oficinas, se dispone de un pequeño laboratorio cuyo objetivo es controlar la composición de los baños de tratamiento mediante medidas de pH, temperatura, conductividad y concentraciones de determinados metales. Las mediciones de pH, temperatura y conductividad se realizan con sondas electrónicas. Las mediciones de concentraciones de iones se realizan con kits comerciales.

Tabla 1.- Consumo anual de materias primas.

Materia prima	Cantidad
CASTROL COOLEEDGE BI	1.405 kg
BP MACCURAT D 150	560 l
MAIZOR	5.800 kg
NITRÓGENO /LASAL 1/LASAL 2001	200.174 m <sup>3</sup>
HIDROGENO LIQUIDO (LHy)	9.742 m <sup>3</sup>
CLORURO FÉRRICO 40 %	5.168 kg
COMPUESTO FC 482	2.860 kg
COMPUESTO FC 122 A	9.260 kg
ENPREP 146	970 kg

Tabla 1 (cont.)- Consumo anual de materias primas.

Materia prima	Cantidad
ENPREP OC	2.130 kg
CIANURO DE COBRE	3.200 kg
CIANURO SODICO (Briquetas)	13.170 kg
ACIDO SULFURICO 50 %	19.010 kg
ANTI-TARNISH CU	200 l
ACIDO CLORHIDRICO 30%-37%	28.490 l
SOSA CAUSTICA ESCAMAS	625 kg
HIDRÓXIDO SÓDICO 60%	17.420 kg
HIPOCLORITO SODICO	1.010 kg
HIDROXIDO DE CALCIO	2.900 kg
AGUA	79.460 m3
ELECTRICIDAD	7.250.300 MW/h

Tabla 2.- Descripción de los almacenamientos

Materia prima	Estado agregación	Envase	Almacenamiento	Frases riesgo	Proceso
CASTROL COOLEEDGE BI	Líquido	Bidón metálico 208 L	Proteger de heladas. Almacenar alejado de la luz solar. Almacenar entre 5-50 (°C)		Prensas
BP MACCURAT D 150	Líquido	Garrafa plástico 25L	No almacenar en recipientes abiertos o sin identificación. Almacenarlo lejos de agentes oxidantes fuertes o de material combustible.		Prensas
MAIZOR	Sólido	Saco 25 kg	En lugar seco. En ambientes cerrados		Prensa-Secadora

**Tabla 2 (cont.)- Descripción de los almacenamientos**

Materia prima	Estado agregación	Envase	Almacenamiento	Frases riesgo	Proceso
NITROGENO /LASAL 1 /LASAL 2001	Gas	Cisterna	Debe prevenirse la filtración de agua al interior del recipiente. Mantener el contenedor por debajo de 50°C, en lugar bien ventilado.	RA5	Hornos
HIDRÓGENO LIQUIDO (LHy)	Líquido	Baterías	Debe prevenirse la filtración de agua al interior del recipiente. Asegúrese que el equipo está adecuadamente conectado a tierra. Mantener lejos de puntos de ignición, incluyendo descarga estática. Separar de los gases oxidantes o de otros materiales oxidantes. Mantener el contenedor por debajo de 50°C, en lugar bien ventilado	R12 RA5 RFb	Hornos
CLORURO FERRICO 40 %	Líquido	RP	Almacenar en un local aireado, fresco. Lejos de fuentes elevadas de calor. Lejos de productos reactivos. Conservar en recipientes de origen, cerrados. Cubeto de retención bajo los recipientes e instalaciones de transporte. Prever instalaciones eléctricas estancas y anticorrosivas.	R21/R22 R34 R36/R38	Lavadoras
COMPUESTO FC 482	Líquido	RP y garrapas de 30 kg	Almacenar los bidones bien cerrados y en lugar seco a una temperatura no inferior a 0°C. Proteger del frío.	R34	Lavadora

Tabla 2 (cont.)- Descripción de los almacenamientos

Materia prima	Estado agregación	Envase	Almacenamiento	Frases riesgo	Proceso
COMPUESTO FC 122 A	Líquido	RP	Almacenar los bidones bien cerrados y en lugar seco de 5 a 30°C.		Lavadora
ENPREP 146	Sólido	Sacos de 25 Kg	Almacenar en lugar fresco y seco No almacenar debajo de líquidos. Almacenar alejado de ácidos y materiales inflamables (líquidos o sólidos).	R35	Línea Galvanica
ENPREP OC	Sólido	Sacos de 25 Kg	No almacenar debajo de líquidos Mantener los envases perfectamente cerrados. Almacenar alejado de ácidos.	R35 R37	Línea Galvanica
CIANURO DE COBRE I (MIN. 70 % Cu)	Sólido	Bidones metálicos de 25L	Colocar los envases en zonas secas y protegerlos de la corrosión y humedad. Local bien ventilado y proveer que haya suficientes instalaciones para la retención del agua de extinción. Manténgase el recipiente bien cerrado, no utilizar el aluminio. No almacenar conjuntamente con ácidos. Manténgase lejos de alimentos, bebidas y piensos. Conservar bien cerrado.	R26 R27 R28/R32	Línea Galvanica

Tabla 2 (cont.)- Descripción de los almacenamientos

Materia prima	Estado agregación	Envase	Almacenamiento	Frases riesgo	Proceso
CIANURO SÓDICO (Briquetas)	Sólido	Bidón metálico 50 kg.	Mantener el recipiente herméticamente cerrado y en lugar seco y bien ventilado. Proveer que haya suficientes instalaciones para la retención del agua de extinción. No utilizar Aluminio. No almacenar conjuntamente con ácidos, sales acidas, agentes oxidantes. Separar de géneros alimenticios de toda clase, alimentos para animales.	R26 R27 R28/R32	Línea Galvanica
ACIDO SULFÚRICO 50 %	Líquido	RP	No almacenar el producto junto o a la vez que productos básicos. Almacenar en depósitos de material plástico.	R35	Línea Galvanica
ANTI-TARNISH CU	Líquido	Garrafas de 25 l	Almacenar en lugar fresco y seco, en contenedores perfectamente cerrados. Mantener alejado de agentes oxidantes. No almacenar sobre sólidos. El envase debe ser inerte, fabricado en polietileno, precintable y suficientemente fuerte.	R23/R25 R11	Línea Galvanica
ACIDO CLORHIDRICO 30%-37%	Líquido	Cisterna	En un lugar ventilado, fresco. Conservar en recipiente de origen, cerrado, lejos de sustancias reactivas y de fuentes de calor. Cubeto de retención bajo los recipientes.	R34 R37	Línea Galvanica

Tabla 2 (cont.)- Descripción de los almacenamientos

Materia prima	Estado agregación	Envase	Almacenamiento	Frases riesgo	Proceso
SOSA CÁUSTICA ESCAMAS	Sólido	Sacos de 25 kg	Almacenar en un lugar seco, y conservar en recipientes de origen, cerrados.	R35	Línea Galvanica
HIDRÓXIDO SÓDICO 70%	Líquido	Cisterna	Conservar en recipientes de origen, cerrados. Lejos de sustancias reactivas. Cubeto de retención bajo los recipientes.	R35	Línea Galvanica
HIPOCLORITO SÓDICO	Líquido	RP y Cisterna	No almacenar el producto próximo a fuentes de calor. No almacenar el producto a la intemperie, expuesto a los rayos del sol y a altas temperaturas. Almacenar en lugar fresco y bien ventilado. Apartado de sustancias combustibles. Cubeto de retención bajo los recipientes e instalaciones de transporte. En recipientes limpios. Conservar en recipientes provistos de válvula/respiradero de seguridad.	R31 R34	Línea Galvanica
HIDROXIDO DE CALCIO	Sólido	Silos	En lugares secos, protegidos de la humedad y transporte. Separado de los ácidos.	R36 R37 R38	Línea Galvanica

Los productos acabados que comercializa MIGMA2012, S.A. son cospeles de aleación y cospeles de acero cobreado. En los últimos cuatro años la producción ha sido la siguiente:



**Tabla 3. Producción por años**

Producción (Tm)	Año
7.600	2008
8.440	2009
7.520	2010
6.810	2011

### 1.3. Situación económica.

MIGMA2012, S.A. tiene 25 trabajadores con un coste anual de casi 1,2 millones de euros. Ese coste está repartido prácticamente a la mitad entre mano de obra directa e indirecta. No hay en plantilla ningún responsable de medio ambiente. Esa responsabilidad recae en el director de la fábrica.

Se reproduce anexa la cuenta de explotación antes de impuestos del año 2011.

La subcontratación de galvanotecnia es un tipo de subcontratación de trabajos, que en este caso es la subcontratación del recubrimiento de piezas. La razón es que MIGMA2012 es capaz de fabricar más piezas de las que es capaz de recubrir y subcontrata una parte.

En Otros costes directos se contabilizan todos los costes relacionados directamente con la producción que no sea posible encajar en ningún otro epígrafe. En nuestro caso es desglose aproximado de ese epígrafe es:

- Gestión y transporte de residuos (aproximadamente 120.000€).
- Agua (1,45€/m<sup>3</sup>, alrededor de 110.000€)
- Sanciones de diverso tipo.
- Gastos de representación.
- Elemento de protección colectiva e individual (equipos de prevención de riesgos laborales).
- Otros costes de PRL ligados a la producción como los reconocimientos médicos de la mano de obra directa.

### 1.4. Situación ambiental.

Modos de operación relacionados con los aspectos ambientales principales.

La línea de recubrimiento electrolítico tiene un sistema de aspiración que recoge los vapores que pueden generarse en el proceso de recubrimiento y los canaliza hasta unas chimeneas. Un Organismo

de Control Autorizado hace periódicamente una inspección reglamentaria de esos focos de emisión. Se cumplen los límites de emisión.

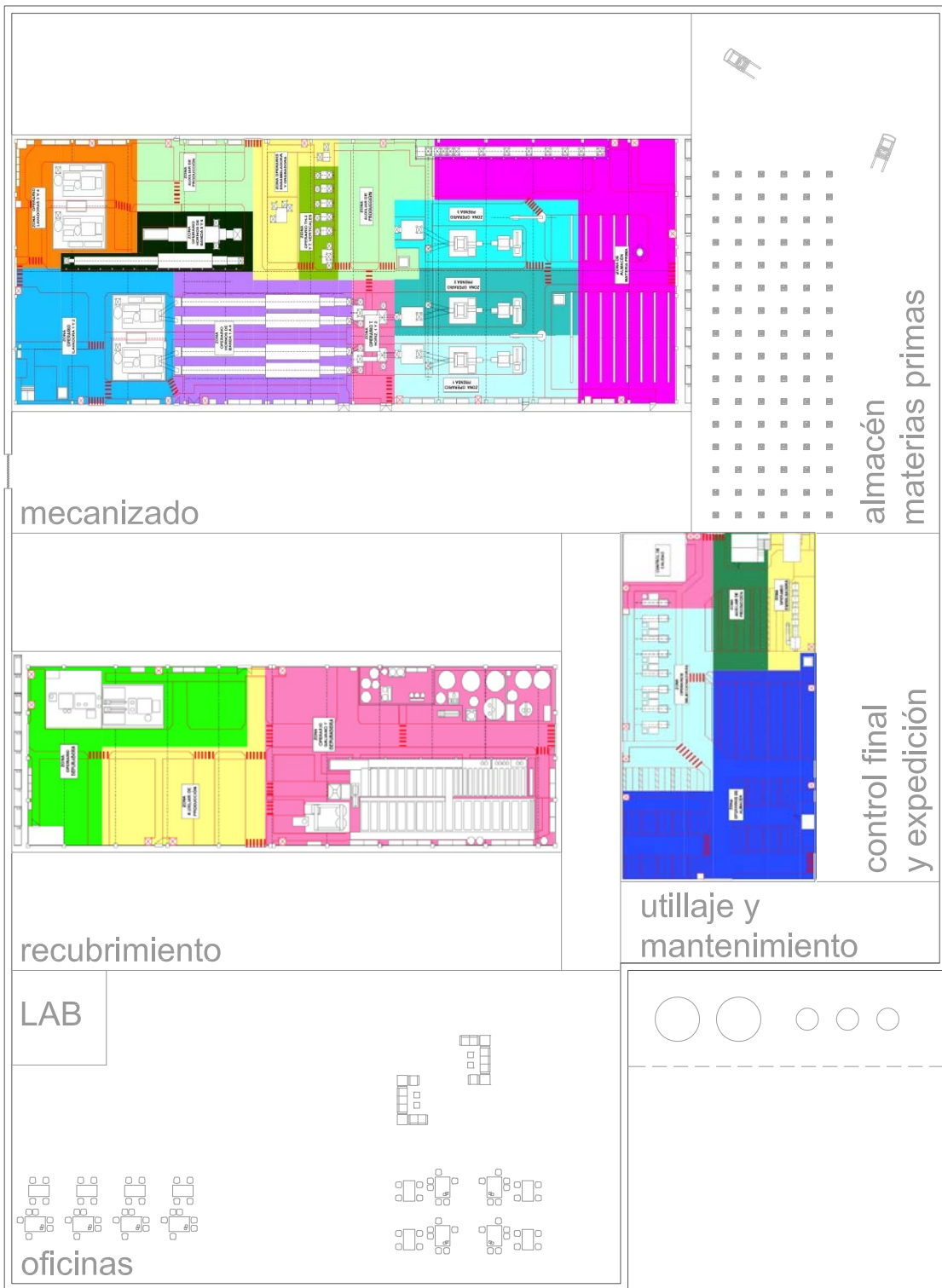
Las aguas de lavado de la línea de recubrimiento se vierten al sistema integral de saneamiento. Los baños de tratamientos agotados o inservibles se gestionan a través de un gestor autorizado de residuos peligrosos o se reutilizan.

Además de los mencionados baños de tratamiento, la empresa gestiona como residuo peligrosos taladrinas y otros aceites.

Todos los residuos peligrosos que se gestionan con una empresa externa se almacenan en contenedores de 1.000L en una zona contigua a los depósitos de gases.

- Baños de tratamiento - 220 Tm
- Taladrina - 2 Tm
- Lodos de limpieza de cubas - 50 Tm
- Envases vacíos contaminados - 100 m3

Por último se adjunta mapa de la instalación.



Título Plano Situación Inicial Fábrica

Nombres  
 Elvira Sáez Chamorro  
 Pilar Aranda Rodríguez  
 Clara Rodríguez Díaz  
 Pedro Pernas Filloy

EOI - Escuela de Organización Industrial

6 de Julio de 2012

Nº Lámina  
 1/4

Escala  
 1/550

Proyecto  
 Adaptación de una industria del metal a la legislación ambiental aplicable.

## 2. Detección de la problemática ambiental

### 2.1. Inspección Ambiental

Se produce una inspección por parte del órgano ambiental competente (Acta de Inspección contenida en el Anexo I) que encuentra y justifica las siguientes irregularidades:

#### 2.1.1. Vertido

- Existe sospecha de incumplimiento en el límite de vertido, ante la utilización de sustancias peligrosas y dada la ausencia de un módulo de depuración de efluentes líquidos.

El laboratorio de la fábrica sólo mide pH y conductividad con una periodicidad no establecida, y el último análisis del que se tiene conocimiento es de hace diez años, incumpliendo rigurosamente la Ley 10/1993, de 26 de octubre, sobre vertidos líquidos industriales al Sistema Integral de Saneamiento de la Comunidad de Madrid.

#### 2.1.2. Gestión de residuos

De acuerdo con lo establecido en la Ley 22/2011 de Residuos, se encuentran derivadas de la inspección los siguientes incumplimientos:

- El maizor y los kits de laboratorio no se tratan como residuo peligroso.

A pesar de que ambos residuos están considerados como residuo peligroso, en la actual gestión de MIGMA2012 S.A. ambos se tratan como residuo sólido urbano. Este incumplimiento queda reflejado en la Orden MAM 304/2002.

- En la inspección al almacén de residuos se detectaron irregularidades en las condiciones necesarias de almacenamiento.

Se encuentra sin techar y sin un suelo impermeabilizado. Además se produce un almacenamiento conjunto de los residuos peligrosos y no peligrosos. También se detectó que carece de las medidas necesarias para el control de derrames. Por tanto y de acuerdo al artículo 18.1 de la Ley 22/2011, el productor, MIGMA2012 S.A., estaría incumpliendo sus obligaciones en las condiciones de seguridad de su almacenamiento.

- Se encontraron irregularidades en cuanto al tiempo de almacenamiento.

Los residuos peligrosos deben almacenarse como tiempo máximo durante 6 meses según lo expuesto en el artículo 18.1 de la Ley 22/2011 de Residuos y Suelos Contaminados. El almacén tendrá por tanto, capacidad suficiente para almacenar correctamente los residuos producidos durante este tiempo.

- El etiquetado de los residuos carece de la información requerida por el artículo 18.3 de la Ley 22/2011 de Residuos y Suelos Contaminados.

El citado artículo indica que se deberá de realizar un etiquetado en el lugar de producción antes de su recogida y transporte con arreglo a la Orden MAM 304/2002 y a lo establecido en el artículo 14 del RD 833/1988 incluyéndose el código de seis dígitos de la Lista Europea de Residuos (LER) y los correspondientes pictogramas de riesgos.

- Los envases utilizados para el almacenamiento de los residuos no cumplen con los requisitos reflejados en la en el artículo 13 del RD 833/1988 que desarrolla la Ley 10/1998 de Residuos en materia de peligrosos.

Los residuos se cubren con lonetas y plásticos por lo que no cumplen con los requisitos de seguridad.

- La categorización de los residuos se hace de manera incorrecta.

No se separan en función de las incompatibilidades que presentan. No respetando las condiciones de seguridad, segregación e higiene, de acuerdo a lo establecido en la Ley 5/2003 en el Art.25. Asimismo se debe segregar y almacenar adecuadamente los residuos y no efectuar mezclas que dificulten su gestión, o supongan un aumento de su peligrosidad, como establece el artículo 38 de la ley antes citada.

### **2.1.3. Suelos**

Durante la inspección se encontraron las siguientes irregularidades en cuanto a lo que a suelos se refiere:

- Se observaron en el almacén de residuos peligrosos dos zonas en particular en las que parece que el hormigón ha sufrido corrosión. Se desconoce el grosor de la capa de hormigón que queda intacta y el alcance de esta contaminación.

- La presencia de manchas en el suelo indica que se han producido derrames en varias zonas, que han provocado el deterioro de parte del firme.
- Derivado de este hecho, cabe suponer una posible contaminación del suelo, por lo que se hace necesario un estudio más detallado para comprobar el estado del mismo y en su caso el estado de las aguas subterráneas (si las hubiera y si se hubieran visto afectadas).
- Por último, la existencia de juntas de dilatación en mal estado favorece la permeabilidad del hormigón, que en caso de que hubieran ocurrido accidentes anteriores pudieran haber ocasionado otros puntos de contaminación en el suelo no visibles a simple vista.

#### **2.1.4. Permisos y autorizaciones**

MIGMA2012 S.A. no posee los siguientes permisos, licencias o autorizaciones:

- No se dispone de una autorización ambiental integrada (AAI).

De acuerdo con lo establecido en la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación (IPPC), la actividad que desarrolla MIGMA2012 S.A. se encuentra incluida en el anejo 1 de la presente ley, bajo el epígrafe “Instalaciones para el tratamiento de superficie de metales y materiales plásticos por procedimiento electrolítico o químico, cuando el volumen de las cubetas o de las líneas completas destinadas al tratamiento empleadas sea superior a 30 m3.” Siendo por tanto de aplicación esta normativa, MIGMA2012 S.A. está obligada a tener una autorización ambiental integrada, según el artículo 5 de la presente ley.

- Se realiza un vertido al Sistema Integral de Saneamiento que requiere una autorización, sin disponer de ella.

En el anexo 3 de la Ley 10/1993, de 26 de octubre, sobre Vertidos Líquidos industriales al Sistema Integral de Saneamiento de la Comunidad de Madrid, se indica que las instalaciones que superen un caudal de abastecimiento y autoabastecimiento de 22.000 m3/año, estarán obligadas a presentar la Solicitud de Vertido al ayuntamiento del municipio correspondiente.

- MIGMA2012 S.A. se ha inscrito incorrectamente en el Registro de Pequeños Productores de Residuos de la Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid.

De acuerdo con el artículo 22 del Real Decreto 833/1998, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, se considerarán pequeños productores aquellos que por generar o importar menos de 10000 kilogramos al año de residuos tóxicos y peligrosos, adquieran este carácter mediante su inscripción en el registro que a tal efecto llevarán los órganos competentes de las Comunidades Autónomas. Sin embargo, MIGMA2012 S.A. genera una cantidad superior a 10 t/año de residuos peligrosos, por lo que no se encuentra dentro de este grupo especial. Por otro lado, dada su calificación como Productor de Residuos Peligrosos en una cantidad superior a 10 t/año, MIGMA2012 S.A. deberá presentar una comunicación ante el órgano ambiental competente de la Comunidad Autónoma.

- No se ha efectuado un estudio de minimización de residuos peligrosos.

Según el artículo 17.6 de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, los productores de residuos peligrosos estarán obligados a elaborar y remitir a la Comunidad Autónoma un estudio de minimización, comprometiéndose a reducir la producción de sus residuos.

- MIGMA2012 S.A. no ha suscrito una garantía financiera para cubrir las responsabilidades derivadas de su actividad.

Según el artículo 17.7 de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, el productor de residuos peligrosos podrá ser obligado a suscribir una garantía financiera que cubra las responsabilidades a que puedan dar lugar sus actividades atendiendo a sus características, peligrosidad y potencial de riesgo.

- La empresa no lleva un registro interno de los residuos peligrosos producidos o importados y del destino de los mismos.

El artículo 38, apartado c), de la Ley 5/2003, de 20 de marzo, de Residuos de la Comunidad de Madrid, se especifica que los productores de residuos peligrosos están obligados a llevar un registro de los residuos peligrosos producidos o importados y del destino de los mismos. Este registro contendrá los datos correspondientes a los últimos cinco años, deberá permanecer en el centro productor a disposición de la autoridad competente. Esta información se guardará archivada por un periodo de tres años, según se especifica en la Ley 22/2011 de residuos y suelos contaminados.

- No se ha presentado una Memoria anual de actividades ante la Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid.

El artículo 38, apartado e), de la Ley 5/2003, de 20 de marzo, de Residuos de la Comunidad de Madrid, se especifica que los productores de residuos peligrosos están obligados a presentar una Memoria anual de actividades ante la Consejería competente en materia de medio ambiente en la que se deberán especificar, como mínimo, la cantidad de residuos peligrosos producidos, así como la naturaleza y destino de los mismos.

- No se ha efectuado una Auditoría Ambiental por una Entidad inscrita en el Registro de Entidades de Control Ambiental.

El artículo 38, apartado f), de la Ley 5/2003, de 20 de marzo, de Residuos de la Comunidad de Madrid, se especifica que los productores de residuos peligrosos están obligados a realizar y presentar cada dos años a la Consejería competente en materia de medio ambiente una Auditoría Ambiental realizada por una de las Entidades inscritas en el Registro de Entidades de Control Ambiental.

- No se ha realizado un estudio preliminar de la contaminación del suelo.

Según lo establecido en el artículo 3.1 del Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados, los titulares de las actividades relacionadas en el anexo I estarán obligados a remitir al órgano competente de la comunidad autónoma correspondiente, en un plazo no superior a dos años, un informe preliminar de situación para cada uno de los suelos en los que se desarrolla dicha actividad, con el alcance y contenido mínimo recogido en el anexo II de dicha ley. La actividad de MIGMA2012 S.A. se encuentra clasificada en el anexo I bajo el epígrafe de “Tratamiento y revestimiento de metales”, por lo que están obligados a presentar dicho informe.

## **2.2 Auditoría ambiental**

Como consecuencia de la inspección por parte de la Administración y habiendo encontrado numerosos incumplimientos, la empresa considera de interés encargar una Auditoría Ambiental a un organismo externo que analice los aspectos anteriormente detectados con el fin de analizar en profundidad estos incumplimientos, así como una enumeración acerca de los requisitos legales de cada aspecto.

### **2.2.1. Vertidos**

- MIGMA2012 S.A. dispondrá, para la toma de muestra y mediciones de caudales u otros parámetros, de una arqueta o registro de libre acceso desde el exterior y de acuerdo con el diseño indicados en



la legislación, situada aguas abajo del último vertido y de tal forma ubicada que el flujo del efluente no pueda variarse (Ley 10/1993, art.27, anexo 5). Sin embargo, se recomienda que la toma de muestra se lleve a cabo en la arqueta donde se recogen únicamente las aguas de proceso, para asegurar de esta forma el cumplimiento con garantías del límite de vertido establecido por la Administración. (Ley 10/1993, art.27).

- Cada muestra se fraccionará en tres partes, dejando una a disposición del usuario, otra en poder de la Administración actuante y la tercera, debidamente precintada, acompañará al Acta levantada. (Ley 10/1993, art.22).
- Para la caracterización del vertido se empleará los métodos analíticos determinando los diferentes parámetros que se indican a continuación. (Decreto 57/2005, Anexo 4, Tabla 1).

Tabla 4.- Técnicas analíticas empleadas en la determinación de los parámetros de vertido (Anexo 4, Decreto 57/2005)

PARÁMETRO	TÉCNICA	Límite de detección <sup>(1)</sup> %	Precisión <sup>(2)</sup> %	Exactitud <sup>(3)</sup> %
1. Temperatura	- Termometría	---	---	---
2. pH	- Electrometría	---	2	2
3. DBO5	- Incubación, cinco días a 20°C	---	20	20
4. DQO	- Reflujo con dicromato potásico	---	10	10
5. Sólidos en suspensión	- Gravimetría previa filtración sobre membrana de 0.45 micras	---	10	10
6. Aceites y grasas	- Extracción y gravimetría - Espectrofotometría de absorción atómica	---	10	10
7. Cianuros totales	- Destilación y espectrofotometría de absorción molecular	10	10	10
8. Cloruros	- Cromatografía iónica - Espectrofotometría de absorción molecular - Potenciometría - Titulación	10	10	10
9. Conductividad	- Electrometría	10	10	10
10. Detergentes totales	- Espectrofotometría de absorción molecular	10	10	10
11. Fluoruros	- Cromatografía iónica - Electrodo selectivo - Espectrofotometría de absorción molecular	10	10	10
12. Sulfatos	- Espectrofotometría de absorción molecular	10	10	10
13. Sulfuros	- Espectrofotometría de absorción molecular	10	10	10
14. Toxicidad	- Ensayo toxicidad aguda en Daphnia	---	---	---
15. Compuestos Organohalogenados adsorbibles (AOX)	- Culombimetría	10	20	20
16. Trihalometanos, total	- Cromatografía de gases	10	20	20

Tabla 4 (cont.)- Técnicas analíticas empleadas en la determinación de los parámetros de vertido (Anexo 4, Decreto 57/2005)

PARÁMETRO	TÉCNICA	Límite de detección <sup>(1)</sup> %	Precisión <sup>(2)</sup> %	Exactitud <sup>(3)</sup> %
17. BTEX (benceno, tolueno, etilbenceno, xileno)	- Cromatografía de gases con detector cromatográfico específico o detector de espectrometría de masas - Sistema de inyección específico para sustancias volátiles	10	25	25
18. Fenoles totales	- Cromatografía de gases - Destilación y espectrofotometría de absorción molecular, método amino-4-antipirina	10	10	10
19. Hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH)	- Cromatografía de líquidos de alta resolución - Cromatografía de gases	10	20	20
20. Hidrocarburos totales	- Espectrofotometría de absorción infrarroja	10	20	20
21. Aluminio	- Absorción atómica - Espectrofotometría de absorción molecular	10	10	10
22. Arsénico total	- Espectrofotometría de emisión por plasma -ICP - Absorción atómica	10	10	10
23. Bario	- Absorción atómica	10	10	10
24. Boro	- Absorción atómica - Espectrofotometría de absorción molecular	10	10	10
25. Cadmio	- Espectrofotometría de emisión por plasma -ICP - Absorción atómica	10	10	10
26. Cobre	- Espectrofotometría de emisión por plasma -ICP - Absorción atómica	10	10	10
27. Cromo hexavalente	- Espectrofotometría de absorción molecular	10	10	10
28. Cromo total	- Espectrofotometría de emisión por plasma -ICP - Absorción atómica	10	10	10

Tabla 4 (cont.)- Técnicas analíticas empleadas en la determinación de los parámetros de vertido (Anexo 4, Decreto 57/2005)

PARÁMETRO	TÉCNICA	Límite de detección <sup>(1)</sup> %	Precisión <sup>(2)</sup> %	Exactitud <sup>(3)</sup> %
29. Estaño	- Absorción atómica - Espectrofotometría de absorción molecular	10	10	10
30. Hierro	- Absorción atómica - Espectrofotometría de absorción molecular	10	10	10
31. Manganeso	- Absorción atómica - Espectrofotometría de absorción molecular	10	10	10
32. Mercurio	- Absorción atómica - Espectrofotometría de absorción molecular	10	10	10
33. Níquel	- Espectrofotometría de emisión por plasma -ICP - Absorción atómica	10	10	10
34. Plata	- Absorción atómica	10	10	10
35. Plomo	- Espectrofotometría de emisión por plasma -ICP - Absorción atómica	10	10	10
36. Selenio	- Espectrofotometría de emisión por plasma -ICP - Absorción atómica	10	10	10
37. Zinc	- Espectrofotometría de emisión por plasma -ICP - Absorción atómica	10	10	10
38. Fósforo total	- Espectrofotometría de absorción molecular	10	10	10
39. Nitrógeno total	- Espectrofotometría de absorción molecular	10	10	10

(1) Se entiende por límite de detección el triple de la desviación típica relativa dentro del lote de una muestra natural que contenga una baja concentración del parámetro, o bien el quíntuplo de la desviación típica relativa dentro del lote de una muestra en blanco.

(2) Se entiende por precisión el error aleatorio y se expresa habitualmente como la desviación típica (dentro de cada lote y entre lotes) de la dispersión de resultados en torno a la media. Se considera una precisión aceptable el doble de la desviación típica relativa.

(3) Se entiende por exactitud el error sistemático y representa la diferencia entre el valor medio de un gran número de mediciones reiteradas y el valor exacto.

- Los análisis de las muestras podrán realizarse en las instalaciones homologadas designadas por la Administración actuante, en las de una empresa Colaboradora, al menos del Grupo 2, del Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, o en las de una Empresa Colaboradora en materia de medio ambiente industrial del Ministerio de Industria y Energía. Las muestras que vayan a ser analizadas no llevarán identificación o señal alguna que permita determinar la procedencia, ni la identidad de la instalación industrial de que procedan. (Ley 10/1993, art.24)
- Se tomarán las muestras y realizarán los análisis que se especifiquen en la propia Autorización para verificar que los vertidos no sobrepasan las limitaciones establecidas en la presente ley. Los resultados de los análisis deberán conservarse al menos durante tres años. Las determinaciones y los resultados de estos análisis de autocontrol podrán ser requeridos por la Administración. Esta información estará siempre a disposición del personal encargado de la inspección y control de los vertidos en el momento de su actuación. La administración competente podrá requerir a MIGMA2012 S.A. que presente periódicamente un informe sobre el efluente (Ley 10/1993, art.25, 26).
- Según lo expuesto anteriormente, se pide una analítica de caracterización de vertido completa, donde se determinen todos los parámetros exigidos por la legislación en materia de vertidos industriales (Ley 10/1993, Decreto 57/2005). Los resultados de este análisis, efectuado por la empresa ALKAMI S.A., se encuentran en el Anexo II.
- Posteriormente y como parte de las labores de auditoría, se estudió el grado de cumplimiento legal de los parámetros de vertido y se determinó que en la situación actual MIGMA2012 S.A. presenta incumplimiento en los niveles de conductividad y en concentración de cianuros, cobre y tóxicos metálicos, según se muestra en la tabla 8. Comparación límites de vertido en la legislación- concentración de contaminantes en el vertido de la línea de proceso actual

#### **2.2.1.1. Información complementaria**

- El muestreo del vertido de MIGMA2012 S.A. lo realizará personal oficialmente designado por la Administración y las muestras simples serán recogidas en el momento más representativo del vertido, señalado por la Administración actuante. En caso de que en intervalos de tiempo establecidos se permitan vertidos con valores máximos de contaminación, los controles se efectuarán sobre muestras compuestas. Éstas serán obtenidas por mezcla y homogeneización de muestras simples recogidas en el mismo punto y en diferentes tiempos, siendo el volumen de cada muestra simple proporcional al volumen del caudal vertido. (Ley 10/1993, art.20-21).

### **2.2.2. Gestión de residuos**

La gestión de residuos es uno de los aspectos más importantes de la empresa por el volumen de irregularidades y la variedad de problemáticas que se presentan.

Debido a que los residuos presentan gran cantidad de irregularidades se han clasificado de la siguiente manera:

#### **2.2.2.1. Gestión y almacenamiento de maizor**

Según su ficha técnica el maizor, que se utiliza como absorbente para retirar los aceites procedentes del tratamiento mecánico de los cospeles, no es una sustancia peligrosa como materia prima.

Por otro lado, los aceites de corte utilizados por la empresa MIGMA2012 S.A quedan descritos por la Orden MAM 304/2002 con el código 120110\*, ya que son residuos del moldeo y tratamiento físico y mecánico de superficie de metales.

De ahí a que cuando se procede a desechar el maizor su contenido en aceites es muy elevado, y es por ello por lo que a pesar de ser una materia prima no peligrosa, se convierte en residuo peligroso. Como consecuencia de esta clasificación, el maizor debe ser almacenado en recipientes impidiendo que los contaminantes se escapen del mismo de acuerdo con las normas aplicables. Asimismo el recipiente debe identificar claramente su contenido incluyendo el código LER y los pictogramas de riesgos.

#### **2.2.2.2. Gestión de los kits de laboratorio**

En lo referente a los kits de laboratorio, también deben tratarse como residuo peligroso ya que están tipificados como tal en la Orden MAM 304/2002 con el código 160506\* productos químicos de laboratorio que consisten en, o contienen, sustancias peligrosas, incluidas las mezclas de productos químicos de laboratorio.

#### **2.2.2.3. Almacén de residuos**

Aunque las alternativas en cuanto a un buen almacenamiento de residuos son variadas, se ha considerado una alternativa algo más exigente que la legislación vigente en la materia. Dado que nos encontramos en un proceso de auditoría ambiental que persigue una intención de enmienda por parte de la empresa, no se debe considerar la Ley 22/2011 como objetivo a alcanzar sino que sería apropiado

dar un paso más allá. Por ello se proponen algunas medidas adicionales que aunque no son de obligado cumplimiento, sí mejorarían sustancialmente las condiciones de almacenaje.

Estas medidas son las siguientes:

- El almacén debe estar, en lo posible, aislado del resto de la instalación y destinado exclusivamente al almacenamiento de los residuos peligrosos generados en la actividad.

Debe presentar una cubierta superior que evite que el agua de lluvia pueda provocar incremento de volumen o arrastre de contaminantes y debe proteger los residuos de los efectos de la radiación solar. El almacén debe disponer de un respiradero de seguridad.

- Dado a que parte de los residuos producidos son líquidos, debería existir una solera impermeable con suficiente pendiente hacia los sistemas de contención de derrames accidentales, sin que exista conexión alguna con la red de saneamiento, la de efluentes residuales o la de aguas pluviales de la instalación.
- Es aconsejable la construcción de un bordillo que rodee el almacenamiento y puede contener así posibles derrames.
- Sería conveniente que la instalación dispusiera de material absorbente para recogida de derrames de residuos peligrosos, así como equipos de bombeo para evacuar el contenido de los sistemas de contención de derrames accidentales.
- El almacén debería estar señalizado e identificado al menos con una señalización en la puerta, y debe permitir una visión óptima en su interior para la ejecución de los trabajos propios del almacén, tareas de mantenimiento y limpieza.
- Cuando el almacenamiento se realice en diferentes alturas, se deberían establecer las medidas adecuadas para que, no quede comprometida la estabilidad ni la seguridad de los envases almacenados.

#### **2.2.2.4. Envasado de residuos**

Los envases deben cumplir los siguientes requisitos:

- Los envases y sus cierres estarán concebidos y realizados de forma que se evite cualquier pérdida de contenido y contruidos con materiales no susceptibles de ser atacados por el contenido ni de formar con éste combinaciones peligrosas.
- Los envases y sus cierres serán sólidos y resistentes para responder con seguridad a las manipulaciones necesarias y se mantendrán en buenas condiciones, sin defectos estructurales y sin fugas aparentes.
- Los recipientes destinados a envasar residuos peligrosos que se encuentren en estado de gas comprimido, licuado o disuelto a presión, cumplirán la legislación vigente en la materia.
- El envasado y almacenamiento de los residuos peligrosos se hará de forma que se evite generación de calor, explosiones, igniciones, formación de sustancias tóxicas o cualquier efecto que aumente su peligrosidad o dificulte su gestión.
- En lo referente al material de los envases, todos pueden ser de plástico a excepción de los envases destinados a almacenar los residuos cianurados que, por sus características químicas, serán almacenados en envases metálicos.

#### **2.2.2.5. Etiquetado de los envases**

Los recipientes o envases que contengan residuos tóxicos y peligrosos deberán estar etiquetados de forma clara, legible e indeleble, al menos en la lengua española oficial del Estado.

En la etiqueta deberá figurar:

- El código de identificación de los residuos que contiene, según el sistema de identificación que se describe en el anexo I del R.D. 833/1998
  - Nombre, dirección y teléfono del titular de los residuos.
  - Fechas de envasado.
  - La naturaleza de los riesgos que presentan los residuos.



Para indicar la naturaleza de los riesgos deberán usarse en los envases los siguientes pictogramas, representados según el anexo II del R.D. 833/1998 y dibujados en negro sobre fondo amarillo-naranja:

- Explosivo: Una bomba explosionando (E).
- Comburente: Una llama por encima de un círculo (O).
- Inflamable: Una llama (F).
- Fácilmente inflamable y extremadamente inflamable: Una llama (F+).
- Tóxico: Una calavera sobre tibias cruzadas (T).
- Nocivo: Una cruz de San Andrés (Xn).
- Irritante: Una cruz de San Andrés (Xi).
- Corrosivo: Una representación de un ácido en acción (C).

Cuando se asigne a un residuo envasado más de un indicador de riesgo se tendrán en cuenta los criterios siguientes:

- La obligación de poner el indicador de riesgo de residuo tóxico hace que sea facultativa la inclusión de los indicadores de riesgo de residuos nocivo y corrosivo.
- La obligación de poner el indicador de riesgo de residuo explosivo hace que sea facultativa la inclusión del indicador de riesgo de residuo inflamable y comburente.

La etiqueta debe estar firmemente fijada sobre el envase, debiendo ser anuladas, si fuera necesario, indicaciones o etiquetas anteriores de forma que no induzcan a error o desconocimiento del origen y contenido del envase en ninguna operación posterior del residuo.

El tamaño de la etiqueta debe tener como mínimo unas dimensiones de 10 x 10 cm.

No será necesaria una etiqueta cuando sobre el envase aparezcan marcadas de forma clara las inscripciones a que hace referencia el apartado 2 del artículo 14 R.D. 833/1988, siempre y cuando estén conformes con los requisitos exigidos en el presente artículo.

#### **2.2.2.6. Disposición de los residuos en el almacén**

Se establecerán zonas diferenciadas en función de los distintos tipos de residuos peligrosos, atendiendo a la incompatibilidad entre los mismos y a evitar la mezcla accidental con residuos valorizables, cuya contaminación pudiera hacer inviable su valorización. Dichas áreas deben estar señalizadas e individualizadas. Se realizará una categorización para prevenir posibles daños medioambientales y/o a

la salud de los trabajadores de la empresa que pudieran producirse derivados de un manejo incorrecto de residuos ya sea por un mal etiquetado, envasado o almacenado de los mismos.

Una vez realizado el estudio de peligrosidad de los residuos generados por MIGMA2012 S.A. se concluye que el almacenamiento deberá disponer de tres categorías en función de las incompatibilidades entre los residuos.

- Categoría I: baños de decapado ( $H_2SO_4$ , HCl, enprep 146, NaClO) y lodos de enjuague ácido.
- Categoría II: aceites sintéticos (BETEX y TPH), taladras y maizor agotado.
- Categoría III: Lodos de baños de recubrimiento, desengrase y pasivado ( $NaCN$ ,  $CuCN$ , aditivo del baño de cobre,  $Ca(OH)_2$ ) y lodos de enjuague de recubrimiento.

Los baños de decapado, por su carácter ácido deberán almacenarse en un lugar ventilado, lejos de los productos de las categorías II y III.

Éstos, dado a su elevado poder oxidante podrían reaccionar con el maizor, aceites y lubricantes que por su alto PCI podría ocasionar reacciones de combustión. Asimismo, no se debe almacenar próximo a los baños de recubrimiento debido a las posibles reacciones exotérmicas que alterarían la composición y estado de las sustancias químicas que lo componen.

Por último, la categoría II debe almacenarse lejos de la III debido a que se pueden producir fuertes reacciones exotérmicas.

### **2.2.3. Estudio de la contaminación del suelo**

Dado que durante la inspección la administración encuentra signos de posible contaminación del suelo se cree conveniente hacer un estudio exhaustivo de caracterización del suelo, que se expone a continuación.

Para asegurar el buen estado del suelo situado en el almacén es necesario realizar un diagnóstico que consta de una fase preliminar y muestreo fase I. Si se superan 100 veces los valores establecidos en el RD 9/2005 y Orden 2770/2006 se procederá a fases II y III. En el caso en el que no se superen 100 veces pero los resultados obtenidos sean superiores a los NGR será necesario realizar una evaluación de riesgos. Si las concentraciones no alcanzan los NGR, queda a criterio de la empresa realizar las fases anteriormente descritas con objeto de delimitar la mancha y obtener información que facilite la toma de decisiones.

En la primera fase se realizará un estudio histórico del emplazamiento, un estudio básico del medio físico, así como una inspección visual del emplazamiento.

Seguidamente se procederá a un muestreo y análisis químico del suelo y, en caso de que puedan ser afectadas, también aguas subterráneas. Posteriormente se compararán los resultados analíticos con los de los Niveles Genéricos de Referencia (NGR). Para ello se utilizará la Orden 2770/ 2006 Niveles Genéricos de Referencia de metales pesados y otros elementos traza de suelos contaminados en la Comunidad de Madrid así como el R.D. 9/2005 de suelos contaminados.

Al solicitar la información necesaria para el estudio se descubrió que la empresa MIGMA2012 S.A. carecía de estudio preliminar de suelo por lo que se inició el procedimiento para obtenerlo y así acceder a la información necesaria para el muestreo. Dicho documento es elaborado por la auditora y se adjunta como informe preliminar de suelos en el Anexo III.

### **2.2.3.1 Fase preliminar**

#### **2.2.3.1.1 Estudio Histórico**

La empresa MIGMA2012, S.A. se estableció en 1986, la zona de emplazamiento estaba anteriormente dedicada a la agricultura, que puede contaminar el suelo por abonos o pesticidas. Sin embargo, esta contaminación es radicalmente distinta a la que MIGMA2012 S.A produce, por lo que la contaminación industrial del suelo es consecuencia única de la actividad de la empresa.

La instalación está rodeada por solares sin construir y una industria láctea.

#### **2.2.3.1.2 Estudio básico del medio físico**

##### **a) Climatología y vegetación local**

Debido a la inexistencia de una estación meteorológica en Pequeñomunicipio se optó por considerar válidos los datos de su estación meteorológica, perteneciente al Instituto Nacional de Meteorología.

El clima es frío en invierno y caluroso en verano. En primavera y en otoño las temperaturas son suaves. El número de días de helada es moderado.

La pluviometría de la zona es de 389 mm/a. La precipitación es baja con unos 100 días de lluvia al año. Las mayores lluvias se producen en otoño y en primavera de origen tormentoso, siendo el verano bastante seco.

La vegetación está directamente relacionada con el soporte y con la climatología. Se encuentran pastizales, secanos y cultivos arbóreos, matorrales de cantueso, tomillo y jara y pastos con robles y fresnos.

#### **b) Geología regional y local**

La sierra madrileña morfológicamente está constituida a base de piedras de granito, calizas cristalinas y gneis, y con cuarcitas y pizarras en Somosierra, cuya impermeabilidad favorece el drenaje superficial rápido.

La instalación se encuentra en la zona de confluencia de dos tipos de estratos litológicos: sedimentos terciarios neógenos (sedimentos químicos y evaporíticos) y sedimentos terciarios neógenos (sedimentos detríticos), siendo los primeros los que se sitúan en superficie.

Con respecto a la fisiografía, la instalación se encuentra en la cuenca o meseta del Tajo, concretamente en la red hidrográfica del Jarama. La zona de emplazamiento de la instalación tiene unas pendientes generales entre el 0 y el 3%.

#### **c) Hidrografía regional y local**

Toda la Comunidad pertenece a la Cuenca Hidrográfica del río Tajo, con un caudal de 20 a 40 m<sup>3</sup>/s, que orienta los vientos del O y SO, provocando las nieblas del invierno, y los temporales de lluvia en el otoño.

La red hidrográfica secundaria, formada por los ríos Jarama, que incorpora los Ríos de Lozoya, Henares, Manzanares y Tajuña, la del río Guadarrama y la del río Alberche con su afluente el río Perales, influye en la creación de las brisas de verano. De ellas es la del Lozoya la más importante en extensión y caudal estableciéndose en un gradiente de este a oeste todas las demás.

#### **d) Hidrogeología regional y local**

Se constituye por la facies marginal o detrítica, formada por una masa de arcillas y limos con mayor o menor proporción de arenas. La proporción de arenas va a depender en gran medida, de la naturaleza de la roca del área fuente.

La calidad del agua es en general buena, aunque los resultados analíticos indican que las aguas subterráneas analizadas presentan una mineralización variable, desde términos poco mineralizados, con conductividades inferiores a 250  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

La zona afectada por la instalación se encuentra bajo un acuífero recargado por aguas de escorrentía de lluvias, este flujo tiene una dirección sureste. Los registros de los pozos de control que se encuentran en los alrededores han determinado que en los últimos años el nivel freático ha sufrido un descenso progresivo encontrándose en la actualidad a 25 metros de profundidad.

##### **2.2.3.1.3 Inspección visual del emplazamiento**

Dado que previo a este estudio ha tenido lugar una inspección por parte de la administración se tomaron como válidas las anotaciones realizadas por ésta, que quedan expuestas en el punto 2.1.3:

- Existen dos zonas en el almacén de residuos peligrosos en las que parece que el hormigón ha sufrido corrosión.
- La presencia de manchas en el suelo indica que se han producido derrames en varias zonas, que han provocado el deterioro de parte del firme.
- La existencia de juntas de dilatación en mal estado favorece la permeabilidad del hormigón, que pueden haber ocasionado otros puntos de contaminación en el suelo no visibles a simple vista.

##### **2.2.3.2 Muestreo**

###### **2.2.3.2.1 Fase I**

En primer lugar, para determinar si la zona está contaminada es necesario la toma de un blanco, es decir, una muestra en una zona donde el suelo no esté contaminado. Puesto que algunos de los contaminantes pueden encontrarse de forma natural en el suelo es necesario referenciar las muestras de la zona contaminada a unos valores naturales.

En general, dichos valores son fijados por la legislación de la Comunidad de Madrid, sin embargo, es posible que como se explica en el apartado 2.2.2.3. sea necesario comparar los valores obtenidos en la zona contaminada con concentraciones naturales, de ahí que se tome un blanco en este punto.

Todas las muestras serán tomadas por la Entidad de Inspección de suelos de InterSae, S.A , con una cuchara de jardinería alcanzando una profundidad de 30cm.

El blanco se tomará de una zona de terreno natural contiguo a la fábrica y que en el pasado tuvo un uso agrícola similar al que tuvo el terreno de la empresa y se encuentra sin edificar y sin actividad industrial. Posteriormente esta muestra se analizará en laboratorio para medir la concentración en el suelo de cobre, níquel, zinc, cromo total, cianuros e hidrocarburos totales del petróleo (TPHs). Para la caracterización del suelo se medirá el contenido en arcillas y materia orgánica del mismo. Para prever cómo va a interactuar dicho suelo con la posible contaminación.

Para confirmar o descartar la existencia de contaminación en la zona de almacenamiento se realizará un muestreo del suelo, mediante la toma de dos muestras, en la zona previsiblemente contaminada (una en cada mancha) gracias a una cuchara de jardinería analizando metales pesados (cobre, níquel, zinc y cromo total), hidrocarburos totales del petróleo (TPHs) y cianuros, también se realizarán mediciones de arcillas y material orgánico para realizar una caracterización del suelo. La razón de analizar metales pesados se debe al tipo de materias primas que tiene MIGMA2012 S.A. y a su proceso productivo ya explicado en el punto 1.

Con este muestreo fase I se quiere confirmar la presencia de contaminación en la zona del almacén y comparar el blanco recogido con las muestras analizadas en la zona previsiblemente contaminada.

Una vez obtenidos los resultados de la fase inicial se comprobó ninguno de los compuestos estudiados superaban los niveles genéricos de referencia. Sin embargo, las concentraciones obtenidas de TPHs y cobre fueron muy superiores a las encontradas en el blanco, como queda reflejado en el Informe de muestreo de suelos contenido en el Anexo IV. Si bien el suelo no está contaminado atendiendo a parámetros legales, MIGMA2012 S.A. decide continuar con la investigación, por lo que se hizo un estudio de suelo detallado, incluyendo un sondeo de cobre, TPHs, material orgánico y arcillas para determinar la potencia de éstas.

#### **2.2.3.2.2 Fase II**

En esta fase se delimitará la zona a muestrear y se procederá a una caracterización detallada del suelo para determinar la potencia de las arcillas encontradas en el muestreo inicial, así como el contenido en materia orgánica. Se realizarán análisis de cobre, hidrocarburos totales del petróleo (TPHs).

Estos análisis serán encargados a la Entidad de Inspección de suelos de InterSae, S.A

El almacén tiene unas dimensiones de 28 m x 8 m y aproximadamente la mitad de éste almacena materias primas y no residuos. Se considera que la zona a muestrear es la que albergaba los residuos, cuyas dimensiones aproximadas son de 8 x 16. Por esto, se hará una red de 4x4, quedando una malla de 16 puntos de muestreo superficial. El muestreo se hará de manera manual con la ayuda de palas de jardinería.

Los resultados de este muestreo se adjunta en el Informe de muestreo de suelos contenido en el Anexo IV.

#### **2.2.3.2.3 Fase III**

En esta última fase se delimitará la dimensión de la mancha en profundidad, lo que permitirá conocer el volumen de suelo afectado. Al igual que en las fases anteriores, se analizarán las muestras para cobre, hidrocarburos totales del petróleo (TPHs). Además, se estudiará el contenido en materia orgánica y arcillas del suelo.

La empresa auditora EOI Auditing S.A. no dispone de los medios necesarios para hacer el estudio de suelos en profundidad, por lo que se encargarán los trabajos de perforación (sondeos) a una Entidad de Inspección de suelos de InterSae, S.A. que realizará el estudio conforme a lo siguiente:

Los trabajos de perforación se situarán de forma que no afecten a ninguna instalación subterránea; tanto mecánica como eléctrica como de agua. Para la realización de los sondeos se utilizará un equipo montado sobre camión y preparado para realizar perforaciones profundas.

Los sondeos, de 86 mm de diámetro, se ejecutarán a cielo abierto, mediante rotación en seco y con recuperación de testigo continuo.

Se realizarán tres sondeos uno en el interior del almacén y dos como control fuera del mismo.

Una vez analizadas las muestras superficiales se realizará un sondeo en el punto de la malla superficial que ha presentado la máxima concentración, (ver plano del informe del muestreo de suelos, Anexo IV) ya que éste será el punto de máxima profundidad de la mancha de contaminación.

Debido a que los pozos vecinos tienen el nivel freático a una profundidad de 25 m se realizará la toma de muestra hasta el punto donde se encuentre agua. Se tomarán muestras cada metro y siempre que haya un cambio de sustrato. En este punto se tomará también una muestra de agua subterránea de 500 ml, que se almacenará en un envase de cristal oscuro (para evitar que se puedan producir reacciones que modifiquen los parámetros a analizar).

Estas muestras de agua se analizarán para TPHs, cobre, midiendo también su conductividad y su pH.

El diseño del muestreo se hará de manera homogénea, de manera que no se produzca mezcla de sustratos.

La toma de muestras se realizará de forma mecánica para los sondeos en profundidad. Las muestras no se tomarán del testigo, éste se guardará para analíticas futuras, sino directamente del suelo mediante una técnica manual a la profundidad previamente definida. Así se consigue no contaminar las muestras con concentraciones de otras profundidades.

Adicionalmente se instalarán dos pozos de control aguas abajo para determinar si por capilaridad se ha desplazado la mancha de contaminación. Ambos se situarán a 5 m de la pared sur. En cada pozo se tomará una muestra de 500 ml con un muestreador de tubo (Bailer) que se almacenarán en envases de cristal y al igual que en sondeo del interior del almacén se analizarán TPHs, cobre, midiendo también su conductividad y su pH.

Para la realización de estos pozos se realizará una perforación hasta los 28 m, ya que por los pozos de zona sabemos que el nivel freático se encuentra a 25 m. Se utilizará una tubería ciega y en los últimos metros se utilizará tubería ranurada, cada 3 m se colocarán aros de sujeción y a 0,5 m de la superficie se sellará con bentonita para que el agua superficial no entre en el pozo.

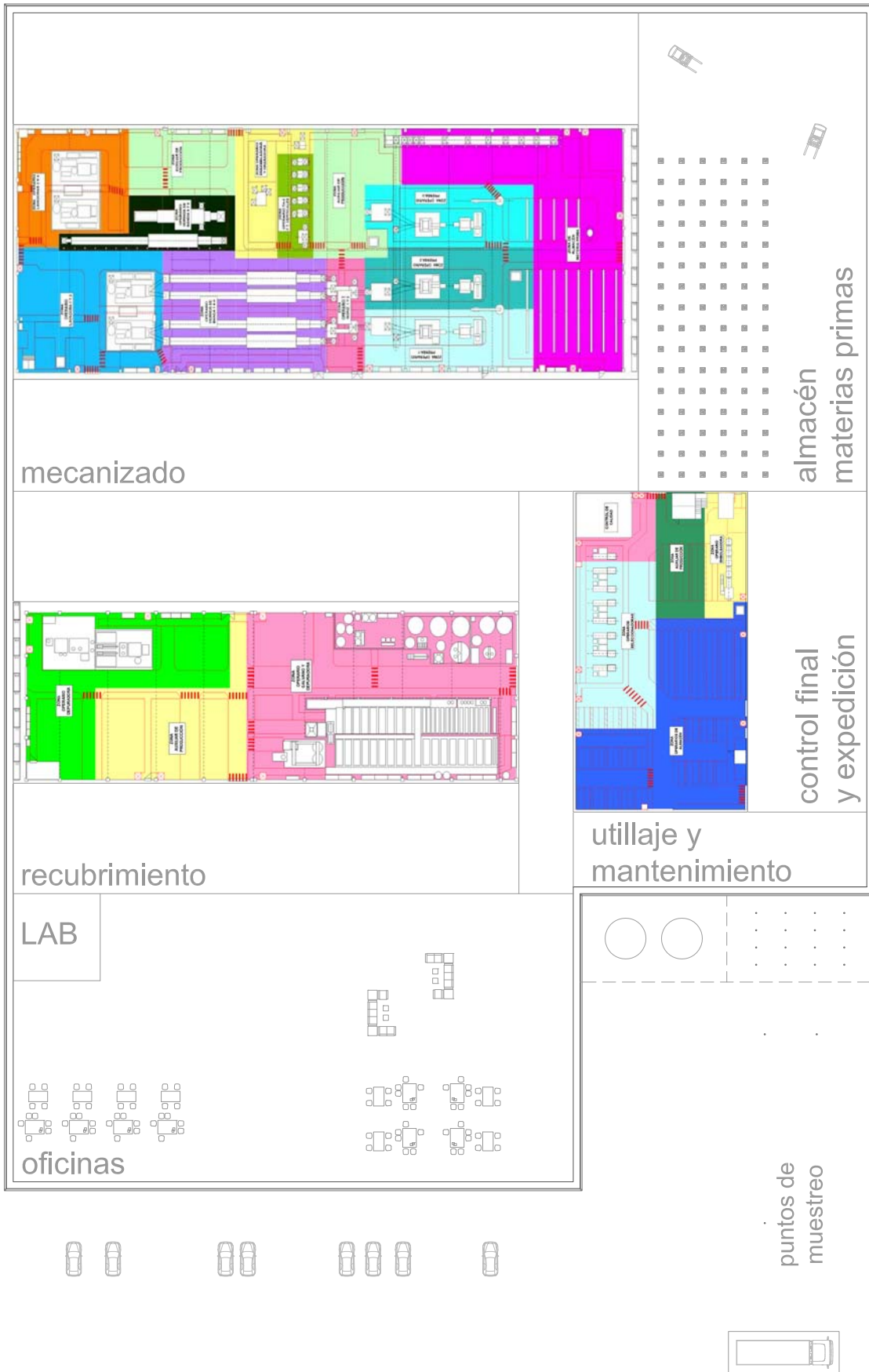
Aprovechando que se van a realizar dos pozos se realizará un sondeo previo en cada pozo para descartar/confirmar que la mancha ha alcanzado la zona de los pozos. En estos dos puntos se analizarán hidrocarburos totales del petróleo, cobre.



Analizando los resultados obtenidos tanto en el muestreo en superficie como en el muestreo en profundidad se podrá definir cual es la dimensión de la mancha y que cantidad de terreno se ha visto afectado.

Los resultados quedan reflejados en el Informe muestreo de suelos (Anexo IV)

A continuación se muestra como quedaría representado el muestreo (Plano muestreo).



Título Plano Puntos de Muestreo

Nombres

EOI - Escuela de Organización Industrial

6 de Julio de 2012

Escala

1/550

Elvira Sáez Chamorro  
 Pilar Aranda Rodríguez  
 Clara Rodríguez Díaz  
 Pedro Pernas Filloy

Proyecto: Adaptación de una industria del metal a la legislación ambiental aplicable.

Tutor: Antonio Ponce Alonso

### **2.2.3.3. Valores de referencia**

Se ha aprobado en España el Real Decreto 9/2005, de 14 de Enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo, así como los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados. En el referido Real Decreto, se establecen estándares de calidad de suelos, a partir de los cuales se puede evaluar si un suelo presenta indicios de estar contaminado, y, si en consecuencia, es necesario realizar una valoración de riesgos.

#### **2.2.3.3.1 Normativa Estatal: Real Decreto 9/2005**

En el referido Real Decreto, se indican algunos niveles genéricos de referencia, que indican la concentración de una sustancia contaminante en el suelo que no conlleva un riesgo superior al máximo aceptable para la salud humana o los ecosistemas.

A continuación, se indican los valores que se emplearán para la valoración de resultados.

En el caso de hidrocarburos totales del petróleo (TPHs), se requiere una valoración de riesgos cuando se detecten concentraciones superiores a 50mg/kg, para suelo industrial (apartado a), anexo IV del R.D. 9/2005.

Para el caso de los metales pesados, no se han publicado NGR a nivel nacional, ya que la concentración de estos elementos depende de cada tipo de suelo, y no es posible garantizar a escala nacional, dando unos valores únicos. Por ello, cada Comunidad Autónoma adoptará sus propios NGR, teniendo en cuenta los diferentes tipos de suelos que la componen.

En el caso de la Comunidad de Madrid, se han publicado, a través del instituto Geológico y Minero de España, niveles de referencia para metales pesados, basados en los niveles de fondo (niveles naturales) que presentan los diferentes tipos de suelos.

#### **2.2.3.3.2. Normativa de la Comunidad de Madrid: Orden 2770/ 2006**

A través de esta orden, se establecen los niveles genéricos de referencia de metales pesados y otros elementos traza en suelos contaminados de la Comunidad de Madrid. Estos valores sirven únicamente para los suelos dentro del ámbito geográfico de la Comunidad de Madrid, y se refieren a los valores límites que pueden presentar los suelos estudiados.

**Tabla 5.- Valores de referencia (mg/kg) para suelos, Comunidad de Madrid**

Metal	Cobre	Cromo total	Níquel	Zinc
Límite Industrial (mg/kg)	8.000	2.300	15.600	100.000

Por otro lado, podría ocurrir que el suelo contuviera una gran cantidad de metales por su propia naturaleza y superara los límites establecidos por la Comunidad de Madrid, de ahí que se tome una muestra de suelo fuera de la instalación a modo de blanco. Si en la zona potencialmente contaminada se superaran los niveles establecidos y en el blanco también, se podría alegar que el suelo no ha sido contaminado por MIGMA2012 S.A. ya que se tratarían de valores naturales del suelo. De igual forma, el blanco puede servir para comprobar la presencia de compuestos como consecuencia de la actividad industrial de MIGMA2012, independientemente de si la administración puede o no considerar el suelo como contaminado.

### 2.2.3.3.3. Norma Holandesa

El Real Decreto 9/2005 no especifica NGR para las aguas subterráneas, por lo que en este caso se utilizarán los valores de referencia de la Normativa holandesa, que son los criterios con más reconocimiento utilizados hasta la fecha al estar basados en la amplia experiencia de este país con relación a los suelos contaminados.

Los estándares de calidad del suelo y las aguas subterráneas de la normativa holandesa son reconocidos y han sido y siguen siendo utilizados internacionalmente. Por ello, dado que la legislación española no establece NGR para aguas subterráneas, se utilizan habitualmente los valores holandeses.

Hay establecidos dos valores: valor objetivo y valor de intervención. Si los resultados están por encima del valor de intervención indican que la calidad del agua está seriamente dañada, y se recomienda, en ese caso, un análisis de riesgo.

En el caso que nos ocupa los estos niveles son:

**Tabla 6.- Valores de referencia (µg/l) para aguas subterráneas, Norma Holandesa**

	Valor objetivo (µg/l)	Valor intervención (µg/l)
Cobre	15	75
TPHs	50	600

#### 2.2.4. Permisos y autorizaciones

- MIGMA2012 S.A. presentará la solicitud de la Autorización Ambiental Integrada ante la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Comunidad de Madrid. El contenido de la solicitud será, como mínimo, el siguiente (Ley 16/2002, art.12.1):

a) Proyecto básico que incluya, al menos, los siguientes aspectos:

- Descripción detallada de la actividad desarrollada en la fabricación de cospeles.
- Descripción precisa de las instalaciones: Oficinas, Laboratorio, Zona de Recubrimiento, Zona de Mecanizado, Almacén de Materias Primas, Zona de Control Final y Expedición, Zona de Utillaje y Mantenimiento y Almacén de Productos Químicos, Zona de Puente Báscula;
- Descripción de los procesos productivos: Mecanizado y Recubrimiento Electrolítico.
- Descripción de los cospeles, el producto final.
- Documento de licencia municipal de actividad, otorgado por el Ayuntamiento de Pequeñomunicipio en 1990.
- Estado ambiental de la parcela donde se sitúan las instalaciones de MIGMA2012 S.A. y los impactos previstos para las aguas y el suelo.
- Recursos naturales, materias primas y auxiliares, sustancias, agua y energía empleadas o generadas en la instalación.
- Fuentes generadoras de las emisiones de la instalación: Proceso de Recubrimiento Electrolítico y Zona de Almacenamiento de Productos Químicos y de residuos.
- Tipo y cantidad de las emisiones previsibles de la instalación a las aguas y al suelo, así como, en su caso, tipo y cantidad de los residuos que se vayan a generar, y la determinación de sus efectos significativos sobre el medio ambiente.
- Tecnología prevista y otras técnicas utilizadas para prevenir y evitar las emisiones procedentes de la instalación o, y si ello no fuera posible, para reducirlas.
- Medidas relativas a la prevención, reducción y gestión de los residuos generados.

- Sistemas y medidas previstos para reducir y controlar los vertidos
- Un breve resumen de las principales alternativas estudiadas por el solicitante, si las hubiera.

b) Informe del Ayuntamiento de Pequeñomunicipio, acreditativo de la compatibilidad del proyecto con el planeamiento urbanístico, de acuerdo con lo establecido en el artículo 15.

c) La documentación exigida por la legislación de aguas para la Autorización de Vertido a la red de saneamiento de Pequeñomunicipio, dado que en sus instalaciones se supera un caudal de abastecimiento y autoabastecimiento de 22.000 metros cúbicos/año (Ley 10/1993, art.8, anexo 3).

- MIGMA2012 S.A. elaborará un estudio de minimización de residuos peligrosos comprometiéndose a reducir la producción de los mismos y remitirá este documento a la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Comunidad de Madrid. (Ley 22/2011, art. 17.6).
- MIGMA2012 S.A. suscribirá una garantía financiera que cubra las responsabilidades a que puedan dar lugar sus actividades atendiendo a sus características, peligrosidad y potencial de riesgo.(Ley 22/2011, art. 17.7).
- MIGMA2012 S.A. elaborará un registro interno de los residuos peligrosos producidos o importados y del destino de los mismos. Este registro contendrá los datos de los últimos cinco años, y se guardará archivado durante tres años según lo dispuesto en la legislación básica en materia, permaneciendo durante ese tiempo a disposición de la autoridad competente. (Ley 5/2003, art. 38 c)
- MIGMA2012 S.A. presentará una Memoria anual de actividades ante la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Comunidad de Madrid (Ley 5/2003, art. 38 e)). En esta memoria se especificará, como mínimo, la cantidad de residuos peligrosos producidos, así como la naturaleza y destino de los mismos.
- MIGMA2012 S.A. efectuará una Auditoría Ambiental realizada por una Entidad inscrita en el Registro de Entidades de Control Ambiental. La Auditoría incluirá al menos la evaluación del grado de cumplimiento de los condicionantes de la autorización, del Plan de Autocontrol y del Estudio de Minimización. Asimismo incluirá la información económica derivada de las responsabilidades de naturaleza medioambiental, entendiéndose por éstas las surgidas por actuaciones para prevenir, reducir o reparar el daño sobre el medio ambiente, determinadas por

una disposición legal o contractual o por una obligación implícita o tácita. (Ley 5/2003, art.38 f))

- MIGMA2012 S.A. realizará un informe de situación del suelo donde se encuentra localizada la instalación, cuyo contenido mínimo será el siguiente (RD 9/2005, art.3, anexo II).

#### 2.2.4.1. Información complementaria

- El órgano competente para otorgar la Autorización Ambiental Integrada dictará la resolución que ponga fin al procedimiento en el plazo máximo de diez meses. Transcurrido el plazo máximo de diez meses sin haberse notificado resolución expresa, podrá entenderse desestimada la solicitud presentada.(Ley 16/2002, art.21)
- La Autorización Ambiental Integrada, con todas sus condiciones, incluidas las relativas a vertidos al dominio público hidráulico y marítimo terrestre, desde tierra al mar, se otorgará por un plazo máximo de ocho años, transcurrido el cual deberá ser renovada y, en su caso, actualizada por períodos sucesivos (Ley 16/2002, art.25.1).
- Con una antelación mínima de diez meses antes del vencimiento del plazo de vigencia de la autorización ambiental integrada, MIGMA2012 S.A. solicitará su renovación, que se tramitará por un procedimiento simplificado que se establecerá reglamentariamente. (Ley 16/2002, art.25.2)
- Si, vencido el plazo de vigencia de la autorización ambiental integrada, el órgano competente para otorgarla no hubiera dictado resolución expresa sobre la solicitud de renovación a que se refiere el apartado anterior, ésta se entenderá estimada y, consecuentemente, renovada la autorización ambiental integrada en las mismas condiciones. (Ley 16/2002, art.25.3)
- En cualquier caso, la autorización ambiental integrada podrá ser modificada de oficio cuando (Ley 16/2002, art.26.1):
  - a) La contaminación producida por la instalación haga conveniente la revisión de los valores límite de emisión impuestos o la adopción de otros nuevos.
  - b) Resulte posible reducir significativamente las emisiones sin imponer costes excesivos a consecuencia de importantes cambios en las mejores técnicas disponibles.
  - c) La seguridad de funcionamiento del proceso o actividad haga necesario emplear otras técnicas.

d) El organismo de cuenca, conforme a lo establecido en la legislación de aguas, estime que existen circunstancias que justifiquen la revisión o modificación de la autorización ambiental integrada en lo relativo a vertidos al dominio público hidráulico de cuencas intercomunitarias. En este supuesto, el organismo de cuenca requerirá, mediante informe vinculante, al órgano competente para otorgar la autorización ambiental integrada, a fin de que inicie el procedimiento de modificación en un plazo máximo de veinte días.

e) Así lo exija la legislación sectorial que resulte de aplicación a la instalación.

- La modificación a que se refiere el apartado anterior no dará derecho a indemnización y se tramitará por un procedimiento simplificado que se establecerá reglamentariamente. (Ley 16/2002, art.26.2)

### 2.3. Conclusiones

A tenor de lo descubierto tanto por la inspección como por la auditoría, se puede decir que los problemas ambientales más importantes de MIGMA2012 S.A. son:

- Procedimiento en el tratamiento de residuos inadecuado: en cuanto a su almacenamiento, envasado, etiquetado, clasificación de algunos residuos como los kits de laboratorio y el maizor y el estado del propio almacén.
- Contaminación del suelo: como consecuencia del mal estado del firme del almacén se ha producido una migración de contaminantes que aunque no superan los límites legales si superan los valores naturales del suelo. Esto se hace evidente, por ejemplo, si comparamos la muestra blanco con la muestra almacén 1 (zona visiblemente afectada):



**Tabla.7- Comparativa de concentraciones en el blanco vs muestra almacén 1**

Parámetro	Unidades	Muestra Blanco	Muestra almacén 1
Cobre	µg/Kg	19	8.252
Zinc	µg/Kg	98	105
Niquel	µg/Kg	41	82
Cromo total	µg/Kg	<5	55
Hidrocarburos totales del petróleo	µg/Kg	<100	5233
Cianuros	µg/Kg	<10	<10
%Arcillas	% en peso	10	12
Materia Orgánica	% en peso	35	39

Estas concentraciones aunque no suponen actualmente un riesgo si podría empeorar si esta contaminación se mantiene y termina contaminando las aguas subterráneas cuyos valores límite según la norma holandesa son mucho más exigentes. Según esto, la mancha tiene unas dimensiones superficiales de 56 m<sup>2</sup> con concentraciones anormalmente altas de cobre e hidrocarburos totales del petróleo que se corresponde con las muestras nº 1, 2, 4, 5, 10, 11, 12. Estos compuestos se extienden en profundidad hasta alcanzar los 10 metros, que supone la afección del suelo y relleno vegetal, arenas y margas así como parte de los limos arcillosos, quedando afectado, por lo tanto, un volumen de suelo de 504 m<sup>3</sup>.

En lo referente a las aguas subterráneas, ninguna de las tres muestras analizadas supera el valor de intervención propuesto por la norma holandesa para el cobre. Esto mismo ocurre para los hidrocarburos totales del petróleo por lo que no se considera necesario ninguna intervención.

- Vertido de aguas: El manejo de sustancias peligrosas es inherente al proceso de producción de cospeles, y dado que no existe un tratamiento de efluentes, la analítica del vertido confirma que se superan los valores límite establecidos en la normativa aplicable para los valores de conductividad y concentración de cianuros, cobre y tóxicos metálicos.

A fin de evaluar las tecnologías de depuración más adecuadas en base a la caracterización del vertido, se ha realizado el siguiente informe de la analítica como conclusión de las labores de auditoría.

El vertido de la empresa MIGMA2012, S.A. tiene tres contribuciones compuestas por la línea de proceso, la recogida de aguas sanitarias, y la canalización de la aguas de lluvia. La legislación referente a vertidos de líquidos industriales a la red integral de saneamiento (Decreto 57/2005) exige el cumplimiento de los parámetros de vertido en la última arqueta inmediatamente anterior a la salida al alcantarillado. Sin embargo, se ha decidido muestrear en la arqueta posterior a la línea de proceso, para garantizar el cumplimiento en el punto exigido por la ley.

El caudal de vertido de la línea de proceso está formado por el agua empleada en la línea de recubrimiento, y por el agua que actúa como refrigerante en la línea de hornos. El consumo de agua en la línea de recubrimiento es continuo, con un valor medio de unos 8,15 m<sup>3</sup>/h, mientras que el consumo de agua en los hornos se realiza durante cuatro horas diarias, siendo el consumo medio de 58,24 m<sup>3</sup>/h para esta línea.

El agua consumida en la línea de proceso es agua potable suministrada por el Canal de Isabel II, por lo que la composición química del agua en la entrada de ambas líneas tiene que cumplir con la legislación de aguas potables (RD 140/2003). En la línea de hornos, el agua es sometida únicamente a un proceso de intercambio de calor, pues se aumenta su temperatura sin llegar a producirse un cambio de fase, por lo que la composición del agua a la salida se puede considerar igual a la de entrada.

Se concluye por lo tanto, que el origen de la contaminación en el vertido se debe exclusivamente a la línea de recubrimiento. Además, se debe tener en cuenta que se está produciendo una dilución de la concentración de los contaminantes por el excesivo uso de agua que está teniendo lugar en la línea de hornos.

Comparando los niveles permitidos por la legislación (Decreto 57/2005) con la composición del vertido, se observa el incumplimiento de la legislación para cianuros, conductividad, cobre, y tóxicos metálicos (ver Tabla 8).

Tabla 8.- Comparación límites de vertido de la legislación - concentración de contaminantes en el vertido de la línea de proceso actual.

PARÁMETRO	TÉCNICA	Unidades	Límite legal (D57/2005)	Resultado de la medida	Cumplimiento Legal
1. Temperatura	- Termometría	°C	40	18	SI
2. pH	- Electrometría	Unid. de pH	6-10	9,1	SI
3. DBO5	- Incubación, cinco días a 20°C	mg/l	1000	25	SI
4. DQO	- Reflujo con dicromato potásico	mg/l	1750	680	SI
5. Sólidos en suspensión	- Gravimetría previa filtración sobre membrana de 0.45 micras	mg/l	1000	430	SI
6. Aceites y grasas	- Extracción y gravimetría - Espectrofotometría de absorción atómica	mg/l	100	25	SI
7. Cianuros totales	- Destilación y espectrofotometría de absorción molecular	mg/l	5	9	NO
8. Cloruros	- Cromatografía iónica - Espectrofotometría de absorción molecular - Potenciometría - Titulación	mg/l	2000	1.450	SI
9. Conductividad	- Electrometría	μS/cm <sup>2</sup>	7500	7.950	NO
10. Detergentes totales	- Espectrofotometría de absorción molecular	mg/l	30	10	SI
11. Fluoruros	- Cromatografía iónica - Electrodo selectivo - Espectrofotometría de absorción molecular	mg/l	15	0,1	SI
12. Sulfatos	- Espectrofotometría de absorción molecular	mg/l	1000	140	SI
13. Sulfuros	- Espectrofotometría de absorción molecular	mg/l	5	0,1	SI
14. Toxicidad	- Ensayo toxicidad aguda en Daphnia	Equitox/m <sup>3</sup>	25	18	SÍ

Tabla 8 (cont).- Comparación límites de vertido de la legislación - concentración de contaminantes en el vertido de la línea de proceso actual.

PARÁMETRO	TÉCNICA	Unidades	Límite legal (D57/2005)	Resultado de la medida	Cumplimiento Legal
15. Compuestos Organohalogenados adsorbibles (AOX)	- Culombimetría	mg Cl/l	5	0,1	SI
16. Trihalometanos, total	- Cromatografía de gases	mg/l	2,5	0,1	SI
17. BTEX (benceno, tolueno, etilbenceno, xileno)	- Cromatografía de gases con detector cromatográfico específico o detector de espectrometría de masas - Sistema de inyección específico para sustancias volátiles	mg/l	1,5	0,1	SI
18. Fenoles totales	- Cromatografía de gases - Destilación y espectrofotometría de absorción molecular, método amino-4-antipirina	mg/l	2	0,1	SI
19. Hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH)	- Cromatografía de líquidos de alta resolución - Cromatografía de gases	mg/l	1	0,1	SI
20. Hidrocarburos totales	- Espectrofotometría de absorción infrarroja	mg/l	20	0,9	SI
21. Aluminio	- Absorción atómica - Espectrofotometría de absorción molecular	mg/l	20	0,1	SI

Tabla 8 (cont).- Comparación límites de vertido de la legislación - concentración de contaminantes en el vertido de la línea de proceso actual.

PARÁMETRO	TÉCNICA	Unidades	Límite legal (D57/2005)	Resultado de la medida	Cumplimiento Legal
22. Arsénico total	- Espectrofotometría de emisión por plasma -ICP - Absorción atómica	mg/l	1	0,1	SI
23. Bario	- Absorción atómica	mg/l	20	1,2	SI
24. Boro	- Absorción atómica - Espectrofotometría de absorción molecular	mg/l	3	1,9	SI
25. Cadmio	- Espectrofotometría de emisión por plasma -ICP - Absorción atómica	mg/l	0,5	0,01	SI
26. Cobre	- Espectrofotometría de emisión por plasma -ICP - Absorción atómica	mg/l	3	10,2	NO
27. Cromo hexavalente	- Espectrofotometría de absorción molecular	mg/l	1	0,01	SI
28. Cromo total	- Espectrofotometría de emisión por plasma -ICP - Absorción atómica	mg/l	3	0,4	SI
29. Estaño	- Absorción atómica - Espectrofotometría de absorción molecular	mg/l	2	0,1	SI
30. Hierro	- Absorción atómica - Espectrofotometría de absorción molecular	mg/l	10	2,2	SI
31. Manganeso	- Absorción atómica - Espectrofotometría de absorción molecular	mg/l	2	0,1	SI
32. Mercurio	- Absorción atómica - Espectrofotometría de absorción molecular	mg/l	0,1	0,001	SI
33. Níquel	- Espectrofotometría de emisión por plasma -ICP - Absorción atómica	mg/l	5	1,2	SI

Tabla 8 (cont).- Comparación límites de vertido de la legislación - concentración de contaminantes en el vertido de la línea de proceso actual.

PARÁMETRO	TÉCNICA	Unidades	Límite legal (D57/2005)	Resultado de la medida	Cumplimiento Legal
34. Plata	- Absorción atómica	mg/l	1	0,01	SI
35. Plomo	- Espectrofotometría de emisión por plasma -ICP - Absorción atómica	mg/l	1	0,01	SI
36. Selenio	- Espectrofotometría de emisión por plasma -ICP - Absorción atómica	mg/l	1	0,01	SI
37. Zinc	- Espectrofotometría de emisión por plasma -ICP - Absorción atómica	mg/l	3	2,5	SI
38. Tóxicos metálicos		mg/l	5	8,9	NO
38. Fósforo total	- Espectrofotometría de absorción molecular	mg P/l	40	14	SI
39. Nitrógeno total	- Espectrofotometría de absorción molecular	mg N/l	125	30,1	SI

Sin embargo, ante la solicitud de Autorización Ambiental Integrada que precisa MIGMA2012 S.A. para seguir con su actividad, donde se van a exigir estudios de minimización de consumos (como puede ser el de agua), sería necesaria la utilización de un sistema cerrado de refrigeración en la línea de hornos, por lo que el vertido de proceso estaría compuesto en su totalidad por la línea de recubrimiento.

En este nuevo escenario, el caudal de vertido sería sensiblemente inferior al actual tras haber suprimido el flujo de agua potable proveniente de la línea de refrigeración de hornos y, consecuentemente, se eliminaría el efecto de dilución de concentración de contaminantes que existía anteriormente. De esta manera, se encuentra necesario estimar la concentración de contaminantes que proviene exclusivamente de la línea de recubrimiento y el grado de cumplimiento legal de los límites de vertido en este nuevo contexto.

Para estimar las concentraciones de contaminantes en la línea de recubrimiento, se ha tomado los datos de la relación de caudal horario promedio de refrigeración y recubrimiento (6,85:1) junto con el caudal medio diario (13,96m<sup>3</sup>/h), y los valores de composición típica del agua potable, corriente suministrada para la refrigeración de los hornos. De este modo al calcular la composición de vertido de la línea de recubrimiento, se han considerado todos los datos anteriores en caso de que la composición del agua potable influya en el valor del parámetro objetivo, y en caso contrario, sólo se ha considerado la relación de caudales anteriormente descrita, puesto que se produciría un efecto de concentración.

Una vez realizados los cálculos anteriores, se comprueba que en esta nueva situación el número de parámetros que se incumplen es mayor que en la situación inicial (aparición de contaminación por cloruros, boro y zinc), y que asimismo los incumplimientos detectados primeramente distan más del valor permitido en el Decreto 57/2005 (ver Tabla 9).

Tabla 9. Comparación límites de vertido de la legislación - concentración de contaminantes en el vertido de la línea de recubrimiento

PARÁMETRO	Unidades	Límite legal (D57/2005)	Línea de recubrimiento	Línea de refrigeración	Cumplimiento Legal (Recubrimiento)
1. Temperatura	°C	40	-		-
2. pH	Unid. de pH	6-10	6,16	7,00	SI
3. DBO5	mg/l	1000	41,03	-	SI
4. DQO	mg/l	1750	1115,98	-	SI
5. Sólidos en suspensión	mg/l	1000	705,69	-	SI
6. Aceites y grasas	mg/l	100	41,03	-	SI
7. Cianuros totales	mg/l	5	14,77	0,00	NO
8. Cloruros	mg/l	2000	2037,30	50,00	NO
9. Conductividad	µS/cm <sup>2</sup>	7500	9623,53	500,00	NO
10. Detergentes totales	mg/l	30	16,41	-	SI
11. Fluoruros	mg/l	15	0,00	0,05	SI
12. Sulfatos	mg/l	1000	92,82	20,00	SI
13. Sulfuros	mg/l	5	0,16	-	SI
14. Toxicidad	Equitox/m <sup>3</sup>	25	-	-	SÍ
15. Compuestos Organohalogenados adsorbibles (AOX)	mg Cl/l	5	0,10		SI
16. Trihalometanos, total	mg/l	2,5	0,16	0,00	SI
17. BTEX (benceno, tolueno, etilbenceno, xileno)	mg/l	1,5	0,16	0,00	SI
18. Fenoles totales	mg/l	2	0,16	-	SI
19. Hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH)	mg/l	1	0,16	-	SI
20. Hidrocarburos totales	mg/l	20	1,48	-	SI
21. Aluminio	mg/l	20	0,10	0,01	SI
22. Arsénico total	mg/l	1	0,13	0,005	SI



Tabla 9 (cont.)- Comparación límites de vertido de la legislación - concentración de contaminantes en el vertido de la línea de recubrimiento.

PARÁMETRO	Unidades	Límite legal (D57/2005)	Línea de recubrimiento	Línea de refrigeración	Cumplimiento Legal (Recubrimiento)
23. Bario	mg/l	20	1,97	-	SI
24. Boro	mg/l	3	3,12	-	NO
25. Cadmio	mg/l	0,5	0,02	0,00	SI
26. Cobre	mg/l	3	13,32	0,50	NO
27. Cromo hexavalente	mg/l	1	0,02	-	SI
28. Cromo total	mg/l	3	0,62	0,005	SI
29. Estaño	mg/l	2	0,16	-	SI
30. Hierro	mg/l	10	3,27	0,05	SI
31. Manganeseo	mg/l	2	0,13	0,005	SI
32. Mercurio	mg/l	0,1	0,00	0,00	SI
33. Níquel	mg/l	5	1,97	0,00	SI
34. Plata	mg/l	1	0,02	-	SI
35. Plomo	mg/l	1	0,02	0,00	SI
36. Selenio	mg/l	1	0,02	0,00	SI
37. Zinc	mg/l	3	4,10	-	NO
38. Tóxicos metálicos	mg/l	5	14,61	-	NO
38. Fósforo total	mg P/l	40	22,98	-	SI
39. Nitrógeno total	mg N/l	125	49,40	-	SI

Las posibles alternativas existentes para disminuir las concentraciones y cumplir con los niveles establecidos por la legislación serían:

- Instalación de un evaporador;
- Instalación de una línea de depuración con operaciones de precipitación y procesos de oxidación-reducción;
- Instalación de módulos de separación por membranas en operaciones de nanofiltración u ósmosis inversa.

Tras la inspección por parte de la Administración Pública se ha recibido una sanción por parte de la Comunidad de Madrid de una cuantía de 35.000 €, como consecuencia del incumplimiento en el límite de vertido y la mala praxis en materia de gestión de residuos.

Debido a la delicada situación en que se encuentra la empresa, la alta dirección de MIGMA2012 S.A. ha decidido tomar las medidas necesarias para hacer frente a los problemas existentes. Dado que las medidas a adoptar podrían repercutir en la viabilidad económica de la empresa, se pretende en el siguiente apartado, el estudio de las distintas alternativas valorando los aspectos ambientales, tecnológicos y económicos de las mismas.

### 3. Evaluación de alternativas

En este punto, se exponen las medidas que la empresa debe acometer para adaptarse a la legislación vigente en materia de medio ambiente, incluyendo estudio de alternativas y justificación de la alternativa seleccionada en lo referente a vertidos, almacenamiento, residuos y suelos. Además, quedan reflejadas en este tercer apartado las técnicas que aunque no son obligadas sí son muy recomendables ya que suponen una mejora en la eficiencia de la actividad de MIGMA2012 S.A., especialmente en lo concerniente al consumo de agua.

#### 3.1. Adecuación de vertido

Como ha quedado reflejado en el análisis de vertido, MIGMA2012 S.A., se encuentra ante un consumo elevado de agua en la línea de hornos, diluyendo la concentración de los contaminantes en la línea de proceso. Aun así, el análisis de vertido ha determinado que se incumplen ciertos parámetros como conductividad, cianuros, cobre, y metales tóxicos.

Para el estudio de soluciones relacionadas con el cumplimiento de la legislación respecto a vertidos, es necesario realizar con anterioridad un estudio de minimización de consumo de agua ante la solicitud de Autorización Ambiental Integrada, que necesita obtener la sociedad para continuar con su actividad. Por lo tanto, las soluciones a continuación detalladas están referidas primeramente, a la disminución del caudal de agua consumida en el proceso, y en un segundo paso, a la reducción de la concentración de los contaminantes en la línea de recubrimiento, empleando las mejores técnicas disponibles, la cual se verá aumentada al implantar un sistema de refrigeración cerrada en la línea de hornos.

##### 3.1.1. Línea de hornos

Actualmente, el sistema de refrigeración en la línea de hornos consiste en un sistema abierto, es decir, el agua que circula a través de este sistema entra y sale del circuito sin someterse a ningún tipo de recirculación. El funcionamiento de la línea de hornos tiene una duración de cuatro horas al día, utilizando un caudal medio de 58,24 m<sup>3</sup>/h.

La solución más adecuada para disminuir el caudal de agua utilizada en la línea de hornos, consistirá en instalar un sistema de refrigeración cerrado. Teniendo en cuenta que en la línea de proceso, el agua es vertida a 18°C, y que la temperatura del agua de la red de abastecimiento oscila en torno a esta temperatura, al necesitar de un caudal medio destinado a la refrigeración de 58,24 m<sup>3</sup>/h, será necesario disponer de un volumen mínimo de agua de 232,96 m<sup>3</sup> para las cuatro horas de

funcionamiento, lo que permitirá que no entre agua al sistema ya utilizada en un mismo día, garantizando la temperatura de proceso necesaria para que el proceso transcurra con normalidad.

Para asegurar el abastecimiento de agua al sistema de refrigeración se ha aplicado un 12% de seguridad sobre el caudal medio horario, obteniendo un volumen de depósito de 65 m<sup>3</sup> de agua. Por lo tanto, se instalarán cuatro depósitos con dicha capacidad, siendo el volumen de agua consumida en un año de 260 m<sup>3</sup>.

Resumiendo, en la actualidad el agua consumida por la empresa en un solo día en el sistema de refrigeración es de 233 m<sup>3</sup>, lo que hace un total de 56.400 m<sup>3</sup> al año. Mientras que con esta medida se empleará un volumen de 260 m<sup>3</sup> de agua al año, reduciendo en un 99,54% el consumo de agua empleada en dicha línea.

Esta medida repercutirá en las concentraciones de la línea de proceso, ya que con esta solución la línea de recubrimiento conformará el total del vertido. En el informe aportado por el laboratorio se ha analizado detalladamente la concentración existente para la línea de recubrimiento. Se ha verificado que si esta línea no se mezcla con la línea de hornos, las concentraciones de los contaminantes anteriormente detectados, se distanciará aún más de los parámetros fijados por el Decreto 57/2005, y aparecerían nuevas infracciones en los siguientes parámetros: zinc, boro, y cloruros.

Además, estas concentraciones también sufrirán variaciones al implantar las Mejores Técnicas Disponibles en la línea de recubrimiento, porque el caudal de vertido se reducirá todavía más, aunque si bien es cierto, que estas técnicas también están orientadas a reducir el arrastre del proceso, y como consecuencia la concentración de contaminantes en el vertido.

### **3.1.2. Línea de recubrimiento**

La línea de recubrimiento está conformada por cuatro operaciones básicas: desengrase, decapado, recubrimiento y pasivado. Entre todos los procesos se totalizan un total de treinta y cuatro cubas. El consumo de agua en la línea de recubrimiento tiene lugar fundamentalmente en las cubas de enjuague correspondientes a cada proceso. La técnica actual de enjuague implantada en MIGMA2012 S.A., denominada **lavado múltiple en cascada**, consiste en la entrada de agua en contracorriente en la última cuba de lavado, encontrándose las piezas cada vez con agua más limpia según van avanzando en el proceso.

Un aspecto importante para establecer si todos los consumos de agua que se efectúan son adecuados, consiste en controlar todos los puntos de consumo de agua y materiales de la

línea de recubrimiento, registrar la información de forma regular (por horas, diariamente, por turno o semanalmente) de acuerdo con el uso y las necesidades de control de dicha información. Este aspecto es especialmente importante para las posiciones de enjuague de la línea proceso.

El exceso de consumo de agua en esta línea de recubrimiento suele deberse al exceso de enjuague en determinadas posiciones, por encima de las necesidades reales de calidad necesaria.

A continuación estudiaremos las distintas líneas de actuación para reducir en menor grado el consumo de agua y en un mayor porcentaje el arrastre, la concentración de contaminantes, para conseguir la mejor calidad de enjuague posible y así obtener un producto final de mejor calidad.

### **3.1.2.1. Minimización consumo de agua**

#### **3.1.2.1.1. Medidas generales**

Independientemente de la técnica de enjuague utilizada, así como, de la técnica a implantar para la recuperación del arrastre, existen una serie de mejoras técnicas disponibles que permiten minimizar el consumo de agua.

Las posibles soluciones son:

1. Mejorar la calidad del enjuague, aumentando la eficiencia del enjuague reduciendo la cantidad de agua consumida. Para ello es necesario determinar el tiempo de enjuague eficaz y el volumen de agua óptimo para garantizar el buen contacto entre piezas y baño. Además, es necesario que la entrada de agua en contracorriente se produzca con una cierta presión por la parte más profunda de la cuba, mientras que la tubería de salida debe estar en la superficie y tener forma horizontal, alcanzando mejoras de un 50% en eficiencia para cubas cuya dimensión no sea superior a los 4 m (las cubas instaladas constan de 3,5 m). Los tambores con las piezas a tratar giran mecánicamente por lo que no es necesaria una aportación de aire.

Ventajas:

- Mejora de la eficiencia del enjuague.
- Reducción del consumo de agua de lavado.
- Menor volumen de aguas residuales.
- Reducción del volumen de lodos de depuración de aguas.

Limitaciones / inconveniente:

- Alargar el tiempo de contacto entre superficie y agua de enjuague, alarga ligeramente el tiempo de proceso.
- Algunas técnicas dependen del personal, con lo que es necesaria su formación permanente.

Grado de implantación:

- Frecuente

Inversión inicial:

- Baja-nula

Coste de explotación:

- Bajo-nulo

Valor de emisión asociado:

- 20-50 % de reducción del consumo de agua asociado.
- 20-50 % de reducción del volumen de aguas residuales asociado

2. Reutilización de determinadas aguas, reutilización de las aguas de determinadas cubas de enjuague para otros enjuagues o de otras áreas o actividades en otros procesos.

Se denomina técnica de skip, a la utilización de un enjuague posterior a un decapado ácido en un enjuague anterior, después de un desengrase alcalino previo; de esta manera, además, se facilita la neutralización de la alcalinidad del desengrase, favoreciendo la vida útil de decapado.

Ventajas:

- Reducción del consumo de agua de lavado.
- Menor volumen de aguas residuales.
- Reducción del volumen de lodos de depuración de aguas.

Limitaciones / inconvenientes:

- Algunas técnicas dependen del personal, en el caso de instalaciones manuales, con lo que es necesario su formación permanente.
- Puede provocar un incremento de determinadas sales solubles y/o de la conductividad en el efluente final depurado.

Aplicabilidad:

- Pueden utilizarse en cualquier tipo de lavado, excepto en algunos procesos de preparación de superficies en los que el agua reutilizada puede seguir actuando sobre la superficie lavada.

Grado de implantación:

- Frecuente - poco frecuente

Inversión inicial:

- Baja

Coste explotación:

- Nulo

Valor de emisión asociado:

- 40-50 % de reducción del consumo de agua asociado.
- 40-50 % de reducción del volumen de aguas residuales asociado.

La solución más asequible por parte de la empresa consistirá en implantar la medida uno anteriormente analizada. Tanto el coste de explotación como el mantenimiento serán mínimos, por lo que económicamente es viable, y técnicamente, permitirá reducir un consumo de agua importante. Además, no implicará la aparición de complicaciones en el transcurso normal del proceso, sin necesidad de una formación de los empleados costosa para la empresa. La única desventaja que presenta, es que el proceso se alargará en el tiempo.

Estimando que el caudal de vertido de 8,51 m<sup>3</sup>/h, está conformado por el caudal de las cubas de enjuague en un 82%, 6,91 m<sup>3</sup>/h, y por el caudal de arrastre en el 18% restante, 1,59 m<sup>3</sup>/h, y teniendo en cuenta los valores de emisión asociados vistos anteriormente para la mejora de la calidad del enjuague, se estima que disminuirá el consumo de agua en un 20%, reduciéndose el consumo de agua en 1,38 m<sup>3</sup>/h, obteniendo un nuevo caudal de enjuague de 5,53 m<sup>3</sup>/h.

La solución analizada en el punto dos, es una solución técnica mucho más difícil, además de requerir de pruebas para analizar si es eficaz en los distintos procesos. Aunque económicamente no requiere de un gran esfuerzo, su difícil implantación, el peso que adquiere la labor de los operarios en el proceso, la posibilidad de aumentar las sales y por lo tanto su conductividad, así como la poca experiencia existente, contribuyen a que su implantación sea menos frecuente, y en este proyecto no se tenga en cuenta a la hora de llevarla a cabo.

### 3.1.2.1.2. Reducción del arrastre

Otra de las técnicas que permite tanto la reducción del consumo de agua, como la concentración de contaminantes presentes en la línea de recubrimiento, es la reducción del arrastre. Una reducción del mismo interesa para que la calidad del enjuague sea la mayor posible, y por lo tanto la calidad del producto acabado aumente, facilitando también el proceso de depuración porque tendrá menor conductividad, presencia de metales y cloruros.

El arrastre es la principal causa de la generación de contaminantes dentro del sector de Tratamiento de Superficies Metálicas. Es responsable de la dilución progresiva del baño de proceso, por la extracción de solución hacia el enjuague siguiente y la entrada de agua del enjuague anterior al baño.

Reducir el arrastre contribuye a reducir el consumo de agua en enjuagues, al disminuirse la necesidad de diluir el enjuague; este aspecto es muy importante en aquellas situaciones en las que, optimizar los sistemas de enjuague pueda suponer un incremento en los niveles de vertido de sales o conductividad.

Existen diversas técnicas y métodos para reducirlo de forma muy significativa y eficaz. Algunos de estos sistemas no representan, prácticamente, un coste adicional para la empresa, ya que pueden traducirse en cambios en la forma de trabajar; en general, las inversiones requeridas suelen ser relativamente pequeñas o moderadas, de acuerdo al tamaño de la planta y, en contrapartida, su aportación a la disminución del arrastre puede ser importante.

Entre las principales técnicas de reducción del arrastre cabe considerar:

#### 1. Reducir la viscosidad de la solución de proceso:

- Disminuyendo la concentración de los componentes del baño o empleando procesos de baja concentración, siempre que el proceso lo permita; asimismo, será necesario asegurarse que los componentes del baño no superan los valores máximos recomendados.
- Añadiendo agentes humectantes que reduzcan la tensión superficial del baño; esta medida puede reducir el arrastre hasta un 50 %. Esta medida no puede aplicarse siempre ya que, en determinados casos, el producto añadido puede generar espuma en el baño, ensuciando la superficie de la pieza al salir del mismo. Por tanto, el empleo de estos productos debe ser evaluado conjuntamente con el proveedor de materias, según las características del baño y del acabado final que se pretende.



- Garantizando que la temperatura del baño es máxima, dentro del rango óptimo del proceso y la conductividad requerida; a mayor temperatura menor viscosidad y, por tanto, menor arrastre; habrá que tener especial precaución con aquellos componentes especialmente sensibles al calor, como es el caso de los abrillantantes y otros aditivos orgánicos. Trabajar a la máxima temperatura del baño, además de provocar una disminución de su viscosidad y favorecer el escurrido de las superficies tratadas, también incrementa el rango de evaporación del baño, lo cual permite la introducción de enjuagues estancos de recuperación, que contribuyen de una forma muy efectiva a la recuperación del arrastre, como se verá más adelante en este mismo capítulo. Al trabajar a mayor temperatura, hay que controlar que el líquido arrastrado no se seque en la superficie de la pieza y forme depósitos que afecten a la calidad del proceso. Asimismo, será importante hacer un estudio económico para analizar el sobrecoste de trabajar a la máxima temperatura permitida por el baño, teniendo en cuenta los ahorros por un menor arrastre. Otro aspecto a tener en cuenta es la emisión de gases y vapores a la atmósfera, puesto que un incremento de la temperatura del baño puede requerir de un nuevo redimensionamiento de los equipos de tratamiento de gases y vapores.

#### **MTD's reducción viscosidad**

##### Ventajas:

- Ahorro de materias primas por reducción de arrastre.
- Reducción del consumo de agua de enjuague.
- Menor concentración de contaminantes en las aguas de lavado.

##### Limitaciones / inconvenientes:

- En todos los casos, hay que respetar los condicionantes del baño, para trabajar en el rango de operación óptimo, en función de su aplicación.
- Requiere de un mayor control de los parámetros del baño: mantenimiento predictivo de baños.

##### Aplicabilidad:

- Puede emplearse con todos los baños de pre-tratamiento y tratamiento.
- El aumento de temperatura del baño es aplicable a aquéllos insensibles al incremento de temperatura.

##### Grado de implantación:

- Frecuente - poco frecuente

##### Inversión inicial:

- Nula

Coste explotación:

- Bajo

Valor de emisión asociado:

- 50 % reducción de arrastre y del caudal de enjuague asociado.
- 50 % de reducción del volumen y de la concentración de las aguas residuales asociadas.

### **MTD's agentes humectantes**

Ventajas:

- Ahorro de materias primas por reducción de arrastre.
- Reducción del consumo de agua de enjuague.
- Menor concentración de contaminantes en las aguas de lavado.

Limitaciones / inconvenientes:

- En todos los casos, hay que respetar los condicionantes del baño, ya que algunos procesos no admiten estos agentes.
- Puede generar espuma en el baño de proceso.

Aplicabilidad:

- Puede emplearse con todos aquellos baños que químicamente sean factible; sobre todo, con los de elevada viscosidad.

Grado de implantación:

- Muy frecuente

Inversión inicial:

- Baja

Coste explotación:

- Bajo

Valor de emisión:

- Asociado a 50 % reducción de arrastre y caudal de enjuague asociado.
- 50 % de reducción del volumen y de la concentración de las aguas residuales asociadas.

2. Diseñar y utilizar el tipo de tambor de acuerdo al tipo de piezas a tratar, favoreciendo su escurrido; por ello, es importante disponer de diferentes tipos de tambores para utilizarlos según el tipo de trabajo a desarrollar.

Se recomienda prevenir la reducción del arrastre por una combinación de las siguientes técnicas:

- Asegurarse de que los bombos están contruidos con plástico liso hidrófobo y regularmente son inspeccionadas todas aquellas partes que puedan retener líquido del baño (sobre todo su interior así como los agujeros de escurrido);
- Controlar que los bombos tengan los márgenes de los orificios con la suficiente área de sección y que el grueso de las paredes sea lo suficientemente delgado para minimizar los efectos por capilaridad; en realidad, habría que disponer de diferentes tipos de bombos, con el diámetro de los orificios de escurrido según el tamaño de las piezas a tratar;
- Asegurarse de que los bombos presenten los orificios adecuadamente libres, evitando su obturación;
- Controlar que disponen de la mayor proporción de agujeros para facilitar el escurrido, asegurando, eso sí, su resistencia mecánica;
- Realizar un control y mantenimiento periódico del bombo, comprobando que se encuentra en buenas condiciones y se facilita el escurrido;
- Al extraer el bombo del baño, hacer una extracción lenta para maximizar su escurrido;

Ventajas:

- Ahorro de materias primas por reducción de arrastre.
- Reducción del consumo de agua de enjuague.
- Menor concentración de contaminantes en las aguas de lavado.

Limitaciones / inconvenientes:

- En todos los casos, hay que respetar los condicionantes del baño, ya que algunos procesos no admiten estos agentes.
- Puede generar espuma en el baño de proceso.

Aplicabilidad:

- Puede emplearse con todos aquellos baños que químicamente sea factible; sobre todo, con los de elevada viscosidad.

Grado de implantación:

- Frecuente - poco frecuente

Inversión inicial:

- Nula

Coste explotación:

- Bajo

Valor de emisión asociado

- 20-30 % reducción de arrastre y caudal de enjuague asociado.
- 20-30 % de reducción del volumen y de la concentración de las aguas residuales asociadas.

La solución más viable tanto técnica como económicamente a desarrollar, consistirá en el estudio de la aplicación de agentes humectantes para cada una de los cuatro procesos que tienen lugar en la línea de recubrimiento (desengrase, activado, recubrimiento, y pasivado), para ello, se llevará a cabo un estudio en contacto con los proveedores de materia prima, teniendo en cuenta las características del proceso que se quieren y la calidad final del mismo.

La temperatura de los distintos procesos no se va a modificar ya que implicaría una gran inversión a la hora de modificar el sistema de extracción y tratamiento de los gases producidos en cada proceso, debido a que solamente el proceso de recubrimiento se realiza a una temperatura de 45 °C, mientras que los otros tres procesos se llevan a cabo a temperatura ambiente. Además, un aumento de temperatura podría provocar la ineficacia del proceso por el distinto comportamiento de los productos al modificar la temperatura, acarreando un coste mayor en el proyecto, así como, falta de experiencia.

En cuanto a las MTD's disponibles para los tambores, no tienen ningún tipo de impacto porque ya se han diseñado y se aplica el mantenimiento de los mismos según las condiciones especificadas anteriormente.

Se estima que el porcentaje de caudal de arrastre asociado a la aplicación de agentes humectantes, se reducirá en un 50% guiándose por las MTD's, dejando el futuro caudal de arrastre en 0,80 m<sup>3</sup>/h. El

caudal de enjuague no se modificará para conseguir una mejor calidad de enjuague y por tanto una mejora en la calidad del producto final acabado.

### 3.1.2.1.3. Técnicas de enjuague

Las necesidades de enjuague en un proceso vienen determinadas por el arrastre producido por las piezas al pasar de una cuba a otra. Su finalidad consiste en impedir la contaminación cruzada entre baños y evitar así la acción prolongada de los electrolitos sobre las superficies tratadas.

Por lo tanto, existe una relación directa entre el arrastre existente en un proceso y la cantidad de agua de enjuague utilizada. Una reducción del arrastre, permitiría una reducción del consumo de agua, si bien es cierto, que las concentraciones de los iones contaminantes serían mayores en el caudal de vertido.

A la hora de estudiar las distintas alternativas se han de tener en cuenta los parámetros de proceso más importantes, como son la temperatura, el tiempo de contacto, y el volumen óptimo de agua.

La temperatura a la cual tiene lugar el proceso también es fundamental a la hora de escoger la solución final. Las unidades de proceso donde tienen lugar el desengrase, el decapado y el pasivado se llevan a cabo a temperatura ambiente, mientras que el recubrimiento tiene lugar a cuarenta y cinco grados centígrados.

A continuación se detallarán las características de las distintas técnicas que se han analizado:

1. Enjuague múltiple en cascada a contracorriente, permite reducir el consumo de agua en un 95% en comparación con un enjuague simple. Es posible aplicarlo a cualquier temperatura de proceso, pero como puntos negativos en relación a esta técnica es que, se puede incrementar la conductividad del efluente; esto es así porque, por definición, se mantiene constante la calidad del enjuague de la última posición de enjuague conectada, con lo que las posiciones anteriores tienen aumentada su concentración con respecto a un enjuague simple; esto es, la concentración en sales solubles de difícil precipitación y la conductividad del vertido son incrementadas.

Ventajas:

- Reducción del consumo de agua de enjuague
- Se incrementa el tiempo de contacto entre la superficie a lavar y el agua, con lo que se mejora la eficacia del enjuague.
- Menor volumen de aguas residuales.

Limitaciones / inconvenientes:

- Es necesario disponer de espacio para ubicar las cubas adicionales.
- Provoca un cierto alargamiento del proceso productivo.
- Provoca un incremento del valor de emisión de sales en el primer enjuague y, en consecuencia, de determinadas sales solubles y/o de la conductividad en el efluente final depurado.

Aplicabilidad:

- Puede emplearse en cualquier tipo de enjuague excepto en aquellos casos en los que, un exceso de lavado, puede ocasionar problemas sobre la superficie de la pieza (p.e. de pasivado).

Grado de implantación:

- Muy frecuente

Inversión inicial:

- Media

Coste explotación:

- Nulo

Valor de emisión asociado:

- 97 % reducción del caudal de enjuague asociado y del volumen asociado de aguas residuales.
- Incremento de la concentración de los componentes en el agua residual generada respecto enjuague simple.

2. Enjuague estático, el sistema consiste en que la cuba inmediatamente anterior a la de proceso es estanca. El agua en contracorriente solamente entra en las dos anteriores. El arrastre se concentra en la primera cuba, que es recirculado a la cuba de proceso al producirse una evaporación del concentrado debido a la temperatura a la que se encuentra.

Hay una segunda opción que consiste en instalar un proceso cerrado. El agua que entra en contracorriente se hace pasar por unas resinas de intercambio iónico para volver a inyectarla en las cubas de enjuague.

Ventajas:

- Reducción del consumo de materias primas, al permitir la recuperación del arrastre.
- Reducción del consumo de agua de enjuague.

- No afecta sobre las sales solubles o la conductividad del efluente depurado sino que las disminuye.
- Menor volumen de aguas residuales.
- Menor cantidad de lodos de depuración de aguas residuales.

Limitaciones / inconvenientes:

- Es necesario disponer de espacio para ubicar las cubas adicionales.
- Provoca un cierto alargamiento del proceso productivo.
- El retorno de la solución con las aguas de recuperación puede provocar la contaminación del baño, requiriéndose un mayor nivel de control y mantenimiento del mismo.

Aplicabilidad:

- Puede emplearse en cualquier tipo de proceso siempre y cuando el baño trabaje a cierta temperatura ( $> 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) para permitir la recuperación del arrastre.

Grado de implantación:

- Muy frecuente

Inversión inicial:

- Baja

Coste explotación:

- Nulo

Valor de emisión asociado:

- 70 % reducción del arrastre asociado.
- 80 % reducción caudal de enjuague asociado.Reducción del volumen y de la concentración de las aguas residuales asociadas.

Mencionar que el enjuague tipo eco no se ha considerado por tener que desarrollarse a temperatura ambiente, y por el tamaño de los tambores que lo hacen inviable. Siendo inaplicable para el recubrimiento debido a la temperatura, y que en el caso de desengrase, decapado, y pasivado no es conveniente utilizarlo.

La técnica actual implantada en MIGMA2012, S.A. consiste en un enjuague múltiple en cascada a contracorriente, que supone un ahorro de agua respecto a las restantes alternativas considerable. El problema es que las concentraciones de los iones contaminantes, así como la conductividad debido a la

concentración de sales, son muy elevadas en la operación de recubrimiento, influyendo negativamente en la calidad del producto final. En las otras tres unidades de operación interesa utilizar el menor volumen de agua posible ya que la calidad del enjuague es buena, por lo que no se modificará el sistema implantado.

La solución más adecuada será la utilización del enjuague estático, porque mantendrá el consumo de agua utilizado actualmente, disminuyendo al mismo tiempo la concentración de contaminantes en el caudal de vertido, debido a la reducción del arrastre, siendo el arrastre el responsable de los contaminantes. Además es una técnica que necesita de una temperatura mayor a 40°C, y la de recubrimiento tiene lugar a 45°C.

Esta técnica de enjuague será implantada solamente en una posición posterior al baño de recubrimiento. Destacar que requiere de una inversión baja, y que el coste de mantenimiento es nulo. Como desventaja, señalar que alargará el tiempo de proceso.

Como solamente afecta a la unidad de proceso de recubrimiento, se estima que cada unidad de proceso contribuye en el caudal de arrastre en un 25%. Estimando que el caudal de arrastre es un 18% del caudal de vertido, 1,59 m<sup>3</sup>/h, y teniendo en cuenta la implantación de la MTD referente a la aplicación de agentes humectantes, la cual disminuye a 0,80 m<sup>3</sup>/h el respectivo caudal, aplicando una reducción del 70% para el caudal de arrastre proveniente solamente de la unidad de recubrimiento, el futurible caudal total de arrastre será de 0,66 m<sup>3</sup>/h, reduciéndose en un 42% respecto del actual.

### **3.1.3. Alternativas estudiadas para el tratamiento del vertido**

Una vez se hayan implantado las mejores técnicas disponibles para reducir el consumo de agua en procesos y actividades auxiliares, se recomienda utilizar técnicas que además contribuyan a una recuperación o reducción de arrastre, para evitar asimismo que se produzcan aumentos de la conductividad.

En primer lugar y en la medida de lo posible, debieran segregarse las corrientes contaminantes en origen, atendiendo a su carácter diluido, concentrado, ácido, alcalino y cianurado, identificándose asimismo los efluentes que resultan problemáticos al ser mezclados con aceites y grasas o cianuros.

Una vez efectuadas los procesos de depuración, se recomiendan las siguientes pautas de monitorización, control final y descarga del vertido:



- Se prefiere el vertido por cargas frente al continuo, pues permite un mejor control sobre el efluente así como las correcciones oportunas que aseguren la calidad final del vertido;
- Control automatizado para aquellos parámetros fácilmente controlables, como es el caso de pH y conductividad;
- Disposición de depósitos de retención donde enviar las aguas residuales en caso de que ocurra algún imprevisto en el sistema de tratamiento. Esta medida depende mucho del volumen de vertido que se genera, y se aplica con vertidos pequeños con mayor frecuencia.

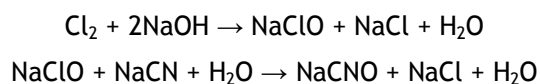
### 3.1.3.1. Oxidación de cianuros

#### Aspectos técnicos

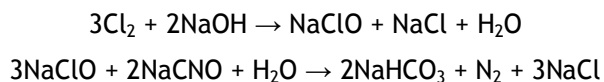
La oxidación de cianuros a cianatos precipitables se lleva a cabo por reacción con alguno de los siguientes reactivos: hipoclorito sódico (pH>10), peróxido de hidrógeno (pH=10), ácido peróxisulfúrico (pH=9), oxígeno (pH=5-9), ozono (pH=10-12) y monopersulfato potásico. También esta oxidación puede producirse de forma anódica.

El método más habitual es la oxidación con hipoclorito sódico, por su facilidad de implantación y resultados. Esta reacción tiene lugar en dos pasos:

1) Oxidación de cianuro a cianato. La velocidad de esta etapa depende fuertemente del pH del medio y del exceso de cloro, debiendo situarse el pH en valores elevados (10,5-11,5) para evitar la formación de gases tóxicos.



2) Destrucción de los cianatos para formar anhídrido carbónico y nitrógeno. Este segundo paso también depende del pH y del tiempo de reacción, pero se efectúa a pH ligeramente alcalino (8,0-8,5) para favorecer la cinética de la reacción.



En ambas etapas la agitación en el reactor debe ser vigorosa. La primera reacción se completa en un tiempo aproximado de 30-45 minutos, mientras que la segunda requiere de 60-90 minutos para completarse.

#### Coste asociado

Puesto que el hipoclorito de sodio tiene un precio moderado, la alternativa más económica pasa por la acción combinada de hipoclorito de sodio y peróxido de hidrógeno.

#### Resultado obtenido

Valores de 0,2 mg/l de cianuro libre en vertido final empleando hipoclorito sódico como reactivo. Sin embargo, es necesario controlar muy bien la dosis de reactivo, dado que un exceso podría reaccionar con restos de aceites o tensioactivos, puede dar lugar a derivados orgánicos halogenados altamente tóxicos.

### **3.1.3.2. Neutralización, floculación y precipitación de metales**

#### Aspectos técnicos

Los enjuagues diluidos ácidos y alcalinos, si no presentan niveles en exceso de metales, pueden mezclarse y conseguir de este modo una cierta neutralización del efluente, con lo que se ahorrarían reactivos de depuración. Sin embargo, esto no es suficiente, puesto que el objetivo básico es la precipitación de los metales disueltos ajustando el pH.

Los metales pesados precipitan en forma de hidróxidos, sulfuros o carbonatos metálicos a pH que oscilan desde 3,5-11 y como coadyuvante a la precipitación, se suele emplear polielectrolitos aniónicos, que favorecen la separación de compuestos. La precipitación con sulfuro de hidrógeno y carbonato cálcico presenta diversos inconvenientes, como son el coste de los reactivos, la formación de iones tóxicos y atmósferas insalubres con el sulfuro y la aparición de reacciones secundarias con el carbonato.

Por otro lado, es preciso destacar que la presencia en el vertido de agentes complejantes como el cianuro, dificulta la precipitación de los metales. En este sentido, los ditiocarbamatos (en concreto, el dimetilditiocarbamato, DMDTC) posibilitan la precipitación del cobre y zinc independientemente del complejante.

Por lo general, se obtienen mejores resultados mezclando metales de diferentes características debido a fenómenos de coprecipitación: formación de cristales mixtos, compuestos metal divalente-trivalente o adsorción.

Los problemas técnicos más frecuentes en esta operación son:

- La redisolución de metales precipitados en caso de superarse el pH óptimo en el medio de reacción, debido al carácter anfótero de algunos metales;
- La acidulación del agua residual una vez efectuado el ajuste de pH, debido a la transformación en hidróxidos de las sales formadas, la adsorción superficial del reactivo alcalino sobre los hidróxidos y los protones liberados a consecuencia de la oxidación de los metales a su mayor estado de valencia. Esta ligera acidificación del agua propicia la solubilidad de los metales, por lo que ha de ser tenido en cuenta en el vertido final.

**Tabla 10.- Valores óptimos pH para precipitación metales del vertido de MIGMA2012 S.A.**

Metal	Hidróxido sódico		Hidróxido cálcico	
	pH óptimo precipitación	pH límite redisolución	pH óptimo precipitación	pH límite redisolución
<b>Cobre</b>	7,6	-	8,0	-
<b>Zinc*</b>	10,2	10,8	10,0	-

\*Dado el margen de precipitación tan estrecho, sería necesario llevar a cabo la operación por fases, para conseguir de este modo sedimentar eficazmente el mayor número de especie químicas.

**Tabla 11.-Solubilidad de los metales que componen el vertido de MIGMA2012 S.A.**

Metal	Hidróxido (ppm)	Sulfuro (ppm)	Carbonato (ppm)
<b>Cobre</b>	$2,2 \cdot 10^{-2}$	$5,8 \cdot 10^{-18}$	
<b>Zinc</b>	1,0	$2,5 \cdot 10^{-7}$	$7,0 \cdot 10^{-4}$

Posteriormente, los precipitados se decantan y filtran habitualmente con filtros prensa, y los lodos desecados resultantes (con un 60-65% de humedad) se almacenan y gestionan de forma externa.

### Coste asociado

La instalación necesaria este tratamiento tiene un coste de inversión alto y requiere de espacio, formación del personal y de control y mantenimiento. Para facilitar su funcionamiento y garantizar un correcto proceso de depuración, es aconsejable automatizar todo el proceso.

### Resultado obtenido

El valor de emisión asociado a esta técnica, en condiciones normales de tratamiento es 0,2-5,0 mg/l para cobre y zinc.

### **3.1.3.3. Electrocoagulación/Floculación electrolítica**

#### Aspectos técnicos

Esta técnica está especialmente indicada para reducir la conductividad en el efluente y consiste en la instalación de una célula electrolítica con ánodos de hierro que aportarán iones férricos que actuarán como coagulantes/floculantes. Además permite tratar grandes caudales con bajos costes de funcionamiento y sin la utilización de productos químicos, con excepción del necesario para mantener un pH neutro.

#### Coste asociado

Es una técnica muy interesante porque permite trabajar grandes caudales con un bajo consumo de energía, y resulta muy adecuada económicamente para caudales a partir de 0,2m<sup>3</sup>/h, sin precisar consumo de reactivos químicos salvo para el ajuste de pH.

#### Resultado obtenido

El valor de emisión asociado a esta técnica también es 0,2-5,0 mg/l para cobre y zinc.

### 3.1.3.4. Precipitación de aniones

#### 3.1.3.4.1. Cloruros

##### Aspectos técnicos

Debido a su elevada solubilidad en agua, la eliminación de este tipo de anión no resulta sencilla.

Se recomiendan dos métodos:

- Adición de hidróxido cálcico, que tiene un cierto efecto de arrastre, aunque su eficacia es muy limitada.
- Resinas de intercambio iónico para pequeños caudales, aunque el coste de su gestión externa debe ser considerado desde el principio para evaluar su viabilidad.

##### Resultado obtenido

Los valores de emisión asociados suelen situarse entre 1.000-2.500 mg/l.

#### 3.1.3.4.2. Boro

##### Aspectos técnicos

A pesar de que no existe una metodología técnica y económicamente viable a su eliminación por vía físico-química, cabe la posibilidad de utilizar un sistema en serie de resinas de intercambio iónico selectivas como tratamiento final.

##### Coste asociado

El elevado coste de la instalación y de la gestión de la resina agotada reduce su aplicabilidad a pequeñas instalaciones con concentraciones de boro inferiores a 10 mg/l.

##### Resultado obtenido

Los valores de emisión asociados suelen situarse entre 5-15 mg/l, aunque con técnicas de minimización es posible alcanzar valores inferiores.

### 3.1.3.4.3. Conductividad

#### Aspectos técnicos

Se recomienda el uso de productos de depuración que no aporten más sales al sistema como peróxido de hidrógeno, ozono, o coagulantes orgánicos (polielectrolitos). Pueden usarse ácidos para depurar, escogiendo preferiblemente ácido sulfúrico en vez de clorhídrico, dado que su conductividad específica es inferior.

No obstante la conductividad debe tratarse desde la línea de proceso, aplicando las técnicas de reducción y recuperación de arrastres. La única forma directa de reducir la conductividad generada, es mediante sistemas físicos, que concentren las sales y reduzcan sus niveles en el agua vertida. Este es el caso de un sistema de evaporación, filtración por ósmosis o por resinas de intercambio iónico. Posteriormente, el concentrado se gestionaría externamente como residuo peligroso.

#### Coste asociado

La instalación de sistemas físicos de evaporación o filtración tiene un coste elevado, así como su consumo energético asociado. La gestión externa de los lodos generados también es costosa.

#### Resultado obtenido

Con todas estas técnicas, pueden obtenerse valores de vertido final asociados de entre 2.000-6.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

### **3.1.3.5. Filtración/separación por membrana (Técnica de vertido cero)**

Existe la posibilidad de utilizar sistemas de filtración tangencial para recuperar el agua residual y alcanzar un vertido cero, aunque para conseguirlo se recomienda la combinación con diversas técnicas de evaporación-filtración con membranas-resinas de intercambio iónico.

Respecto a las operaciones de filtración, las más frecuentes son la ultrafiltración y la ósmosis inversa:

### 3.1.3.5.1. Ultrafiltración

#### Aspectos técnicos

Con este método de filtración se consigue retirar metales y materia orgánica, obteniéndose una fase retenida que debe ser almacenada y gestionada como residuo peligroso. El principal inconveniente reside en los problemas de colmatación y ensuciamiento de la membrana, que exigen un mantenimiento exhaustivo con contralavados y limpieza química.

#### Costes asociados

El coste de la inversión en estos equipos es relativamente alto, a pesar de que el consumo energético es pequeño. Además se debe contar en el estudio de viabilidad con la gestión externa de la fase retenida.

#### Resultado obtenido

El efluente que se obtiene tiene una concentración inferior a 0,1 mg/l.

### 3.1.3.5.2. Ósmosis inversa

#### Aspectos técnicos

En esta operación de filtración se eliminan partículas de menor tamaño, por lo que la calidad del agua obtenida es superior. Puede aplicarse tanto en baños ácidos como cianurados sobre las aguas de recuperación, aunque para asegurar la eficacia del sistema de separación, es muy importante escoger adecuadamente el tipo de membrana.

#### Coste asociado

Además de la inversión con el equipo, puesto que el proceso tiene lugar a presión elevada, el consumo energético es superior.

#### Resultado obtenido

Con esta técnica es posible recuperar alrededor del 98-99 % de cobre y 92-98 % de cianuro.

### **3.1.3.6. Tecnología térmica: Evaporación (Técnica de vertido cero)**

#### Aspectos técnicos

Esta tecnología presenta dos variantes, la evaporación a temperatura ambiente o a vacío, que se diferencian principalmente en el consumo energético que requieren, elevado en el primer caso y reducido en el segundo, al producirse la evaporación del líquido a bajas temperaturas.

En general, estos sistemas exigen cambios importantes en el proceso, puesto que los caudales de tratamiento que admiten son relativamente bajos, lo que dificulta su implantación en grandes instalaciones.

Por otro lado, los evaporadores requieren controles y mantenimiento exhaustivos de pH, densidad, presencia de surfactantes o riesgo de cristalización en el interior del equipo.

#### Coste asociado

En muchas ocasiones, el coste del equipo, el consumo energético asociado y la gestión del residuo líquido concentrado, hacen inviable la aplicación generalizada de esta tecnología.

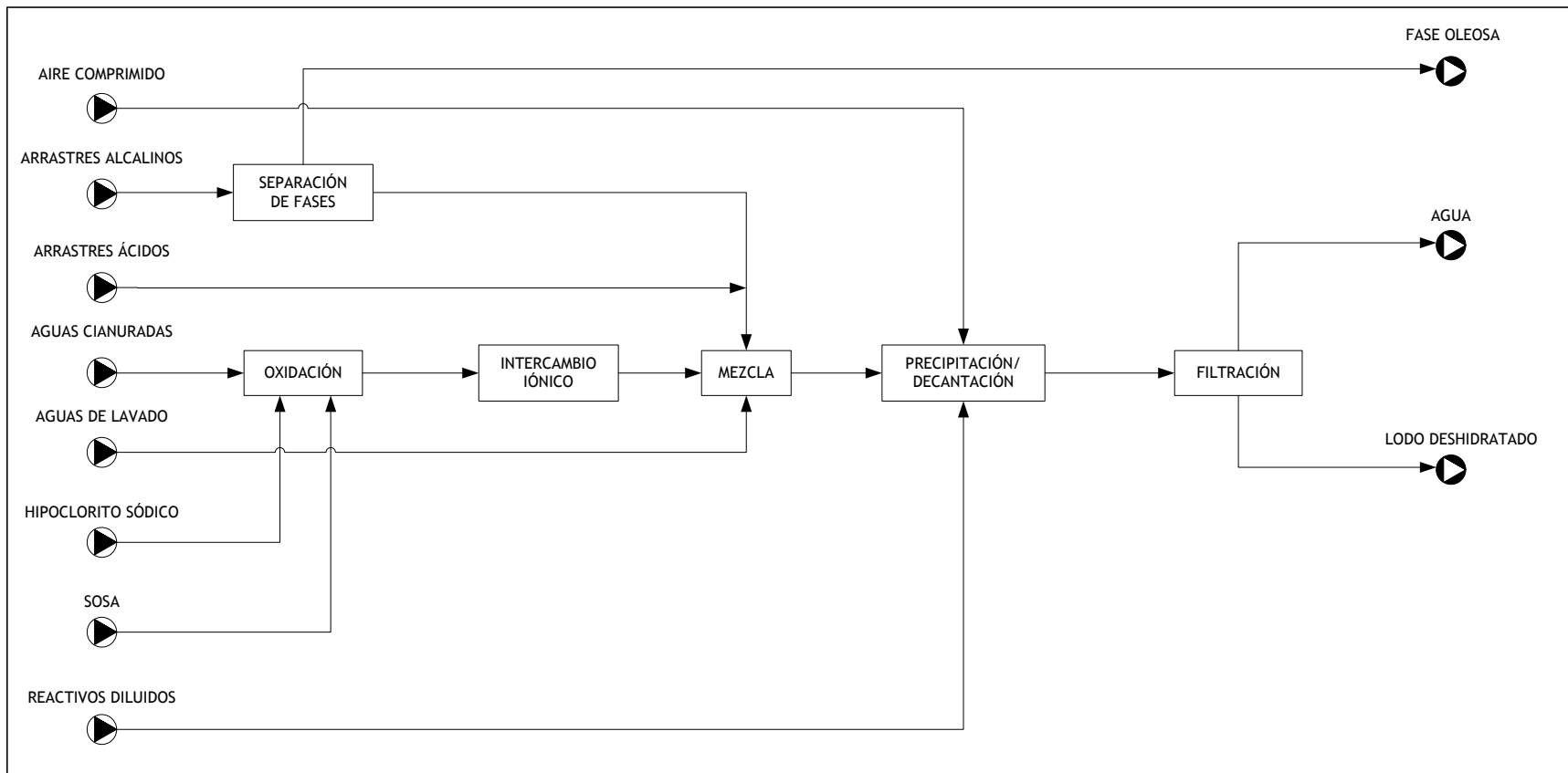
#### Resultado obtenido

Permiten la recuperación del agua evaporada para su reintroducción en el proceso.

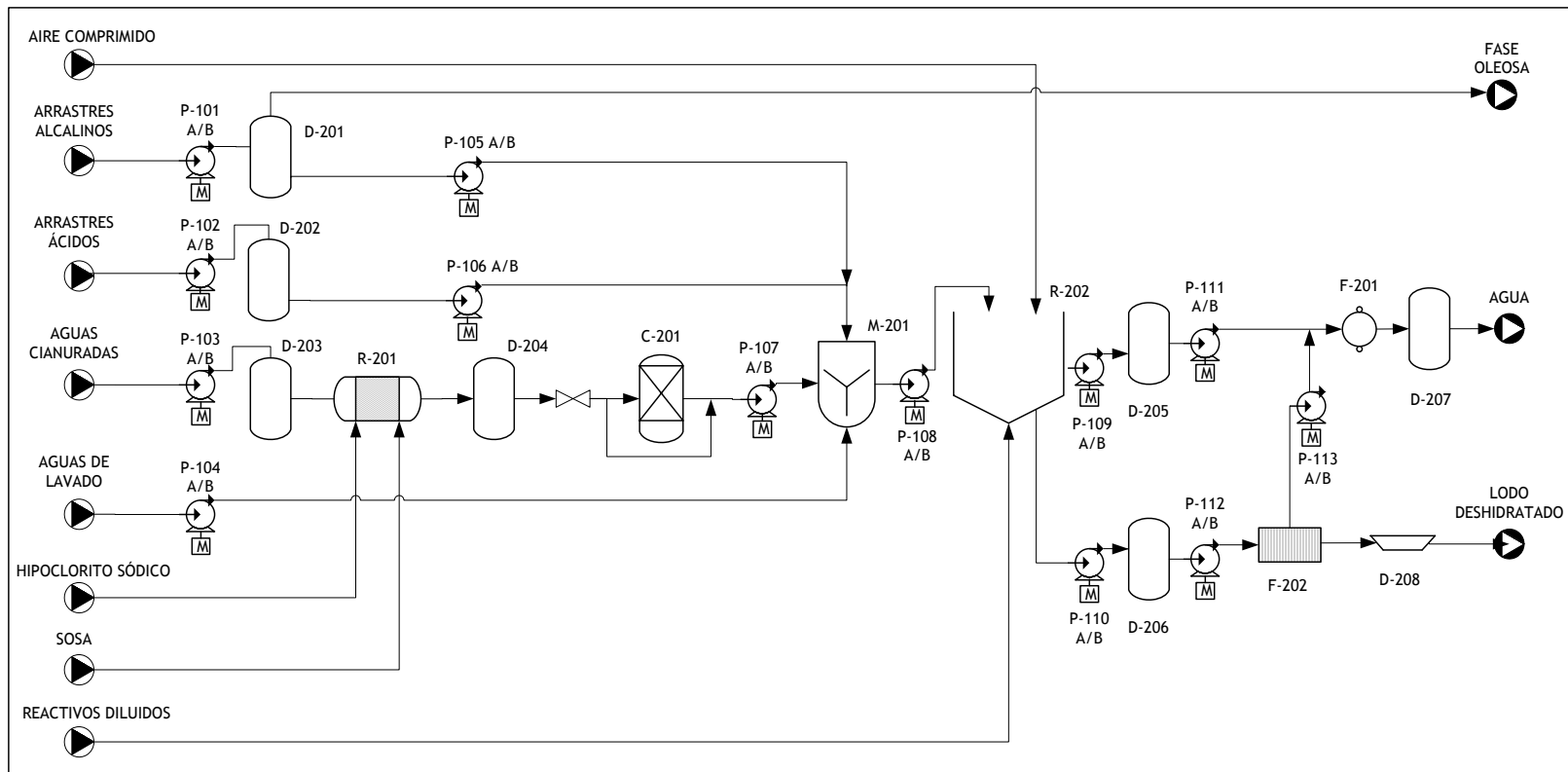
### **3.1.4. Evaluación de alternativas**

Una vez vistas las técnicas aplicables para la depuración del vertido de MIGMA2012 S.A., se considera que el tratamiento más adecuado, por su especificidad técnica y viabilidad económica, comprende de forma consecutiva las siguientes operaciones, según se observa en los siguientes diagramas de bloques y de flujo:





ARANDA RODRÍGUEZ, PILAR PERNAS FILLOY, PEDRO RODRÍGUEZ DÍAZ, CLARA SÁEZ CHAMORRO, ELVIRA	EOI - ESCUELA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL		
	ADAPTACIÓN DE UNA INDUSTRIA DEL METAL A LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL APLICABLE		
TUTOR	FECHA:	PLANO:	
D. ANTONIO PONCE ALONSO	6 de julio de 2012	DIAGRAMA DE BLOQUES DEPURACIÓN	
ESCALA:	S/E	REV: A1	Nº DE PLANO: 1 DE 1



C-201	Columna de intercambio iónico
D-201	Separador de fases/ Depósito de acumulación
D-202, D-203, D-204, D-205, D-206, D-207	Depósito de acumulación
D-208	Contenedor de lodos deshidratados
F-201	Filtro de arena
F-202	Filtro prensa
M-201	Mezclador
P-101 A/B, P-102 A/B, P-103 A/B, P-104 A/B, P-105 A/B, P-106 A/B	Bombas centrífugas
P-107 A/B, P-108 A/B, P-109 A/B, P-110 A/B, P-111 A/B, P-112 A/B, P-113 A/B	Bombas centrífugas
R-201	Reactor de oxidación de cianuros
R-202	Reactor de coagulación/precipitación

ARANDA RODRÍGUEZ, PILAR PERNAS FILLOY, PEDRO RODRÍGUEZ DÍAZ, CLARA SÁEZ CHAMORRO, ELVIRA	EOI - ESCUELA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL		
	ADAPTACIÓN DE UNA INDUSTRIA DEL METAL A LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL APLICABLE		
TUTOR	FECHA: 6 de julio de 2012	PLANO: DIAGRAMA DE FLUJO DEPURACIÓN	
D. ANTONIO PONCE ALONSO	ESCALA: S/E	REV: A1	Nº DE PLANO: 1 DE 1

- Segregación de los efluentes procedentes de cada uno de los tratamientos de la línea de recubrimiento, y separados igualmente atendiendo a su concentración. De este modo, se tratarán por separado cuatro corrientes compuestas por:
  - Aguas de enjuague no cianuradas, procedentes de los lavados de los tratamientos de desengrase, decapado y pasivado;
  - Aguas cianuradas, compuestas por el arrastre y lavado del tratamiento de recubrimiento;
  - Arrastres ácidos, provenientes de los arrastres de los tratamientos de decapado;
  - Arrastres básicos, procedentes de los tratamientos de desengrase y pasivado.

Gracias a esta separación de corrientes, se posibilitará el tratamiento adecuado de cada corriente conforme a sus necesidades o afinidades por las distintas operaciones, y además se conseguirá una reducción importante de los valores de conductividad;

- La corriente de arrastres básicos contiene restos de aceites y grasas de la operación de desengrase y una concentración baja en metales pesados. Esta corriente pasará por un depósito de acumulación que actuará a su vez de separador de fases, del que se obtendrá una fase oleosa que será gestionada por SIGAUS en función de la calidad de la separación y una fase acuosa.
- La corriente de arrastres ácidos proviene del tratamiento de decapado y contiene una concentración alta en metales pesados. Por su composición, esta corriente puede mezclarse con la fase acuosa obtenida en la separación de fases para ser tratadas conjuntamente en una operación posterior. Dado el carácter predominantemente básico de la mezcla, se producirá una ligera neutralización del medio al mezclar las tres corrientes, que influirá positivamente en una menor necesidad de reactivo en las operaciones posteriores.
- La corriente de aguas cianuradas contiene el arrastre y los enjuagues del tratamiento de recubrimiento, posee carácter básico y contiene cianuros, metales pesados y boro, por lo que es la corriente más compleja a tratar. Para la depuración de esta corriente se seguirá el siguiente esquema:
  - Debido a su carácter tóxico y a su capacidad complejante, es necesario retirar en primer lugar los cianuros, para lo cual se llevará a cabo una oxidación con hipoclorito sódico y sosa, según se explicó en apartados anteriores.
  - Seguidamente, el efluente entrará en una columna de intercambio iónico que retendrá selectivamente el boro. Esta operación consta de un by-pass que permitirá la entrada del

efluente en la resina en caso de que la concentración de boro al final del proceso de depuración supere los límites establecidos en la legislación (3 ppm, Decreto 57/2005). En caso contrario, el efluente entraría directamente en la siguiente operación, donde se mezclaría con las otras tres corrientes.

- Después, el efluente de salida de la resina se mezclará con las corrientes de los otros tres tratamientos, y pasará a un reactor donde comenzará un proceso de coagulación-precipitación con reactivos diluidos (ph 8,5-8,9), a fin de no incrementar la conductividad a lo largo del tratamiento. En el mismo recipiente donde tiene lugar esta operación, se producirá un proceso de sedimentación natural de los precipitados.
- Por último, del reactor de precipitación se obtendrán dos corrientes de salida, una fase acuosa y una fase de lodos espesados:
  - La fase acuosa pasará por un filtro de arena para asegurar la calidad del vertido cumpliendo con los objetivos del Decreto 57/2005 y se retendrá en un depósito de acumulación. Según se explicó con anterioridad, este efluente se verterá por cargas para facilitar el control, y sobre esta corriente se dispondrá un control automatizado de los parámetros de pH y conductividad.
  - La fase espesa entrará en un filtro prensa, del que se obtendrán un lodo deshidratado que será gestionado como residuo peligroso (dado su contenido en metales pesados) y un efluente acuoso, que se recirculará al filtro de arena y seguirá los mismos pasos explicado anteriormente.

### **3.2. Gestión de residuos**

Una vez identificados los problemas ambientales de la empresa en materia de residuos se ha procedido a estudiar las posibles soluciones para el almacenamiento de los mismos teniendo en cuenta aspectos ambientales, tecnológicos y económicos.

Dado que en la zona de almacenamiento de residuos se encontró una contaminación del suelo, es necesario encontrar un nuevo emplazamiento que se adecue a las necesidades de MIGMA2012, S.A.

Para ello se realizó un estudio de alternativas considerando diferentes emplazamientos dentro de las instalaciones de la empresa. A continuación se exponen las dos opciones candidatas a almacenar los residuos.

### 3.2.1. Alternativa I

La localización de este almacén será próxima a la zona de recubrimiento como se muestra a continuación en el mapa. Dado que la línea de salida de residuos se produce en el área de recubrimiento, se procederá a la instalación de un acceso de forma que se reduzca la distancia recorrida de los residuos hacia el almacén. Esto no sólo reduce el tiempo de operación con los residuos, sino que también reduce la probabilidad de accidentes durante su transporte.

El almacén contará con una superficie de 84 m<sup>2</sup>, 6 de ancho y 14 de largo. Se construirá un almacenamiento techado de uralita, que protegerá los residuos de nieve o lluvia, viéndose limitado con el exterior gracias a una valla metálica. El Almacén limitará por el fondo con el muro que rodea las instalaciones de la empresa. Dado que el almacén está semicerrado, no será necesario sistema de ventilación alguno ya que con la circulación de aire será suficiente.

En lo referente al suelo, de cemento u hormigón, será provisto de una capa de resina que le conferirá la impermeabilización requerida. El suelo, previamente impermeabilizado, se acondicionará de forma que tenga una ligera pendiente para que los posibles derrames sean conducidos hacia la arqueta estanca, de serán recogidos mediante una bomba de succión. Asimismo, se construirá un bordillo de obra cuya altura sea de aproximadamente 20 cm para contener posibles derrames en el interior del almacén.

En la zona de salida, el bordillo será sustituido por una pequeña elevación a modo de rampa interior y exterior, de forma que el personal tenga fácil acceso al almacén especialmente cuando se produce el transporte. En el perímetro del almacenamiento se ubicará una canalización que retenga los posibles derrames y evitar así la dispersión de la contaminación.

El almacén estará abierto al exterior durante el día no será necesaria la aportación de luz eléctrica. Sin embargo, es necesario asegurar la visibilidad en el interior del almacén durante las horas de oscuridad, por lo que se instalarán cuatro focos conectados a la instalación general.

En cuanto a la disposición de los residuos, se dispondrán en tres categorías según lo ya establecido durante la auditoría:

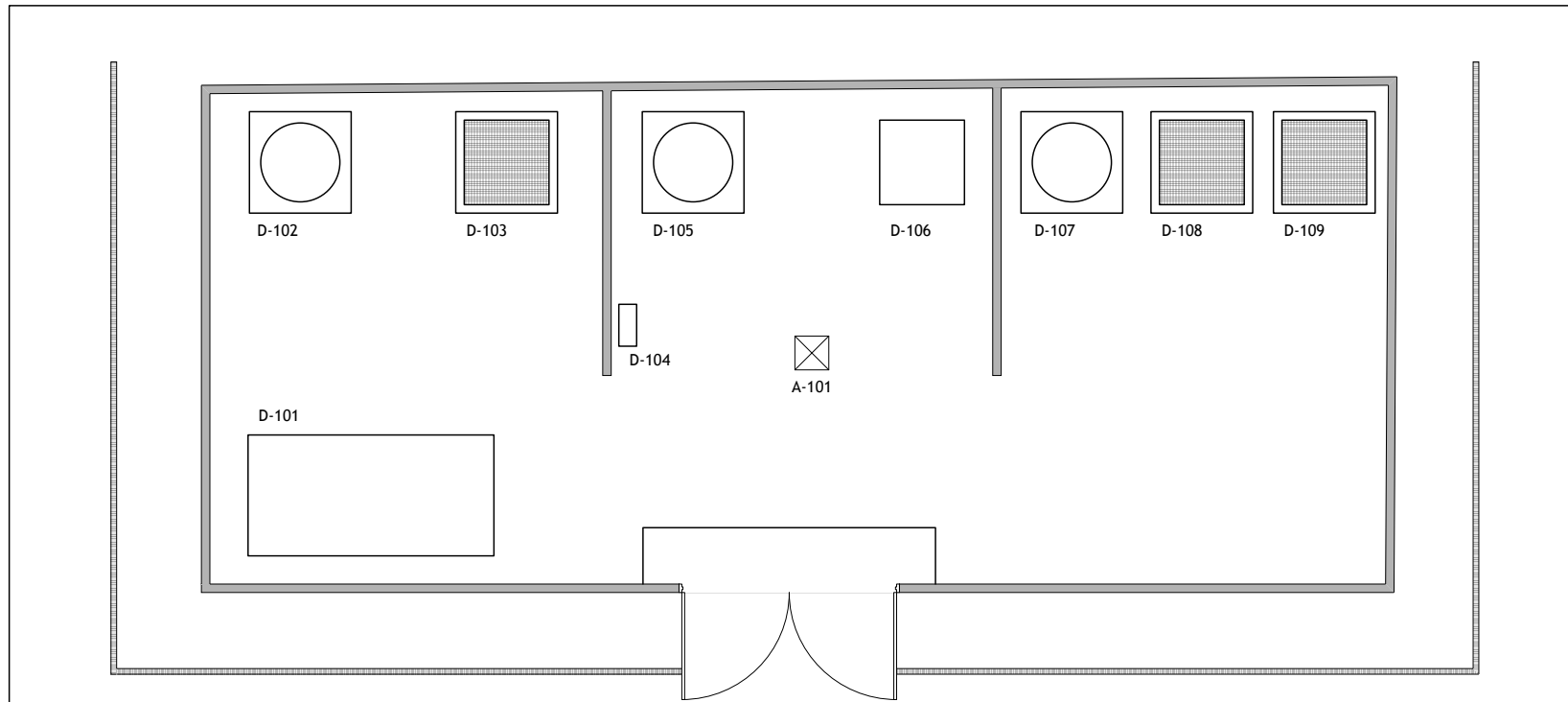
- Categoría I: baños de decapado (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HCl, Enprep 146, NaClO), y lodos de enjuague ácido.
- Categoría II: aceites sintéticos (BETEX y TPH), y maizor agotado (con taladrinas),

- Categoría III: Lodos de baños de recubrimiento, desengrase y pasivado (NaCN, CuCN, aditivo del baño de cobre, Ca(OH)<sub>2</sub>), lodos de enjuague de recubrimiento.

Para ello el almacén se compartimentará en tres espacios separados parcialmente entre sí por una valla metálica.

Se instalará una puerta metálica de doble hoja con unas dimensiones suficientes para asegurar el acceso a los tres compartimentos en condiciones de seguridad.

El almacén quedará según lo anteriormente expuesto como se observa a continuación.



Arqueta: A-101
Depósitos:
D-101 Contenedor de 3 m3 para envases
D-102 Bidón metálico con cubeto de retención: Lodos de enjuague ácido
D-103 GRG con cubeto de retención: Baños ácidos
D-104 Depósito de sepiolita para derrames
D-105 Bidón metálico con cubeto de retención: Aceite de mecanizado
D-106 Big bag: Maizor agotado
D-107 Bidón metálico con cubeto de retención: Lodos de enjuague básicos
D-108 GRG con cubeto de retención: Baños básicos
D-109 GRG con cubeto de retención: Baños cianurados

ARANDA RODRÍGUEZ, PILAR PERNAS FILLOY, PEDRO RODRÍGUEZ DÍAZ, CLARA SÁEZ CHAMORRO, ELVIRA	EOI - ESCUELA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL		
	ADAPTACIÓN DE UNA INDUSTRIA DEL METAL A LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL APLICABLE		
TUTOR	FECHA: 6 de julio de 2012	PLANO: ALMACÉN DE RESIDUOS	
D. ANTONIO PONCE ALONSO	ESCALA: S/E	REV: A1	Nº DE PLANO 1 DE 1

En cuanto al etiquetado, todos los envases deberán tener una etiqueta identificativa del residuo que contiene y de su peligrosidad. Se adjunta las etiquetas de los residuos peligrosos en el Anexo V.

A continuación se detallan los envases que MIGMA2012 S.A. va a necesitar, puesto que tenemos una entrada de materias primas se procederá a reutilizar estos envases para el almacenamiento de los residuos producidos atendiendo a las incompatibilidades que estos presentan.

- Los lodos procedentes del filtro prensa se almacenarán en un contenedor de 3 m<sup>3</sup> junto al sistema de filtrado.
- Los baños de recubrimiento, desengrase y pasivado se almacenarán en los envases de materias primas básicos y en GRGs, recipientes con una capacidad de 1000 l resistentes a residuos corrosivos. Se presentan con orificio con tapón roscado y válvula de vaciado. Está reforzado con estructura metálica o de plástico para protegerlo ante choques. Son apropiados para ser apilados.
- MIGMA2012.S.A produce anualmente 112.820 l de baños de tratamiento básicos agotados, con una densidad estimada de 1,3 g/cm<sup>3</sup>. Por lo que se ha decidido reutilizar los envases de materias primas de cianuro de cobre y cianuro sódico que en total suman una capacidad de 9.293 l (43 bidones de cianuro de cobre con capacidad para 25 l y 263 briquetas de cianuro sódico con capacidad para 31 l). En estos envases se almacenarán únicamente los baños de recubrimiento, es decir, los baños cianurados. La separación de los baños con contenido en cianuro responde al elevado coste que supone el depósito en vertedero de este tipo de residuos y a su superior peligrosidad respecto al resto de los residuos básicos que MIGMA2012 produce. Si se mezclaran todos los residuos de carácter básico, todos obtendrían la categoría de cianurados lo que aumentaría los costes de gestión. Al separar los cianuros del resto de residuos básicos se consigue que el menor volumen de residuo sea tratado como cianurado y así se reduce al mínimo el coste de gestión. Esta consideración es aplicable a los lodos de enjuague de las cubas cianuradas.

Para el resto de residuos de baños básicos (no cianurados y los cianurados que no quepan en los bidones de reutilización) se dispondrá de 103 GRGs alcanzando así la capacidad necesitada.

- Se producen 49.000 l de baños de tratamiento ácidos agotados, cuya densidad estimada es de 1,5 g/cm<sup>3</sup>. Se reutilizarán los envases de materias primas compatibles para su almacenado. En concreto se reutilizarán 12 envases de ácido sulfúrico y 4 de cloruro férrico, ambos con una capacidad de 1000 l. Al igual que en el caso anterior para completar el almacenamiento se comprarán 33 GRGs.



- Los lodos de limpieza de cubas ácidas se almacenarán en bidones con capacidad para 200 l y cierre tipo ballesta, por lo que se estima un consumo anual de 10 bidones. Será necesaria la compra de la totalidad de los bidones, ya que los bidones compatibles están destinados al almacenamiento de los baños.
- Asimismo para los lodos de limpieza de cubas básicas se estima un consumo anual de 20 bidones; que también serán comprados, separando al igual que en el caso de los baños los lodos cianurados del resto.
- La producción de residuos de aceites sintéticos es de 2000 l al año, por lo que se reutilizarán los envases de BP Maccurat D 150 y Castrol Coodlege BI que juntos suman la capacidad requerida.
- MIGMA2012 S.A. consume 5800 kg de maizor al año, este viene almacenado en sacos de 25 kg. Para su gestión como residuo se utilizarán los 232 sacos que la empresa emplea al año. Adicionalmente se comprará un bigbag con capacidad para 1 m<sup>3</sup>, ya que previsiblemente el volumen del maizor agotado será mayor debido a la absorción/adsorción de las taladrinas.

Los envases de productos consumidos como compuesto FC 482, Enprep 146, Enprep OC, antitarnish CU y sosa cáustica se almacenarán juntos (debido a que no presentan incompatibilidades), en el almacén de residuos peligrosos en un espacio no ocupado por las tres categorías antes expuestas. Debido a que la mayoría de los envases son reutilizados, se ha estimado el volumen de envases a gestionar en 15 m<sup>3</sup> al año que serán depositados en contenedores de 3 m<sup>3</sup>.

Los kits de laboratorio agotados se almacenarán en el laboratorio y serán retirados por el proveedor de los mismos.

Todos los residuos líquidos almacenados, es decir, los baños de decapado, aceites sintéticos y las taladrinas se dispondrán sobre cubetos de retención individuales con rejilla. Constan de un recipiente destinado a retener los productos contenidos en los envases de almacenamiento en caso de vertido o fuga de los mismos. MIGMA2012 S.A. además utilizará estos cubetos con rejillas ya que en caso de que se produzcan goteos durante el llenado del recipiente estos caerán al fondo del cubeto atravesando la malla reticular. Con esto se evita que el recipiente esté en contacto directo con el derrame.

Existirá además, material absorbente para contener posibles derrames en el interior del almacén. Se recomienda sepiolita aunque existen otras opciones como mantas y almohadas absorbentes.

Debido a que la producción total de residuos es de 272 Tn al año, se estima que la recogida de residuos por los gestores autorizados se hará de manera mensual.

Se establecerá un sistema de recogida y retorno de envases con el gestor contratado, de forma que sólo se deberá acometer una compra inicial que cubra la cantidad de residuos generados mensualmente.

**Tabla 12.- Resumen del número de envases**

Tipo de envases	Nº necesario	€/unidad	€
<b>GRG</b>	12	160	1920
<b>Bidones 200 l</b>	3	50	150
<b>Bigbag 1 m3</b>	1	5	5
<b>Contenedor 3 m3</b>	2	600	1200
<b>Cubetos</b>	5	300	1500
<b>€ Total</b>			<b>4775</b>

La inversión de la alternativa I necesaria para acometer la obra civil anteriormente detallada supone un coste de 3000€ y cumple con las exigencias legales aplicables. A diferencia de la alternativa II, esta alternativa no requiere la solicitud de permisos al Ayuntamiento de Pequeño Municipio.

### **3.2.2. Alternativa II**

La localización de este almacén será, en este caso, más próxima a la zona de mecanizado que a la de recubrimiento. Igual que en la opción anterior se instalará una puerta que comunique el almacén con la línea de recubrimiento.

La superficie será igual que en el caso anterior (84 metros cuadrados, 6 de ancho y 14 de largo). Tanto las paredes como el techo del almacén serán de ladrillo y totalmente cerrado. Debido a esto, el almacén estará provisto de un sistema de ventilación forzada para evitar la acumulación de vapores tóxicos.

En lo referente al suelo, de cemento u hormigón, será provisto de una capa de resina que le conferirá la impermeabilización requerida. El suelo, previamente impermeabilizado, se acondicionará de forma que tenga una ligera pendiente para que los posibles derrames sean conducidos hacia la arqueta

estanca, donde serán recogidos mediante una bomba de succión. Asimismo, se construirá un bordillo de obra cuya altura sea de aproximadamente 20 cm para contener posibles derrames en el interior del almacén.

En la zona de salida, el bordillo será sustituido por una pequeña elevación a modo de rampa interior y exterior de forma que el personal tenga fácil acceso al almacén muy importante cuando se trasladan los residuos. En el perímetro del almacenamiento se ubicará una canalización que retenga los posibles derrames y evitar así la dispersión de la contaminación.

Dado que el almacén estará totalmente cerrado se necesitará la instalación eléctrica para aportar iluminación artificial que será necesaria para las operaciones de manipulación de residuos dentro del almacén.

En cuanto a la disposición de los residuos, se dispondrán en función de lo ya establecido durante la auditoría.

- Categoría I: baños de decapado ( $H_2SO_4$ , HCl, Enprep 146, NaClO)
- Categoría II: aceites sintéticos (BETEX y TPH), taladrinas y maizor agotado.
- Categoría III: Lodos de baños de recubrimiento, desengrase y pasivado (NaCN, CuCN, aditivo del baño de cobre,  $Ca(OH)_2$ ), lodos de enjuague de recubrimiento.

Para ello el almacén se compartimentará en tres espacios parcialmente separados entre sí por una pared de ladrillo.

Finalmente, se instalará una puerta metálica de doble hoja con unas dimensiones suficientes para asegurar el acceso a los tres compartimentos en condiciones de seguridad.

Todos los residuos líquidos almacenados, es decir, los baños de decapado, aceites sintéticos y las taladrinas se dispondrán sobre cubetos de retención con rejilla.

El almacén quedará según lo anteriormente expuesto, igual que en la alternativa anterior variando únicamente los materiales de construcción del almacén.

Dado que se trata de una obra civil, si se decidiera acometer esta alternativa debería haber comunicación con el ayuntamiento para solicitar licencia de obra y si fuera necesario, una recalificación del terreno.

Al igual que la alternativa I, todos los envases deberán tener una etiqueta identificativa del residuo que contiene y de su peligrosidad. De igual forma, la reutilización y compra de envases será la misma que para la alternativa I.

Esta alternativa va más allá de los requisitos legales, proporcionando fuertes medidas de seguridad que hacen que cualquier accidente quede prácticamente contenido dentro del recinto.

En cuanto al aspecto económico, se trata de una alternativa que supone una gran inversión de MIGMA2012 S.A. (6000€). Por otro lado, también requiere un esfuerzo extra dada la necesidad de realizar algunos trámites con el ayuntamiento, como licencia de obra.

La disposición espacial de los envases en el almacén queda representada en el plano mostrado anteriormente

### **3.2.3. Gestores de residuos**

Para la elección del gestor se procederá a evaluar los existentes en el listado de empresas autorizadas por la Comunidad de Madrid para la realización de actividades de gestión de residuos peligrosos.

A continuación se citan 3 posibles empresas candidatas a tratar los residuos producidos por MIGMA2012 S.A. atendiendo para su elección a criterios de proximidad, oferta de residuos a tratar y precio.

- FCC AMBITO, S.A. (Tratamiento y eliminación en vertedero de residuos peligrosos)  
CARRETERA TORREJON LOECHES M206, Km. 4,600  
28830 San Fernando de Henares - Madrid
- BEFESA GESTION DE RESIDUOS INDUSTRIALES, S.L. (Almacenamiento de residuos peligrosos)  
CALLE ATLANTICO, 23 28864 Ajalvir - Madrid
- CONTRATAS Y SERVICIOS COSERSA, S.A. (Almacenamiento de residuos peligrosos)  
CALLE BRONCE, 13

28500 Arganda del Rey - Madrid

Habiendo analizado los presupuestos de los tres gestores se ha llegado a un acuerdo con FCC Ámbito para que sea el gestor de los residuos de MIGMA2012 S.A. debido a que el presupuesto y servicios ofrecidos son los más acordes con la empresa.

### **3.2.4. Evaluación de alternativas**

Finalmente, después de analizar en detalle ambas alternativas, se recomienda la instalación de la Alternativa I que como ya se ha reflejado anteriormente cumple con los requisitos legales aplicables y supone una menor inversión que la alternativa II.

### **3.3. Descontaminación de suelos**

Para escoger las técnicas para recuperar el suelo se tuvieron en cuenta los siguientes objetivos:

- Proteger la salud y el medio ambiente.
- Cumplir con la legislación.
- Coste reducido
- Que constituya una solución permanente.

La evaluación de las alternativas, se realizó siguiendo los siguientes criterios:

- Disponibilidad de la técnica seleccionada.
- Experiencia en el tipo de proyecto a realizar.
- Ventajas y desventajas de las diferentes alternativas.

A continuación se plantean las alternativas estudiadas diferenciándose entre tratamiento in situ, ex situ y excavado y depósito en vertedero. En algunas de las alternativas estudiadas se hace necesario el uso de dos tecnologías para la descontaminación de nuestro suelo, ya que como se expone en el punto 2 se presentan contaminantes orgánicos e inorgánicos que requieren tratamientos diferenciados.

### **3.3.1. Alternativa I. In situ: separación electrostática y bioventilación**

Esta primera alternativa se propone dos técnicas destinadas a la eliminación de los contaminantes presentes en el suelo. Para ello se utilizará una separación electrocinética para la descontaminación por cobre y posteriormente una técnica de bioventilación para la descontaminación por TPHs.

A continuación se describen ambas técnicas.

#### **3.3.1.1. Separación electrostática**

La electromigración es una técnica aplicada in situ que se basa en establecer una corriente eléctrica de baja intensidad en el suelo entre electrodos instalados en el mismo lo que favorece la movilización del agua y de los compuestos iónicos e ionizables.

En su aplicación a la recuperación de suelos contaminados por metales pesados, los mecanismos de transporte dominantes son los siguientes:

- Electroforesis: desplazamiento de partículas coloidales cargadas eléctricamente en suspensión en un líquido.
- Electrólisis: transporte de iones y complejos iónicos a través del campo eléctrico al establecer una diferencia de potencial entre los electrodos.
- Electroósmosis: consiste en la movilización del agua con sustancias ionizadas respecto a una superficie cargada eléctricamente. Es un mecanismo de menor importancia, si bien favorece el transporte de contaminantes tanto orgánicos como inorgánicos.

En nuestro caso, la electrolisis es el mecanismo de transporte mayoritario ya que en el suelo a tratar la ausencia de agua es casi total.

Para su aplicación se instalan electrodos verticales en el suelo, que, gracias a los mecanismos antes descritos y a la acidificación inducida por la corriente eléctrica, provocan la desorción y el desplazamiento de los metales hacia ellos, los cuales se extraen y tratan posteriormente. La extracción de los mismos se puede realizar mediante distintos procesos, tales como procesos de galvanizado de los electrodos, los cuales se extraen una vez agotados para su recuperación; o mediante procesos de precipitación en la zona cercana a los electrodos.

Las condiciones de aplicación de esta tecnología son óptimas en suelos de baja o moderada permeabilidad (arcillas y limos), y cuando la humedad se encuentra entre un 15 y un 18%. Valores de

humedad inferiores al 10% reducen drásticamente la efectividad. El suelo a tratar debe estar exento de cuerpos extraños (objetos metálicos enterrados, etc.) y de minerales de alta conductividad eléctrica que pueden interferir en los campos generados. Se debe controlar el pH del suelo, ya que valores muy bajos del mismo pueden traducirse en una reducción de los rendimientos de descontaminación. Los contaminantes que puede tratar son los solubles a valores de pH ácido (entre 3 y 4). Los grupos habitualmente aptos son metales pesados, aniones y algunos compuestos orgánicos polares.

En suelos de baja permeabilidad contaminados con metales pesados (Cr, Ni, Cu, Zn, Pb, Cd y As), el rendimiento suele ser del 85-95%. En función de las concentraciones de partida y de los objetivos de descontaminación, el tiempo requerido puede variar de unas pocas semanas a varios meses.

### Costes

El rango de coste de aplicación de esta tecnología oscila entre 75 y 325 €/m<sup>3</sup> de suelo, siendo el más habitual de 75 a 125 €/m<sup>3</sup>.

### Aspectos ambientales

El volumen de residuos generados (electrodos) se sitúa entre 0,001 y 0,005 m<sup>3</sup> por m<sup>3</sup> de suelo contaminado. Hay que tener en cuenta que los electrodos metálicos pueden disolverse parcialmente e introducir en el suelo productos corrosivos. Si se utilizan electrodos constituidos por materiales inertes (carbono, grafito o platino) este problema se evita.

Por otra parte, las reacciones de oxidación-reducción inducidas pueden traducirse en la formación de productos residuales indeseables (por ejemplo, cloro en forma de gas). El consumo energético depende del objetivo de descontaminación y varía de 50 a 100 kWh/m<sup>3</sup> para rendimientos de 85 a 95%. Para alcanzar rendimientos mayores el consumo energético puede alcanzar de 200 a 600 kWh/m<sup>3</sup>.

#### **3.3.1.2. Bioventilación**

La bioventilación es una técnica de tratamiento biológico in situ que persigue la degradación natural de cualquier compuesto biodegradable en condiciones aerobias.

Esta técnica se basa en estimular la actividad bacteriana introduciendo un flujo de aire de la atmósfera en la zona no saturada del suelo (por encima del nivel freático), por medio de pozos de inyección situados en el lugar contaminado.

En el bioventing se utilizan valores pequeños de caudal de aire para proporcionar sólo el oxígeno suficiente para mantener la actividad microbiana. El aire se suministra de forma directa a la zona contaminada, con lo que, además de la biodegradación de los hidrocarburos adsorbidos al terreno, se favorece un flujo lento de los compuestos volátiles, que pueden ser degradados al atravesar el suelo biológicamente activo. Por ello la extracción del aire se realiza mediante pozos verticales.

El cálculo estequiométrico del oxígeno necesario para la biodegradación suele ser ligeramente inferior al que se debe inyectar, ya que existen factores del medio que condicionan el resultado del proceso, tales como las características del suelo (permeabilidad, tamaño de partículas, humedad, etc.) y la temperatura.

Para poder alcanzar los objetivos de recuperación de un emplazamiento mediante bioventilación, es fundamental tener en cuenta el radio de influencia (máxima distancia a la que, desde un pozo de inyección o extracción, se puede inducir un caudal de aire suficiente para mantener tasas de degradación aceptables en el suelo) como un parámetro de diseño clave. Éste puede variar en función de diversos factores, tales como la permeabilidad y humedad del suelo, contaminantes a degradar o plazo de recuperación. Suele variar entre 3 y 30 m.

A fin de hacer posible el movimiento del aire inyectado, el suelo debe tener una permeabilidad suficiente (orientativamente, una conductividad hidráulica mínima de 0,1 m/día).

En condiciones óptimas (suelos con una permeabilidad mayor de 3 m/día y con una concentración de contaminantes orgánicos inferior a 3.000 mg/kg), se pueden alcanzar rendimientos de recuperación superiores al 40% para hidrocarburos pesados (cadenas de más de 15 carbonos). En todo caso, para alcanzar estos rendimientos es preciso un plazo relativamente dilatado que, en condiciones medias, puede situarse entre 6 y 12 meses.

Algunos factores que pueden limitar su efectividad son: el tipo y la concentración del contaminante, la falta de nutrientes, un bajo contenido de humedad y la dificultad para alcanzar el flujo de aire necesario.

### Costes

El rango típico de coste de aplicación de la bioventilación varía de 30 a 60 € por m<sup>3</sup>, de los cuales 10 a 35 € corresponden a la inyección y extracción de aire propiamente dichas (excluyendo su tratamiento).



Los costes pueden variar en función de la permeabilidad del suelo, el área disponible, el número de pozos y la velocidad de bombeo.

### Aspectos ambientales

El consumo energético de una unidad de extracción de aire intersticial se sitúa en torno a 0,01 kWh por m<sup>3</sup>/hora de caudal nominal de aire. Debe tenerse en cuenta que se pueden generar molestias por ruidos y por olores.

#### **3.3.2. Alternativa II. Ex-situ: Lavado**

En esta segunda alternativa se propone para la eliminación de los contaminantes presentes en el suelo. Para ello se utilizará un lavado para la eliminación tanto de los contaminantes de cobre como de los TPHs en el suelo.

El lavado de suelos es una técnica aplicada ex situ y basada en principios de acción físico-químicos, mediante los cuales, los contaminantes adsorbidos en la matriz del suelo se tratan en una solución acuosa. Se llevan a cabo procesos de disolución o suspensión en el agua de lavado, la cual se depura posteriormente y, con frecuencia, se recircula como agua de proceso.

Antes del lavado propiamente dicho se procederá a una homogeneización del suelo, tras la que se efectúa la separación de las partículas finas y las gruesas, aprovechando métodos basados en la diferencia de densidades (hidrociclones, celdas de flotación, etc.) o de tamaños de partículas (tamices y cribas, etc.).

A continuación, se deben realizar las consideraciones oportunas para ajustar el agua de lavado (pH, agentes lixiviantes, surfactantes o quelantes) y así potenciar la disolución y puesta en suspensión de los compuestos orgánicos y metales pesados del suelo que, de esta forma, son transferidos a la solución de lavado. Al agua se añadirán aditivos y reactivos que facilitarán el lavado. En todo caso, la adición de estas sustancias al agua de lavado repercute en una mayor complejidad del tratamiento de la misma, así como en la posibilidad de que parte de dichas sustancias queden retenidas en el suelo.

En suelos contaminados con múltiples sustancias de distintas características, la aplicación de la técnica suele exigir un proceso secuencial en el que se utilizan diferentes soluciones de lavado. En este caso se utilizarán quelatos o antagonistas de metales pesados para eliminar la contaminación por cobre del suelo y un agente tensioactivo para eliminar los hidrocarburos totales del petróleo.

Esta tecnología presenta ciertas limitaciones en cuanto a las características del suelo a tratar:

- El contenido en partículas finas debe ser limitado (diámetro inferior a 63 micras) ya que la eliminación de los contaminantes adsorbidos a las mismas es de gran dificultad. El contenido en finos suele estar limitado a un 20 - 30 %. En general, el rango óptimo de tamaño de partículas se sitúa alrededor de 0,25 y 2 mm.
- Altos contenidos en sustancias húmicas y una elevada capacidad de intercambio catiónico del suelo, dificultan la desorción de los contaminantes, reduciendo la efectividad del tratamiento e incrementando su coste.

En principio, el lavado de suelos permite tratar un amplio espectro de contaminantes, encontrándose su mayor eficacia en los compuestos orgánicos semivolátiles, hidrocarburos derivados del petróleo, cianuros y metales pesados. No es un método eficaz para dioxinas y PCBs, a menos que no se requieran rendimientos de descontaminación importantes. Los rendimientos que se pueden obtener varían en función de los contaminantes a tratar. Así, los compuestos orgánicos volátiles y sustancias altamente solubles se pueden eliminar hasta en un 100%, los hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs) hasta un 98% y los metales pesados hasta un 90%, orientativamente.

Para analizar la viabilidad de esta técnica se requiere conocer parámetros como tipo de suelo, granulometría, humedad, contenido de materia orgánica, capacidad de intercambio iónico, pH, capacidad tampón.

El suelo será trasladado a una planta apta para su tratamiento y una vez descontaminado se devolverá a su lugar de origen.

### Costes

La inversión requerida por una planta de lavado de suelos depende de varios factores (capacidad de tratamiento, procesos implantados, etc.). Los costes de tratamiento dependen, entre otros, de la composición del suelo (contenido de finos y materia orgánica), del tipo de contaminación y de los objetivos de descontaminación. Los precios habituales para las situaciones más frecuentes son de unos 45-100 €/m<sup>3</sup>.

### Aspectos ambientales

Las concentraciones residuales de contaminantes presentes en la fracción fina (la cual puede representar hasta un 20-30 % del volumen original de suelo) exigen habitualmente tratarla mediante otras técnicas o depositarla en un vertedero. El agua de lavado debe depurarse para su posterior recirculación; este tratamiento da lugar a unos fangos que deben gestionarse como residuo. Así, el factor ambiental principal a tener en cuenta durante la implantación de esta tecnología es la producción de residuos, y en menor medida las molestias por ruidos.

#### **3.3.3. Alternativa III. Excavado y depósito en vertedero se seguridad**

Como última opción, se propone trasladar el suelo contaminado a un vertedero de seguridad. Esto no es una técnica de descontaminación, sino de almacenamiento de un suelo contaminado.

Esta solución es admisible para cualquier tipo de suelo independientemente de cual sea su composición original o su material contaminante. En algunos casos, el suelo extraído necesita una estabilización previa a su deposición en el vaso de vertido. Esta estabilización se puede realizar con sosa, hidróxido de magnesio. Dicha estabilización se suele realizar en las instalaciones del vertedero. Esta opción sólo supone la excavación del terreno contaminado y su traslado en camión hasta la zona de depósito.

Por otro lado, ya que el material va a ser trasladado y no repuesto se hace necesaria la compra de material no contaminado para suplir el volumen de tierras extraídas.

Las ventajas que se plantean al llevar a vertedero el suelo serían: simplicidad de la técnica, ya que tan sólo habría que excavar el suelo y trasladarlo, rapidez, eficacia, y sobretodo el bajo coste.

### Costes

Presentan unos costes bajos o moderados, dependiendo del volumen de suelo a tratar, varían en torno a los 80€/m<sup>3</sup>

### Aspectos ambientales

Durante la excavación se puede producir volatilización de contaminantes por lo que se debe realizar un control del aire. Al no ser una técnica de descontaminación supone un problema en cuanto al llenado de vertederos de seguridad.

La contaminación del suelo no desaparece, solo se estabiliza y almacena en condiciones de seguridad. Esto repercute en una pérdida de capacidad de almacenamiento en estos vertederos que podría ser utilizado para otro tipo de residuos que no admitan otras opciones de tratamiento.

#### **3.3.4. Gestores de suelos**

En función de las distintas alternativas estudiadas se necesitarán distintos gestores de suelos. Así, para las alternativas I y II debido a que se tratan de técnicas de descontaminación se ha pedido presupuesto a la empresa Prointec. Sin embargo, para la Alternativa III se requiere una empresa gestora de residuos. En este caso FCC Ámbito ha sido la seleccionada.

- FCC AMBITO, S.A. (Tratamiento y eliminación en vertedero de residuos peligrosos)  
CARRETERA TORREJON LOECHES M206, Km. 4,600  
28830 San Fernando de Henares - Madrid
- PROINTEC  
Avda de Burgos 12 - Madrid 28036  
prointec@prointec.es

#### **3.3.5. Evaluación de alternativas**

Tras describir cada una de las opciones o técnicas de descontaminación aplicables en nuestro caso, se procede a evaluar cuál sería la mejor alternativa, para ello a continuación se detallan una serie de condicionantes y características a tener en cuenta.

Puesto que en determinados puntos sondeados se han encontrado concentraciones que superan los niveles naturales del suelo para hidrocarburos totales del petróleo y cobre, el estudio se ha centrado en una serie de técnicas en consecuencia con la naturaleza química de dichas sustancias y con la viabilidad para proceder a la descontaminación asociada a estas técnicas, en perjuicio de otras que no sirven o son útiles tan sólo parcialmente.

La mancha tiene unas dimensiones superficiales de 56 m<sup>2</sup> con concentraciones anormalmente altas de cobre e hidrocarburos totales del petróleo que se corresponde con las muestras nº 1, 2, 4, 5, 10, 11, 12. Estos compuestos se extienden en profundidad hasta alcanzar los 10 metros, que supone la afección del suelo y relleno vegetal, arenas y margas así como parte de los limos arcillosos, quedando afectado,

por lo tanto, un volumen de suelo de 504 m<sup>3</sup>. Todos estos valores figuran en el Informe de muestreo de suelos contenido en el Anexo IV.

A continuación se muestra un cuadro resumen de las distintas alternativas poniendo en evidencia los aspectos técnicos y económicos más relevantes de cada una.

**Tabla 13.- Resumen de la comparativa de alternativas al tratamiento del suelo**

	Alternativa 1		Alternativa 2	Alternativa 3
<b>Tipo de tratamiento</b>	In situ: Separación electrocinética	In situ: Bioventilación	Ex situ: Lavado	Extracción y depósito en vertedero de seguridad
<b>Duración</b>	Meses	Entre 6-12 meses	Semanas	Días
<b>Residuos generados</b>	Productos corrosivos	Gases contaminados	Aguas de lavado y fangos	Ninguno
<b>Recuperación del suelo</b>	Si	Si	Si	No
<b>Efectividad</b>	85-95%	Depende de condiciones del medio. Muy variable.	90-98%	100%
<b>Costes</b>	75-125 €/m <sup>3</sup>	30-60€/m <sup>3</sup>	45-100€/m <sup>3</sup>	80€/m <sup>3</sup>
<b>Desventajas</b>	Elevado consumo energético	Moderado consumo energético Generación de ruidos	Técnica poco estudiada Características del suelo limitantes	No se trata el suelo

Si bien la legislación prioriza el uso de técnicas in situ o bien ex- situ que proporcionen una descontaminación del suelo, existen otros aspectos que llevan a que la alternativa más ventajosa pueda no ser las promovidas por la administración, buscándose un equilibrio entre la viabilidad técnica, económica y ambiental que permitan la continuidad de la actividad de MIGMA2012 S.A.

La alternativa I va en la línea de lo deseable por la administración. El uso de estas dos técnicas supone la generación de residuos durante el tratamiento que deberán ser gestionados posteriormente ocasionando un coste extra. Además, el consumo energético es otro handicap para la viabilidad económica de esta alternativa. Su duración es difícil de acotar y en cualquier caso prolongada en el tiempo entre otras cosas, porque esta alternativa supone dos tratamientos consecutivos.

La alternativa II presenta la ventaja frente a la alternativa anterior de necesitar únicamente una técnica de tratamiento para ambos contaminantes. Sin embargo esta técnica requiere el tratamiento en las instalaciones de la empresa descontaminadora, lo que supone el traslado del suelo contaminado aumentando el coste de la técnica. Al igual que en la alternativa I se generan residuos que necesitarán tratamiento. Además, es una técnica poco estudiada. Por último, las características del suelo son determinantes en esta técnica.

Estas dos alternativas presentan una desventaja común, y es que al no encontrarse el suelo con los niveles de contaminación por encima de los límites legales, es decir en baja concentración, es posible que la eficacia se vea reducida de manera significativa.

La alternativa III si bien no es una técnica de descontaminación, propone una solución rápida en comparación con las anteriores y con una eficacia del 100%. Debido a que no se trata de una técnica de descontaminación no se producen residuos adicionales, tratándose el suelo como un residuo en sí mismo, lo que supondrá la mayor parte del presupuesto de esta alternativa. El traslado del suelo y la compra de suelo de sustitución no requieren una inversión significativa. Esta alternativa propone una solución que se adecua a las necesidades de MIGMA2012 S.A. ya que satisface su necesidad de retirar la contaminación del suelo y supone un coste moderado y a priori asumible por la empresa.

Finalmente, después de analizar en detalle pros y contras, se considera la extracción y depósito en vertedero de seguridad como alternativa más indicada, puesto que en relación coste- tiempo- eficacia, es la más completa. Además considerando el volumen de suelo contaminado, el uso de otras tecnologías no es viable, sólo lo sería si el volumen de tratamiento fuera mucho mayor, en cuyo caso, la opción de vertedero quedaría descartada por el elevado coste que supondría su depósito en el mismo y una posible oposición de la administración.

#### **3.4. Resumen de alternativas seleccionadas**

Una vez analizados los problemas a los que MIGMA2012 S.A. se enfrenta, se procede a hacer un resumen de las medidas propuestas para subsanar la situación actual, de modo que la empresa pueda continuar con su actividad industrial dentro del marco legal actual.

Se procederá a la construcción de un nuevo almacén de residuos con las especificaciones detalladas en la Alternativa I de almacenamiento propuesta, así como la aplicación de un nuevo sistema de almacenamiento que incluya el retorno de los envases por parte del gestor.

Por otro lado, se realizará una excavación y posterior depósito en vertedero para corregir el problema de contaminación de suelo como se explica en la Alternativa III de descontaminación de suelos.

El gestor elegido ha sido FCC ámbito, ya que éste es el mismo gestor que recogerá los residuos generados por MIGMA2012 S.A.

En lo referente a vertidos, debido a la existencia de un consumo excesivo de agua, y ante la necesidad de hacer estudios de minimización de consumo para poder tramitar la Autorización Ambiental Integrada, se procederá a segregar la línea de vertido.

Por una parte, en la línea de hornos se instalará un sistema de refrigeración cerrado que permitirá un ahorro de agua superior al 95%. Por otra parte, en la línea de recubrimiento se aplicarán las siguientes MTD's que buscarán reducir el consumo de agua, pero sobre todo, el caudal de arrastre para obtener una mejor calidad en el producto final:

- Cambio en la posición de las entradas y salidas de agua en las cubas de enjuague para mejorar la eficiencia de vertido. Reducirán el consumo de caudal de enjuague en un 20%.
- Empleo de agentes humectantes en las cubas de tratamiento que reducirán el caudal de arrastre en un 50%.
- En el proceso de recubrimiento, el enjuague múltiple se convertirá en un enjuague estanco, para reducir el caudal de arrastre, que supone el principal aporte de contaminantes. Teniendo en cuenta la suposición de que cada línea contribuye en la cuarta parte al caudal de arrastre, junto con la reducción del 50% por la aplicación de agentes humectantes y la reducción sobre éste de un 70% por el empleo del enjuague estanco en los lavados de recubrimiento, finalmente se consigue una reducción total del 41% del caudal de arrastre respecto al inicial.

Con objeto de cumplir los límites de vertido impuestos por el Decreto 57/2005, se ha propuesto un tratamiento de depuración que consta de:

- Segregación de efluentes, que mejorará el tratamiento posterior de cada corriente conforme a sus necesidades y se conseguirá asimismo una reducción importante de la conductividad;
- Separación de fases en la corriente de arrastres básicos, donde se obtiene una fase oleosa que se gestionará en función de la calidad de la separación y una fase acuosa.

- Mezcla de las corrientes de arrastres ácidos y la fase acuosa proveniente de la separación de fases anterior, con lo que se consigue una neutralización parcial y supondrá una necesidad inferior de reactivos en operaciones posteriores.
- Reacciones de oxidación de cianuros con hipoclorito sódico y sosa en la corriente de aguas cianuradas del tratamiento de recubrimiento.
- Procesos de intercambio iónico con resinas para la retención selectiva del boro tras la oxidación de cianuros. Esta operación contará con un by-pass que redirigirá el flujo de depuración hacia la resina o hacia la operación de mezcla en función de la concentración de boro a la salida de la instalación.
- Reacciones de coagulación y precipitación con reactivos diluidos, junto con un proceso de sedimentación natural de los precipitador en el mismo equipo.
- Filtración con filtro de arena para el agua que va a ser vertida fuera de la instalación y con filtro prensa para la deshidratación de los lodos resultantes de la precipitación.
- Control automatizado de los parámetros de pH, conductividad, y concentración de boro anterior al punto de vertido. Además, el vertido se efectuará por cargas para garantizar la calidad del vertido y el cumplimiento con los límites establecidos en el Decreto 57/2005.

#### 4. Presupuesto de alternativas seleccionadas

A continuación, se estiman los distintos presupuestos requeridos para cada una de las alternativas a implantar para que la empresa siga desarrollando su actividad dentro de la legalidad, y en su caso cumplir los requisitos de la Autorización Ambiental Integrada, incluso ir más allá de forma voluntaria para mejorar aquellos aspectos viables tanto técnica como económicamente, y hacer ver el nuevo compromiso adquirido por la empresa en el cambio de filosofía ambiental hacia un desarrollo sostenible.

##### 4.1. Presupuesto de adecuación de vertido

Al igual que el apartado tres, los distintos cálculos de presupuesto como las explicaciones pertinentes se harán para cada línea de proceso.



#### 4.1.1. Presupuesto para la implantación de la alternativa en la línea de hornos

La obra tendría que ser contratada a una empresa que realice tanto obra civil como instalaciones hidráulicas.

Consistiría en la instalación de cuatro depósitos con las características detalladas en la tabla de presupuesto. Su conexión sería tanto en línea, funcionamiento habitual, como en paralelo en caso de emergencia por rotura de alguna tubería, tanque o problema técnico. Es necesaria la instalación de cuatro bombas, cada una para el correspondiente depósito. Estas bombas impulsarán el agua en los dos sentidos, del tanque al sistema de refrigeración, y del sistema de refrigeración al tanque.

Tabla 14.- Presupuesto de adecuación de vertido: línea de hornos

	Nº UNIDADES	PRECIO UNITARIO (€)	TOTAL EUROS
<b>Material necesario</b>			
Depósito de polietileno reforzado con fibra de vidrio (PRFV) de 65 m <sup>3</sup> , diámetro de 3,8 m y altura 5,5 m (transporte incluido).	4	950,00	3.800,00
<b>Instrumentación</b>			
3 bombas de caudal 65 m <sup>3</sup> /h (transporte incluido)	4	500,00	2.000,00
Válvulas	8	200,00	1.600,00
<b>Elementos de unión</b>			
Codos, tes, manguitos, bridas,...(10% del presupuesto de bombas, depósitos, y válvulas)			740,00
M.I. de tubería PEAD	20	4,50	90,00
<b>TOTAL</b>			<b>8.230,00</b>

#### **4.1.2. Línea de recubrimiento**

Las medidas que se han escogido en este punto se van a caracterizar por implementarlas empleando mano de obra de MIGMA2012, S.A., para ahorrar costes y por tratarse de medidas que no requieren de unos conocimientos extras a los que puedan tener los operarios de la empresa.

##### **4.1.2.1. Minimización del consumo de agua**

###### **4.1.2.1.1. Medidas generales**

La implantación de la medida uno analizada en el punto tres, solamente requeriría de obras de carácter sencillo. Sería necesario cambiar la entrada y la salida de los conductos del agua en cada una de las cubas de enjuague para las distintas unidades de proceso. Estos cambios serían realizados por los propios operarios de la fábrica reutilizando íntegramente el material de las tuberías. La realización de agujeros en las cubas, así como las vías existentes que requiriesen ser cementadas no supondrían un coste considerable por ser productos que se utilizan habitualmente en el desarrollo habitual de la actividad de la empresa.

###### **4.1.2.1.2. Reducción del arrastre**

La aplicación de agentes humectantes para reducir la viscosidad, y consecuentemente el arrastre, consistiría en la adición de reactivos. Estos agentes humectantes no dejan de ser tensoactivos, los cuales, son frecuentemente utilizados en el desengrase, y no supondrían unos costes considerables a la hora de afrontar la ejecución de la alternativa.

###### **4.1.2.1.3. Técnicas de enjuague**

Por último, la técnica de enjuague a implantar, solamente requeriría de una actuación en dos cubas de enjuague en las dos unidades de proceso dedicadas al recubrimiento. Consistiría en retirar las tuberías utilizadas por donde se inyecta el agua, y cementar los huecos surgidos al retirarlas. Es otra obra que podría ser realizada por los operarios de mantenimiento, y por lo tanto, no tendrán ningún tipo de repercusión en el presupuesto de adecuación.

#### **4.1.3. Presupuesto para la depuración del vertido**

Para estimar el coste del conjunto de operaciones que se van a llevar a cabo en la depuración de vertido, se ha contactado con la empresa Lamik S.A., empresa de ingeniería medioambiental

especializada en tratamiento de aguas industriales y avalada por sus múltiples instalaciones de tratamiento y depuración.

En las distintas conversaciones con esta empresa, se expuso el caso particular de MIGMA2012 S.A. y se estudiaron distintos presupuestos de depuración basados en diferentes proyectos implantados por Lamik S.A. durante su carrera profesional.

Finalmente, se estimó que la instalación de la línea de depuración de MIGMA2012 S.A. tendría un coste total de 320.000€, incluyendo todos los equipos de operación, instrumentación y control necesarios para el correcto funcionamiento de la instalación (ver Anexo VI, Proyecto Lamik)

## 4.2. Gestión de residuos

### 4.2.1 Presupuesto adecuación del almacenamiento.

Como ya se explicó en el punto 3, la alternativa I supone un coste de construcción estimado en 3000 € mientras que en la alternativa II este coste se ve aumentado hasta los 6000 €. Por otro lado, en ambas alternativas el coste derivado de la necesidad de comprar envases, contenedores, cubetos es el mismo. Esta cantidad asciende a 4775 €, inversión que sólo será necesaria la primera vez ya que se prevé que se establezca un sistema de recogida y retorno de envases con el gestor de residuos:

**Tabla 15.- Presupuesto de adecuación del almacenamiento**

Envases	Nº necesario	€/unidad	Coste por tipo de envase (€)
GRG	12	160	1920
Bidones 200l	3	50	150
Bigbag 1m3	1	5	5
Contenedor 3m3	2	600	1200
Cubetos	5	300	1500
<b>Total (€)</b>			<b>4775</b>

Por tanto el coste total de la construcción del almacén y la compra de los envases sería:

**Tabla 16.- Coste total de la construcción del almacén y la compra de los envases**

Alternativa	Coste construcción (€)	Coste envases (€)	Total (€)
Alternativa I	3000	4775	7775
Alternativa II	6000	4775	10775

Se han solicitado las tarifas de gestión de residuos a la empresa elegida, FCC Ámbito. Dichas tarifas se adjuntan a continuación:

**Tabla 17.- Tarifas por tratamiento en la planta de tratamiento físico-químico (FCC Ámbito)**

Concepto	Precio unitario	
Residuos ácidos	€/ Tn	72,10
Residuos alcalinos	€/ Tn	43,64
Residuos cianurados (hasta 10g/l de Cianuro)	€/ Tn	168,07
Por cada 10g/l adicional de concentración de Cianuro	€/ Tn	59,86
Taladrinas minerales	€/ Tn	66,73
Manipulación de bidones	€/ Bidón	5,56

**Tabla 18.- Tarifas por recepción de residuos en el depósito de seguridad (FCC Ámbito)**

Concepto	Precio unitario	
Residuos dispuestos en bidones de 200l	€/ud	17,08
Residuos a granel	€/m3	55,76
Camión 25 Tn	€/Tn	12

En el caso que se está estudiando, el coste de la gestión desglosado en los distintos tipos de residuos es el que se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 19.- Coste de gestión de los residuos de MIGMA2012 S.A.

Coste gestión de residuos	Toneladas	Coste tratamiento	Transporte	Total gestión €/año	Otra gestión
Baños de tratamiento ácidos (procedentes del decapado)	73,0	5.263,30	876,00	6.139,30	
Baños de tratamiento básicos( procedentes de recubrimiento, desengrase y pasivado )	146,0	6.371,4	1.752	8.123,44	
Baños de tratamiento cianurados (procedentes del recubrimiento)	13,0	2,183.90	155,93	2.339,83	
Baños de tratamiento no cianurados (procedentes de desengrase, decapado y pasivado)	133,0	5.804,56	1.596,12	7.400,68	
Lodos ácidos	16,7	1.201,67	200	1.401,67	
Lodos básicos	33,3			-	
Lodos cianurados	3,0	498,61	35,60	534,21	
Lodos no cianurados	30,4	1.325,20	364,40	1.689,60	
Aceites sintéticos	2,0	-	-	-	SIGAUS
Maizor agotado	6,0	-	-	-	CEMENTERA
<b>TOTALES</b>		<b>16.277,23</b>	<b>3.228,05</b>	<b>19.505,28</b>	

### 4.3 Descontaminación de suelos

Puesto que cada alternativa tiene un coste aproximado que ya quedó reflejado en el punto 3.4., y que como se explicó en el punto 2.3 el volumen de suelo a tratar es de 504 m<sup>3</sup>, el coste de las distintas alternativas queda de la siguiente manera:

Tabla 20.- Coste de las alternativas estudiadas para la descontaminación de suelos

Estudio de alternativas	Alternativa I:		Alternativa II:	Alternativa III:
	Tratamiento in situ		Tratamiento ex situ	Excavado y depósito
Tratamiento	Bioventilación	Separación electrocinética	Lavado ex situ	Excavado y depósito en vertedero
Costes tratamiento	50	100	75	-
Costes transporte del suelo	-	-	7.257,60	7.257,60
Costes recepción en depósito	-	-	-	55,76
Coste tierras de relleno (€/m <sup>3</sup> )	-	-	-	1,8
V suelo (m <sup>3</sup> )	504		504	504
Coste desglosado	25.200,00	50.400,00	-	-
Coste total (€)	75.600,00		45.057,60	36.267,84

### 4.4. Cuenta de explotación

Una vez detalladas las inversiones de todas las medidas que MIGMA2012, S.A. va a acometer para adaptarse a la legislación ambiental vigente y para mejorar la eficiencia de sus procesos se procede a realizar una comparativa entre la cuenta de explotación de 2011 y la prevista para 2012. El objetivo es poner de manifiesto si la empresa será capaz de asumir estos costes y si las medidas propuestas producen una disminución de los gastos anuales de la empresa y un aumento de su beneficio anual.

A modo resumen se enumeran los costes:

- Adecuación de vertido 8.230 €

- Depuración de aguas 320.000 €
- Gestión de residuos 19505,28 €
- Tratamiento de suelos 36.267,84 €
- Construcción del almacén y compra de envases 7.775 €
- Responsable de medio ambiente 48.000 €
- Auditoría e informes analíticos 75000 €
- Financiación 5.000 €
- Sanción administrativa 35.000€

El coste total de las medidas a acometer será de 554778,12 €. Este coste queda reflejado en la cuenta de explotación en distintos conceptos véase amortización industrial, transporte, otros costes directos, mantenimiento directo, mano de obra indirecta, servicios profesionales, financiación y otros costes indirectos.

Los costes indirectos aumentarán de manera sensible debido a la contratación de un responsable de medio ambiente para la empresa y a los costes que supondrán la realización de la auditoría y los informes analíticos solicitados durante su proceso. Además se deberá hacer frente a la sanción de 35.000 euros impuesta por la Administración y a los costes de la financiación solicitada para hacer frente a las medidas que se van a adoptar.

Por el contrario los costes directos, se verán disminuidos en 2012 respecto al año anterior debido a la mejoras en la eficiencia del consumo de agua, a un nuevo sistema de gestión de residuos y a la mejora en la eficiencia del uso de las mercaderías.

A continuación se expone la cuenta de explotación del 2011 de MIGMA2012 S.A. así como la prevista para 2012.

Tabla 21.- Cuenta de explotación del año 2011 para MIGMA2012 S.A. y previsión para el año 2012.

Concepto	Año 2011	Previsión para 2012
	Acumulado	
Producción	4,363,560.54	4,276,289.33
Otros ingresos extraordinarios	34,478.61	35,168.18
<b>Ingresos</b>	<b>4,398,039.15</b>	<b>4,311,457.51</b>
Mano de obra directa	674,676.67	688,170.20
Compra de mercaderías	16,978.86	17,318.44
Reactivos y fungibles	226,943.19	224,375.96
Subcontratación galvanotecnia	339,115.47	345,897.77
Subcontratación mecanizado	86,518.34	88,248.71
Transportes	44,889.77	49,015.56
Amortizaciones industriales	249,827.04	53944.29
Mantenimiento directo	87,312.82	34,216.00
Alquiler de equipos	36,399.13	37,127.11
Consumos energéticos	87,154.35	88,897.44
Otros costes directos	332,206.96	55773.1216
<b>Coste directo</b>	<b>2,182,022.59</b>	<b>1,682,984.60</b>
Mano de obra indirecta	598,043.35	658,004.22
Publicidad y propaganda	3,000.00	3,060.00
Servicios profesionales	50,927.56	126,946.11
Impuestos, seguros y tasas	8,097.65	8,259.60
Amortizaciones no industriales	44,679.50	45,573.09
Mantenimiento indirecto	44,367.33	45,254.68
Financiación	43,513.79	49,384.07
Otros costes indirectos	331,567.08	373,198.42
<b>Total coste indirecto</b>	<b>1,124,196.26</b>	<b>1,309,680.19</b>
<b>Total costes</b>	<b>3,306,218.85</b>	<b>2,992,664.79</b>
<b>Resultado</b>	<b>1,091,820.30</b>	<b>1,318,792.72</b>



## 5. Conclusión final

Una vez analizados los presupuestos correspondientes para cada alternativa y estimando su impacto en el balance de cuentas para el año 2012 de MIGMA2012 S.A., se pone de manifiesto la viabilidad del proyecto para cumplir la legislación respecto de aguas, residuos y suelos, al mismo tiempo que permitirá obtener los permisos y autorizaciones para que la sociedad siga desarrollando su actividad.

Además, las alternativas planteadas no sólo contribuirán al cumplimiento de la legislación, sino que se conseguirá tanto una mejora en la calidad del producto acabado, como en las prácticas ambientales y organizativas que facilitarán a la empresa:

1. El desarrollo normal de su actividad sin un alto riesgo de que la Administración clausure o imponga una sanción que pueda derivar en el cierre de la misma por incumplimiento de la legislación o por inviabilidad financiera.
2. Optar a un mercado mayor, ya que tendría la posibilidad de implantar sistemas integrados de gestión (medio ambiente, calidad y prevención de riesgos laborales) que son puntuados más alto en los proyectos propuestos por la Administración.

## Bibliografía

- Legislación

### Vertidos

-LEY 10/1993, de 26 de octubre, sobre Vertidos Líquidos Industriales al Sistema Integral de Saneamiento.

-DECRETO 57/2005, de 30 de junio, por el que se revisan los Anexos de la Ley 10/1993, de 26 de octubre, sobre Vertidos Líquidos Industriales al Sistema Integral de Saneamiento.

-REAL DECRETO 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.

### Residuos

-LEY 22/2011, de 28 de julio, de Residuos y Suelos Contaminados.

-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

-REAL DECRETO 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos.

-LEY 5/2003, de 20 de marzo, de Residuos de la Comunidad de Madrid.

### Suelos

-LEY 22/2011, de 28 de julio, de Residuos y Suelos Contaminados.

-REAL DECRETO 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares par la declaración de suelos contaminados.

-ORDEN 2770/2006, de 11 de agosto, de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, por la que se procede al establecimiento de niveles genéricos de referencia de metales pesados y otros elementos traza en suelos contaminados de la Comunidad de Madrid.

-ORDEN 761/2007, de 2 de abril, del Consejero de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, por la que se modifica la Orden 2770/2006, de 11 de agosto, por la que se establecen niveles genéricos de referencia de metales pesados y otros elementos de traza de suelos contaminados de la Comunidad de Madrid.

- Norma Holandesa que establece los estándares de calidad del suelo y del agua subterránea basados en un estudio detallado realizado por el Instituto Nacional para la Salud pública y Protección Ambiental de este país, sobre la toxicología humana y los efectos ecotoxicológicos de los contaminantes.

#### Permisos y autorizaciones ambientales

-LEY 16/2002, de 1 de julio, de Prevención y Control Integrados de la Contaminación.

- Documentación

- Ficha de Datos de Seguridad Castrol Cooledge BI
- Ficha de Datos de Seguridad BP Maccurat D 150
- Ficha de Datos de Seguridad Maizor
- Ficha de Datos de Seguridad Nitrógeno/Lasal 1/Lasal 2001
- Ficha de Datos de Seguridad Hidrógeno
- Ficha de Datos de Seguridad Cloruro Férrico
- Ficha de Datos de Seguridad Compuesto FC 482
- Ficha de Datos de Seguridad Compuesto FC 122 A
- Ficha de Datos de Seguridad Enprep 146
- Ficha de Datos de Seguridad Enprep OC
- Ficha de Datos de Seguridad Cianuro de Cobre
- Ficha de Datos de Seguridad Ácido Sulfúrico 50%
- Ficha de Datos de Seguridad Anti-Tarnish CU
- Ficha de Datos de Seguridad Ácido Clorhídrico 30%
- Ficha de Datos de Seguridad Sosa Cáustica 15%
- Ficha de Datos de Seguridad Hipoclorito Sódico
- Ficha de Datos de Seguridad Hidrato de Cal
- Ficha Técnica Castrol Cooledge BI
- Ficha Técnica Hidrógeno
- Ficha Técnica Compuesto FC 482
- Ficha Técnica Compuesto FC 122 A
- Ficha Técnica Enprep 146
- Ficha Técnica Enprep OC
- Ficha Técnica Cianuro de Cobre
- Ficha Técnica Sosa Cáustica
- Ficha Técnica Hipoclorito Sódico
- Ficha Técnica Hidrato de Cal

- Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del Sector de Tratamiento de Superficies Metálicas y Plásticas. 2009. Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino.
- Sainz Sastre, J.A. (1ª Ed., 2005) *Tecnologías para la Sostenibilidad. Procesos y operaciones unitarias en depuración de aguas residuales*. Fundación EOI.
- Calidad del agua de consumo humano en España. Informe Técnico. Año 2010. Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad.
- Tejedor, C. (2008) *Introducción a la Desalación por ósmosis inversa. Conceptos Básicos*. Módulo Desalación. Fundación EOI.
- Guía de Tecnologías de Recuperación de Suelos Contaminados. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Comunidad de Madrid.
- Guía de Investigación de la Calidad del Suelo. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Comunidad de Madrid.
- Guías Metodológicas de investigación de la contaminación del suelo. IHOBE.
- Manual práctico para la investigación de la contaminación del suelo. IHOBE.
- Federal Remediation Technologies Roundtable
- Listado de gestores de residuos peligrosos. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Comunidad de Madrid.
- REAL DECRETO 379/2001, de 6 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Orden de 21 de enero de 2003, de la Consejería de Agricultura y Medio Ambiente, por la que se regulan las normas técnicas específicas que deben cumplir los almacenes y las instalaciones de transferencia de residuos peligrosos.

- Presentaciones

- Compañía Europea de Cosepeles, S.A. Presentación comercial.
- Sistema: Evaporación. LAMIK S.A. Medio Ambiente. Presentación técnico-comercial.
- Electro-floculación. MKR Reciclaje de Fluidos.

- Otros Textos

- Resolución de 24/04/2007, de la Dirección General de Evaluación Ambiental, por la que se otorga autorización ambiental integrada a la empresa Recuperaciones Energéticas Novés, S.A. para la explotación de un Centro de clasificación, reciclaje, recuperación y minimización de lodos y otros residuos no peligrosos en el término municipal de Novés (Toledo) que incluye la correspondiente declaración de impacto ambiental. Consejería de Medio Ambiente y Desarrollo Rural. D.O.C.M. Núm. 95.

- Resolución de 01/12/2008, de la Dirección General de Evaluación Ambiental, por la que se otorga autorización ambiental integrada y se modifican las condiciones de la resolución de 29/04/2008 de la Dirección General de Evaluación Ambiental por la que se fijan las condiciones a imponer en la autorización ambiental integrada a la planta de galvanización en caliente titularidad de la empresa Galvanización Toledo, S.L., ubicada en el término municipal de Toledo (Toledo). Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente. Diario Oficial de Castilla-La Mancha. AÑO XXVIII. Núm. 17.

- Resolución de 01-12-2008, de la Dirección General de Evaluación Ambiental, por la que se otorga autorización ambiental integrada a la empresa Recuperaciones Ecológicas Castellanas, S.A. para la explotación de un centro de gestión y tratamiento de residuos mediante recuperación de hidrocarburos oleosos, estabilización-solidificación, físico-químico y tratamiento de aguas en el término municipal de Casarrubios del Monte (Toledo). D.O.C.M. Núm. 261. Fasc. II.

- Inspección y seguimiento ambiental de proyectos y actividades en la Comunidad de Madrid. Asociación y Colegio Oficial de Ingenieros Forestales. Foresta, nº 52. Especial Comunidad de Madrid.

- Visitas técnicas

- Compañía Europea de Cospes, S.A.

- Vertedero de Seguridad San Fernando de Henares. FCC Ámbito.

## AGRADECIMIENTOS

Antonio Ponce Alonso

Íñigo Jáuregui (Lamik S.A.)

Juan López (CECO S.A.)

Eva Curto Izquierdo

Almudena De La Mota

Sonia Abete Rico

## ANEXOS

**ANEXO I: Acta de Inspección MIGMA2012 S.A.**





## ACTA DE INSPECCIÓN

Número de acta: 8-58749/2011

Número de expediente: 08-INS-000.1/2011

En PEQUEÑOMUNICIPIO, a las 11:36, del día 28 de diciembre de 2011, en virtud de las atribuciones que legalmente tienen conferidas como Agentes de la Autoridad, personado/s el/ los funcionario/s de la Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Ordenación del Territorio D FRANCISCO PÉREZ y MARÍA LÓPEZ, en el establecimiento/emplazamiento denominado MIGMA2012, S.A., situado en la calle de la Industria, 1 y con CIF A28282828, y con la asistencia de ANTONIO GONZÁLEZ, con DNI/NIF 00000000K, en calidad de DIRECTOR INSTALACIÓN, le solicitan que facilite y/o informe a la inspección, poniéndose de manifiesto:

### LICENCIAS Y PROCEDIMIENTOS

PROCEDIMIENTOS AMBIENTALES
----------------------------

Autorización ambiental integrada: <i>NO PRESENTA</i>
--

### OBSERVACIONES

Observaciones
---------------

Se realiza visita de inspección a las instalaciones de MIGMA2012 S.A. a fin de comprobar el grado de cumplimiento respecto a la legislación ambiental vigente.

La actividad se corresponde al CNAE 25: "Fabricación de productos metálicos, excepto maquinaria y equipo". La entidad explotadora de la citada actividad es la empresa MIGMA2012 S.A. con CIF A28282828.

Durante la inspección, se solicita la siguiente documentación:

- Autorización de vertido previsto en la legislación (Ley 10/1993): *NO PRESENTA*
- Depósito de la fianza previsto en las autorizaciones de productor de residuos peligrosos (Ley 22/2011): *NO SE PRESENTA*
- Estudio de minimización de residuos peligrosos (Ley 22/2011): *NO PRESENTA*
- Inscripción en el Registro de Pequeños Productores de Residuos de la Comunidad de Madrid (Ley 22/2011): *PRESENTA*
- Estudio preliminar de la contaminación del suelo (RD 9/2005): *NO PRESENTA*
- Registro interno de los residuos peligrosos producidos o importados y del destino de los mismos (Ley 5/2003): *NO PRESENTA*
- Memoria anual de actividades (Ley 5/2003): *NO PRESENTA*
- Informe de Auditoría Ambiental previa (Ley 5/2003): *NO PRESENTA*



## ACTA DE INSPECCIÓN

Número de acta: 8-58749/2011

Número de expediente: 08-INS-000.1/2011

### 1. CONDICIONES RELATIVAS A LA DISTRIBUCIÓN DE PROCESOS

La instalación se encuentra en una parcela con una superficie de 11.000m<sup>2</sup> de los cuales 9.000m<sup>2</sup> están ocupados por una nave de producción y oficinas.

La nave de producción esta formada por seis zonas:

- Mecanizado
- Recubrimiento
- Almacén de materias primas
- Utillaje y mantenimiento
- Laboratorio
- Control final y expedición.

### 2. CONDICIONES GENERALES RELATIVAS A LA EXPLOTACIÓN

#### 2.1. OPERACIONES DE PRODUCCIÓN DE RESIDUOS.

Se comprueba que la actividad se identifica en todo momento, en lo referente a la producción y gestión de residuos, con el número de identificación de pequeños productores (A28282828/MD/51)

##### 2.1.1. Producción de residuos

##### 2.1.1.1. Procesos generadores de residuos peligrosos

La instalación, como consecuencia de su actividad, desarrolla una serie de procesos generadores de residuos peligrosos que se enumeran a continuación:

#### MECANIZADO

Taladrinas

Maizor como absorbente

#### ACTIVACIÓN, DECAPADO, COBREADO Y PASIVADO

Baños de tratamiento con distintas características, unos son ácidos, otros básicos y otros cianurados.

Lodos de limpieza de cubas



## **ACTA DE INSPECCIÓN**

Número de acta: 8-58749/2011

Número de expediente: 08-INS-000.1/2011

SERVICIOS GENERALES, MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA DE LOS EQUIPOS E INSTALACIONES.

Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ellas.

Aceites minerales

Lodos de limpieza de cubas.

### LABORATORIO DE ANÁLISIS

Productos químicos de laboratorio que consisten en, o contienen, sustancias peligrosas, incluidas las mezclas de productos químicos de laboratorio. (Soluciones ácidas, alcalinas, cianuros)

Lodos de tratamiento físico-químicos que contienen sustancias peligrosas.

El almacenamiento, se realiza al aire libre, mezclado con los productos químicos sin disponer de cubetos de retención. El etiquetado es incorrecto.

No todos estos residuos son gestionados a través de gestores autorizados:

El maizor y los kits de laboratorio no se tratan como residuo peligroso.

#### 2.1.2. Gestión y almacenamiento de residuos

No se documenta dicha gestión a través de un registro interno de los residuos peligrosos producidos o importados y del destino de los mismos.

Se encontraron irregularidades en cuanto al tiempo de almacenamiento de residuos peligrosos.

Los envases utilizados para el almacenamiento de los residuos no cumplen con los requisitos.

La categorización de los residuos se hace de manera incorrecta.

No se separan en función de las incompatibilidades que éstos presentan.

#### 2.2. OTRAS CONDICIONES RELATIVAS A LAS INSTALACIONES

2.2.1 La instalación dispone de cerramiento y medidas de seguridad que impiden el libre acceso al emplazamiento. Se dispone de un sistema de vigilancia 24 horas, vigilante físico.

Los camiones que acceden a la instalación se pesan en un puente báscula que se encuentra a la entrada, a fin de disponer de un adecuado de control de acceso.

2.2.2 Se solicita y se presenta el Plan Emergencias, que se envió al Ayuntamiento de Pequeño Municipio, Concejalía de Seguridad Ciudadana y Protección Civil.



## **ACTA DE INSPECCIÓN**

Número de acta: 8-58749/2011

Número de expediente: 08-INS-000.1/2011

### **3. CONDICIONES RELATIVAS AL AGUA**

#### **3.1. RECOGIDA Y GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES**

Los vertidos de agua, tanto la utilizada en las instalaciones (aguas de proceso y sanitarias) como las aguas pluviales, se vierten al sistema integral de saneamiento del polígono industrial.

El caudal vertido de aguas de proceso proviene de las aguas de lavado de la línea de recubrimiento electrolítico y del sistema de refrigeración de la línea de hornos.

#### **3.2. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

La instalación no consta de ningún sistema de depuración de aguas residuales.

Existe sospecha de incumplimiento en el límite de vertido, ante la utilización de sustancias peligrosas y dada la ausencia de un módulo de depuración de efluentes líquidos.

### **4. PROTECCIÓN DE SUELO**

4.1. Se solicita y no se presenta el Programa de Mantenimiento que asegure la impermeabilidad y estanqueidad del pavimento en el almacén de productos químicos, con el objeto de evitar que se produzcan filtraciones de lixiviados o derrames de sustancias.

4.2. Se comprueba que no se dispone de cubetos o sistemas de recogida adecuados a fin de evitar el vertido al exterior de eventuales derrames, en la zona de almacenamiento de residuos o productos químicos que, por su estado físico líquido o pastoso, o por su grado de impregnación, puedan dar lugar a vertidos o generar lixiviados.

4.3. Durante la inspección se observa la acumulación de sustancias peligrosas o residuos en dos áreas mal pavimentadas y juntas de dilatación en mal estado en el almacén de residuos.

### **5. PLAN DE VIGILANCIA Y CONTROL AMBIENTAL DE LA INSTALACIÓN**

#### **5.1. CONDICIONES GENERALES**

##### **A) CONSUMO DE AGUA**

Se solicita y se muestran datos del consumo de agua.



## ACTA DE INSPECCIÓN

Número de acta: 8-58749/2011

Número de expediente: 08-INS-000.1/2011

### B) ATMÓSFERA

No se solicitan análisis de inmisión atmosférica puesto que no aplica a la actividad desarrollada en la instalación.

Respecto de las emisiones de focos puntuales, se solicita y presenta el último informe de inspección reglamentaria de emisiones a la atmósfera realizado por un Organismo de Control Autorizado. Éste pone en evidencia que se cumplen los límites máximos de emisión

### C) RESIDUOS

Registro de documentación: Se solicita y no se muestran un registro de información de residuos producidos.

Se comprueba que el acta se encuentra completamente terminada, no observándose ningún espacio en blanco no rayado, hasta la firma del interesado y de los Agentes de la Autoridad.

En testimonio de lo actuado se levanta la presente acta por duplicado, que consta de 4 hojas y que firman al margen de las mismas y al pie de ésta, el/los funcionario/s y el visitado, quedando una copia en poder de éste.

Los datos personales recogidos serán incorporados y tratados en el fichero INSPECCIONES AMBIENTALES, inscrito en el Registro APDCM ([www.madrid.org/apdcm](http://www.madrid.org/apdcm)) cuya finalidad es dar soporte a la gestión de las inspecciones ambientales correspondientes a las competencias de la dirección general, y podrán ser objeto de las cesiones previstas en la Ley. El responsable del fichero es el órgano que figura en este documento, ante él podrá ejercer los derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición, todo lo cual se informa en cumplimiento del artículo 5 de la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal.



## ACTA DE INSPECCIÓN

Número de acta: 8-58749/2011

Número de expediente: 08-INS-000.1/2011

En PEQUEÑOMUNICIPIO, a las 11:36, del día 28 de diciembre de 2011, en virtud de las atribuciones que legalmente tienen conferidas como Agentes de la Autoridad, personado/s el/ los funcionario/s de la Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Ordenación del Territorio D FRANCISCO PÉREZ y MARÍA LÓPEZ, en el establecimiento/emplazamiento denominado MIGMA2012, S.A., situado en la calle de la Industria, 1 y con CIF A28282828, y con la asistencia de ANTONIO GONZÁLEZ, con DNI/NIF 00000000K, en calidad de DIRECTOR INSTALACIÓN, le solicitan que facilite y/o informe a la inspección, poniéndose de manifiesto:

### LICENCIAS Y PROCEDIMIENTOS

PROCEDIMIENTOS AMBIENTALES
----------------------------

Autorización ambiental integrada: <i>NO PRESENTA</i>
--

### OBSERVACIONES

Observaciones
---------------

Se realiza visita de inspección a las instalaciones de MIGMA2012 S.A. a fin de comprobar el grado de cumplimiento respecto a la legislación ambiental vigente.

La actividad se corresponde al CNAE 25: "Fabricación de productos metálicos, excepto maquinaria y equipo". La entidad explotadora de la citada actividad es la empresa MIGMA2012 S.A. con CIF A28282828.

Durante la inspección, se solicita la siguiente documentación:

- Autorización de vertido previsto en la legislación (Ley 10/1993): *NO PRESENTA*
- Depósito de la fianza previsto en las autorizaciones de productor de residuos peligrosos (Ley 22/2011): *NO SE PRESENTA*
- Estudio de minimización de residuos peligrosos (Ley 22/2011): *NO PRESENTA*
- Inscripción en el Registro de Pequeños Productores de Residuos de la Comunidad de Madrid (Ley 22/2011): *PRESENTA*
- Estudio preliminar de la contaminación del suelo (RD 9/2005): *NO PRESENTA*
- Registro interno de los residuos peligrosos producidos o importados y del destino de los mismos (Ley 5/2003): *NO PRESENTA*
- Memoria anual de actividades (Ley 5/2003): *NO PRESENTA*
- Informe de Auditoría Ambiental previa (Ley 5/2003): *NO PRESENTA*



## ACTA DE INSPECCIÓN

Número de acta: 8-58749/2011

Número de expediente: 08-INS-000.1/2011

### 1. CONDICIONES RELATIVAS A LA DISTRIBUCIÓN DE PROCESOS

La instalación se encuentra en una parcela con una superficie de 11.000m<sup>2</sup> de los cuales 9.000m<sup>2</sup> están ocupados por una nave de producción y oficinas.

La nave de producción esta formada por seis zonas:

- Mecanizado
- Recubrimiento
- Almacén de materias primas
- Utillaje y mantenimiento
- Laboratorio
- Control final y expedición.

### 2. CONDICIONES GENERALES RELATIVAS A LA EXPLOTACIÓN

#### 2.1. OPERACIONES DE PRODUCCIÓN DE RESIDUOS.

Se comprueba que la actividad se identifica en todo momento, en lo referente a la producción y gestión de residuos, con el número de identificación de pequeños productores (A28282828/MD/51)

##### 2.1.1. Producción de residuos

##### 2.1.1.1. Procesos generadores de residuos peligrosos

La instalación, como consecuencia de su actividad, desarrolla una serie de procesos generadores de residuos peligrosos que se enumeran a continuación:

#### MECANIZADO

Taladrinas

Maizor como absorbente

#### ACTIVACIÓN, DECAPADO, COBREADO Y PASIVADO

Baños de tratamiento con distintas características, unos son ácidos, otros básicos y otros cianurados.

Lodos de limpieza de cubas



## **ACTA DE INSPECCIÓN**

Número de acta: 8-58749/2011

Número de expediente: 08-INS-000.1/2011

SERVICIOS GENERALES, MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA DE LOS EQUIPOS E INSTALACIONES.

Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ellas.

Aceites minerales

Lodos de limpieza de cubas.

### LABORATORIO DE ANÁLISIS

Productos químicos de laboratorio que consisten en, o contienen, sustancias peligrosas, incluidas las mezclas de productos químicos de laboratorio. (Soluciones ácidas, alcalinas, cianuros)

Lodos de tratamiento físico-químicos que contienen sustancias peligrosas.

El almacenamiento, se realiza al aire libre, mezclado con los productos químicos sin disponer de cubetos de retención. El etiquetado es incorrecto.

No todos estos residuos son gestionados a través de gestores autorizados:

El maizor y los kits de laboratorio no se tratan como residuo peligroso.

#### 2.1.2. Gestión y almacenamiento de residuos

No se documenta dicha gestión a través de un registro interno de los residuos peligrosos producidos o importados y del destino de los mismos.

Se encontraron irregularidades en cuanto al tiempo de almacenamiento de residuos peligrosos.

Los envases utilizados para el almacenamiento de los residuos no cumplen con los requisitos.

La categorización de los residuos se hace de manera incorrecta.

No se separan en función de las incompatibilidades que éstos presentan.

#### 2.2. OTRAS CONDICIONES RELATIVAS A LAS INSTALACIONES

2.2.1 La instalación dispone de cerramiento y medidas de seguridad que impiden el libre acceso al emplazamiento. Se dispone de un sistema de vigilancia 24 horas, vigilante físico.

Los camiones que acceden a la instalación se pesan en un puente báscula que se encuentra a la entrada, a fin de disponer de un adecuado de control de acceso.

2.2.2 Se solicita y se presenta el Plan Emergencias, que se envió al Ayuntamiento de Pequeño Municipio, Concejalía de Seguridad Ciudadana y Protección Civil.





## ACTA DE INSPECCIÓN

Número de acta: 8-58749/2011

Número de expediente: 08-INS-000.1/2011

### 3. CONDICIONES RELATIVAS AL AGUA

#### 3.1. RECOGIDA Y GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES

Los vertidos de agua, tanto la utilizada en las instalaciones (aguas de proceso y sanitarias) como las aguas pluviales, se vierten al sistema integral de saneamiento del polígono industrial.

El caudal vertido de aguas de proceso proviene de las aguas de lavado de la línea de recubrimiento electrolítico y del sistema de refrigeración de la línea de hornos.

#### 3.2. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

La instalación no consta de ningún sistema de depuración de aguas residuales.

Existe sospecha de incumplimiento en el límite de vertido, ante la utilización de sustancias peligrosas y dada la ausencia de un módulo de depuración de efluentes líquidos.

### 4. PROTECCIÓN DE SUELO

4.1. Se solicita y no se presenta el Programa de Mantenimiento que asegure la impermeabilidad y estanqueidad del pavimento en el almacén de productos químicos, con el objeto de evitar que se produzcan filtraciones de lixiviados o derrames de sustancias.

4.2. Se comprueba que no se dispone de cubetos o sistemas de recogida adecuados a fin de evitar el vertido al exterior de eventuales derrames, en la zona de almacenamiento de residuos o productos químicos que, por su estado físico líquido o pastoso, o por su grado de impregnación, puedan dar lugar a vertidos o generar lixiviados.

4.3. Durante la inspección se observa la acumulación de sustancias peligrosas o residuos en dos áreas mal pavimentadas y juntas de dilatación en mal estado en el almacén de residuos.

### 5. PLAN DE VIGILANCIA Y CONTROL AMBIENTAL DE LA INSTALACIÓN

#### 5.1. CONDICIONES GENERALES

##### A) CONSUMO DE AGUA

Se solicita y se muestran datos del consumo de agua.



## ACTA DE INSPECCIÓN

Número de acta: 8-58749/2011

Número de expediente: 08-INS-000.1/2011

### B) ATMÓSFERA

No se solicitan análisis de inmisión atmosférica puesto que no aplica a la actividad desarrollada en la instalación.

Respecto de las emisiones de focos puntuales, se solicita y presenta el último informe de inspección reglamentaria de emisiones a la atmósfera realizado por un Organismo de Control Autorizado. Éste pone en evidencia que se cumplen los límites máximos de emisión

### C) RESIDUOS

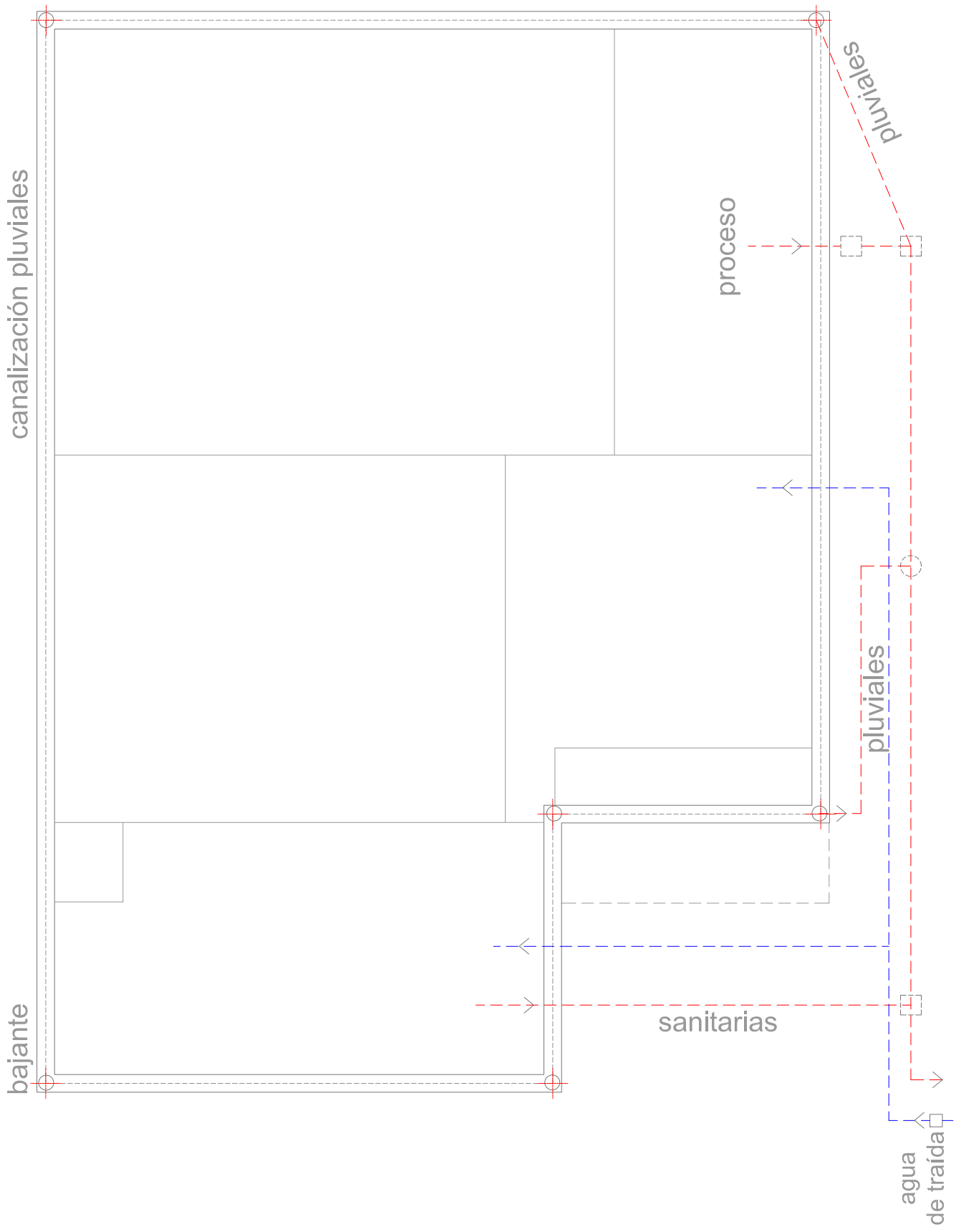
Registro de documentación: Se solicita y no se muestran un registro de información de residuos producidos.

Se comprueba que el acta se encuentra completamente terminada, no observándose ningún espacio en blanco no rayado, hasta la firma del interesado y de los Agentes de la Autoridad.

En testimonio de lo actuado se levanta la presente acta por duplicado, que consta de 4 hojas y que firman al margen de las mismas y al pie de ésta, el/los funcionario/s y el visitado, quedando una copia en poder de éste.

Los datos personales recogidos serán incorporados y tratados en el fichero INSPECCIONES AMBIENTALES, inscrito en el Registro APDCM ([www.madrid.org/apdcm](http://www.madrid.org/apdcm)) cuya finalidad es dar soporte a la gestión de las inspecciones ambientales correspondientes a las competencias de la dirección general, y podrán ser objeto de las cesiones previstas en la Ley. El responsable del fichero es el órgano que figura en este documento, ante él podrá ejercer los derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición, todo lo cual se informa en cumplimiento del artículo 5 de la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal.

## **ANEXO II: Análisis de agua residual**



Título	Plano Canalización Aguas	Nombres	EOI - Escuela de Organización Industrial	6 de Julio de 2012
Escala	S/E	Elvira Sáez Chamorro Pilar Aranda Rodríguez Clara Rodríguez Díaz Pedro Pernas Filloy	Proyecto: Adaptación de una industria del metal a la legislación ambiental aplicable. Tutor: Antonio Ponce Alonso	

## ANÁLISIS DE AGUA RESIDUAL

MIGMA2012, S.A.

Según los requisitos de la Ley 10/1993, sobre vertidos líquidos industriales al Sistema Integral de Saneamiento de la Comunidad de Madrid, modificada por el Decreto 57/2005.

## **ANÁLISIS DE AGUA RESIDUAL**

Informe de ensayo nº: 938061

Cliente: MIGMA2012, S.A.

Tipo de muestra: Agua residual

Fecha de recepción: 18-abril-2012

Fecha de inicio de análisis: 18-abril-2012

Fecha de final de análisis: 25-abril-2012

Fecha de emisión del informe: 25-abril-2012

Recogido por: ALKAMI según APG-010

Informe elaborado por: ALKAMI, S.A. C/ Tierra de Berros, 20 28820 Coslada (Madrid) para MIGMA2012, S.A. calle de la Industria, 1 Pequeñomunicipio (Madrid).

### **1. RESUMEN**

Se ha seleccionado la jornada de trabajo comprendida entre las 08:50 horas del día 17 de abril de 2012 y las 07:50 horas del día siguiente, como representativa del vertido, pues la planta de producción se encontraba en régimen normal de funcionamiento con todos sus procesos activos.

La empresa se dedica a la fabricación y recubrimiento de piezas metálicas. El uso principal de agua es para el proceso de recubrimiento y para refrigeración de los hornos.

Se ha analizado una única muestra resultado de la integración proporcional al caudal de las muestras simples recogidas.

Por los resultados obtenidos y en cuanto a los parámetros analizados, el vertido NO cumple con los máximos niveles exigidos por la legislación vigente Ley 10/1993, de 26 de octubre, de la Comunidad Autónoma de Madrid para su incorporación al Sistema Integral de Saneamiento.

### **2. MUESTREO**

#### **A. DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO**

##### **A.1. Localización**

La toma de muestras se ha realizado en la planta de producción de la empresa MIGMA2012, S.A.

## A.2. Punto de muestreo

La toma de muestra se ha realizado en la arqueta de vertido, anterior a su incorporación al Sistema Integral de Saneamiento, realizándose la toma de la misma en una tubería de PVC circular de 20 cm de diámetro. La medida de caudal se ha realizado en la misma tubería.

En el diagrama anexo se señala la localización del punto de muestreo. Es necesario hacer notar que la arqueta elegida está a la salida de la nave de producción y se ha podido constatar que no recoge ningún tipo de vertido diferente al de producción, ni pluviales ni sanitarias. Posteriormente al punto de muestreo y antes de la incorporación al sistema integral de saneamiento, diferentes tuberías de pluviales y sanitarias conectan a la tubería principal.

## B. PROTOCOLO DE MUESTREO

### B.1 Equipos

La recogida de muestras y la medición de caudal se han realizado mediante un equipo integrado compuesto por un caudalímetro y una toma de muestras marca ISCO, modelo 6712.

### B.2 Procedimiento

Conforme al Decreto 62/ 1994, de 16 de junio, en el que se dictan normas complementarias para la caracterización de los vertidos líquidos industriales al Sistema Integral de Saneamiento, artículos 3 a 7:

1. La medición del caudal se ha realizado durante una jornada representativa de la actividad de la industria.
2. Se ha efectuado la medición de caudal sobre la única corriente de vertido que existe.
3. La toma de muestras se realizó simultáneamente a la medición de caudal, durante el periodo medido. Se tomaron muestras simples cada 60 minutos, hasta un total de 24.

## C. RESULTADOS

Caudal total: 335 m<sup>3</sup>/día

Caudal anual estimado: 80.000 m<sup>3</sup>/ año

Caudal medio diario: 13,96 m<sup>3</sup>/ h

Ref.	Hora	Caudal medio horario m <sup>3</sup> /h
------	------	--

S-01	08:50	8,10
S-02	09:50	8,35
S-03	10:50	8,65
S-04	11:50	8,25
S-05	12:50	67,00
S-06	13:50	67,10
S-07	14:50	66,90
S-08	15:50	66,00
S-09	16:50	8,55
S-10	17:50	8,80
S-11	18:50	8,75
S-12	19:50	8,60
S-13	20:50	0,00
S-14	21:50	0,00
S-15	22:50	0,00
S-16	23:50	0,00
S-17	00:50	0,00
S-18	01:50	0,00
S-19	02:50	0,00
S-20	03:50	0,00
S-21	04:50	0,00
S-22	05:50	0,00
S-23	06:50	0,00
S-24	07:50	0,00

Tabla 1. Identificación de las muestras

Incidencias: No se produjeron.

### 3. ANÁLISIS

#### A. MÉTODO ANALÍTICO

Los métodos analíticos empleados son los que se establecen en el anexo 4 de la Ley 10/ 1993, de 26 de octubre, de la Comunidad de Madrid, modificado por el Decreto 57/2005.

Los ensayos se realizan empleando Procedimientos Normalizados de Trabajo internos (PNT's) basados en el Standard Methods for the examination of water and wastewater - APHA- AWWA - WPOF y/ o otras Normas de reconocido prestigio.



El estudio de toxicidad se ha realizado siguiendo el bioensayo de inhibición de la toxicidad del agua en Daphnia (Daphnia magna).

## B. RESULTADOS ANALÍTICOS

### B.1. Resultados del departamento de química

PNT	DETERMINACIONES (unidad)	MEDIDO	MAX. LEGAL
AQ-301	Temperatura (°C) (in situ)	18	40
AQ-366	pH (in situ)	9,1	6-10
AQ-375	DBO <sub>5</sub> (mg O <sub>2</sub> /l)	25	1.000
AQ-373	DQO (mg O <sub>2</sub> /l)	680	1.750
AQ-326	Sólidos en suspensión (mg/l)	430	1.000
AQ-320	Aceites y grasas (mg/l)	25	100
AQ-324	Cianuros (mg/l)	9,0	5
AQ-455	Cloruros (mg/l)	1.450	2.000
AQ-456	Conductividad (microS/cm)	7.950	7.500
AQ-458	Detergentes totales (mg/l)	10	30
AQ-352	Fluoruros (mg/l)	< 0,1	15
AQ-306	Sulfatos (mg/l)	140	1.000
AQ-420	Sulfuros (mg/l)	< 0,1	5
AQ-401	Organohalogenados absorbibles (mg Cl/l)	< 0,1	2
AQ-402	Trihalometanos (mg/l)	< 0,1	2,5
AQ-890	BTEX (mg/l)	< 0,1	1,5
AQ-678	Fenoles totales (mg/l)	< 0,1	2
AQ-456	Hidrocarburos aromáticos policíclicos HAP (mg/l)	< 0,1	1
AQ-123	Hidrocarburos totales (mg/l)	0,9	20
AQ-354	Aluminio (mg/l)	< 0,1	20
AQ-872	Arsénico (mg/l)	< 0,1	1
AQ-278	Bario (mg/l)	1,2	20
AQ-982	Boro (mg/l)	1,9	3
AQ-761	Cadmio (mg/l)	< 0,01	0,5
AQ-371	Cobre (mg/l)	10,2	3
AQ-356	Cromo VI (mg/l)	< 0,01	1
AQ-354	Cromo total (mg/l)	0,4	3
AQ-354	Estaño (mg/l)	< 0,1	2
AQ-353	Hierro (mg/l)	2,2	10
AQ-200	Manganeso (mg/l)	< 0,1	2
AQ-300	Mercurio (mg/l)	< 0,001	0,1

AQ-353	Níquel (mg/l)	1,2	5
AQ-400	Plata (mg/l)	< 0,01	1
AQ-800	Plomo (mg/l)	< 0,01	1
AQ-560	Selenio (mg/l)	< 0,01	1
AQ-353	Zinc (mg/l)	2,5	3
AQ-001	Tóxicos metálicos (mg/l) [As+Cd+CrVI+Ni+Hg+Pb+Se+Cu+Zn]	8,9	5
AQ-101	Fósforo total (mg P/l)	14,0	40
AQ-102	Nitrógeno total (mg N/l)	30,1	125

## B.2 Resultados del departamento de microbiología

PNT	DETERMINACIONES (unidad)	MEDIDO	MAX. LEGAL
AM-206	Toxicidad aguda en Daphnia (equitox/ m <sup>3</sup> )	18	25

## C. OBSERVACIONES

Los resultados obtenidos corresponden a la muestra integrada por la mezcla proporcional de las muestras simples.

El número de decimales detallado en la expresión de resultado es función de la incertidumbre asociada a cada ensayo.

Fdo. María López

Responsable Sección Aguas

Fdo. Francisco Pérez

Director de Laboratorio

### **ANEXO III: Informe preliminar de suelos**



Anexo 1a: Informe Preliminar de Situación de Suelo.

1. DATOS GENERALES DE LA INSTALACIÓN (CENTRO)			
1.1. LOCALIZACIÓN			
Coordenadas UTM	X	Y	
1.2. DATOS REGISTRALES Y CATASTRALES DE LA/S FINCA/S (Si la instalación comprende más de tres fincas, copie esta tabla tantas veces como sea necesario)			
	Finca 1	Finca 2	Finca 3
Titular/s registral de la finca			
Nº de finca			
Tomo / Libro / Folio			
Registro (nombre y nº de Registro)			
Referencia catastral			
1.3. OTROS DATOS DE LA INSTALACIÓN			
Propietario de la instalación Antonio González	N.I.F 00000000K		
Titular de la actividad Antonio González	N.I.F 0000000K		
NIRI			
ACTIVIDAD INDUSTRIAL PRINCIPAL	CNAE-93 Rev.1	Fabricación de cospeles	
ACTIVIDAD INDUSTRIAL SECUNDARIA	CNAE-93 Rev.1	Descripción	
Personal (nº de empleados) 25	Potencia instalada (kW)		
Año comienzo de la actividad en el emplazamiento 1986			
Superficie total (m <sup>2</sup> ) 16000	Superficie ocupada (m <sup>2</sup> ) 9000	Superficie ocupada pavimentada (m <sup>2</sup> ) 16000	
PRODUCTOR DE RESIDUOS PELIGROSOS			
<input checked="" type="checkbox"/> Nº de inscripción en el registro de pequeños productores de residuos peligrosos : A28282828/MD/51			
<input type="checkbox"/> Nº de autorización como productor de residuos peligrosos :			
GESTOR DE RESIDUOS PELIROSOS			
<input type="checkbox"/> Nº de inscripción en el registro / autorización de gestores de residuos no peligrosos:			
<input type="checkbox"/> Nº de autorización como gestor de residuos peligrosos:			
ADJUNTAR LOS SIGUIENTES PLANOS:			
De situación (E1/5.000)		Croquis general de la instalación	
De instalación (E1/500) De la red de drenaje		Croquis detallado de las zonas de almacenamiento, los depósitos de superficie y enterrados.	
De la red de saneamiento			



## Comunidad de Madrid

### 1.4. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

Cumplimentar tantas fichas como sean necesarias, en caso de tener definidas más zonas

A modo de ejemplo, las zonas más habituales son zona de procesos de fabricación, almacenamientos de materias primas, de productos y de residuos de carácter peligroso, almacenamiento de combustible...

Adjuntar diagrama de bloques simplificado del proceso productivo, con entradas y salidas de materias primas, productos, subproductos y residuos

DENOMINACIÓN DE LA ZONA	ESTADO ACTUAL
Código: Z__ 01:Almacén de materias primas	Correcto
Código: Z__ 02:Recepción	Correcto
Código: Z__ 03:Mecanizado	Correcto
Código: Z_ 04:Recubrimiento	Correcto
Código: Z_ 05:laboratorio	Correcto
Código: Z_ 06:oficinas	Correcto
Código: Z_ 07:utillaje y mantenimiento	Correcto
Código: Z_ 08:Almacén de productos químicos y residuos	El firme se encuentra en mal estado, hay juntas de dilatación muy deterioradas. Se observan manchas en el pavimento.



## Comunidad de Madrid

Código: Z_ 09:Aparcamiento		Correcto
OBRAS DE MEJORA REALIZADAS		
<input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> SI describir las obras realizadas y el año en que se realizaron		
Red de drenaje	Observaciones	
<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO		
Red de saneamiento	Las aguas de proceso como las fluviales se vierten a la red de saneamiento	
<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO		
¿Existen tuberías subterráneas de conducción de materias o residuos de carácter peligroso? <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	Materias o residuos transportados	
	Antigüedad de las tuberías	
	Tipo de unión de tramos	
	¿Existen dispositivos de retención de fugas? <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> SI Descripción:	

1.5. ACCIDENTES O IRREGULARIDADES OCURRIDAS			
<input type="checkbox"/> SI (Cumplimentar tantas descripciones como sean necesarias) <input checked="" type="checkbox"/> NO			
Descripción	<i><b>Incidencia sobre el suelo</b></i>	Acción correctora	Año



## Comunidad de Madrid

### 2. MATERIAS CONSUMIDAS (PRIMAS, SECUNDARIAS Y AUXILIARES) DE CARÁCTER PELIGROSO

NO se consumen

SI se consumen (Cumplimentar cada uno de los recuadros que se presentan en la presente hoja)

Cumplimentar una copia de este apartado para cada materia peligrosa existente en la instalación

Nombre Cloruro férrico		Código 6107
Proceso o etapa en la que se emplea Lavadora		
Tipo	Composición cloruro férrico 40%	Naturaleza <input type="checkbox"/> Orgánico <input checked="" type="checkbox"/> Inorgánico
Cantidad anual (volumen, peso) 5.168 kg	Estado de agregación	
Forma de presentación Líquido	Frasas de riesgo R21/R22 R34 R36/R38	
Zona de almacenamiento Almacén de productos químicos		
Otra información de interés: <ul style="list-style-type: none"><li>• Formas de transporte desde el almacenamiento hasta el lugar donde se emplea Carretilla</li><li>• Otra</li></ul>		

Nombre COMPUESTO FC 482		Código
Proceso o etapa en la que se emplea Lavadora		
Tipo Solución acuosa de inhibidores de corrosión	Composición 10-25% imidazolines	Naturaleza <input type="checkbox"/> Orgánico <input checked="" type="checkbox"/> Inorgánico
Cantidad anual (volumen, peso) 2860 kg	Estado de agregación	



## Comunidad de Madrid

Forma de presentación Líquido	Frases de riesgo R34
Zona de almacenamiento Amacén de productos químicos	
Otra información de interés: <ul style="list-style-type: none"><li>• Formas de transporte desde el almacenamiento hasta el lugar donde se emplea carretilla</li><li>• Otra</li></ul>	

Nombre Enprep 146	Código	
Proceso o etapa en la que se emplea Línea galvánica		
Tipo Desengrase alcalino	Composición Hidróxido sódico	Naturaleza <input type="checkbox"/> Orgánico <input checked="" type="checkbox"/> Inorgánico
Cantidad anual (volumen, peso) 970 Kg	Estado de agregación	
Forma de presentación sólido	Frases de riesgo R34	
Zona de almacenamiento Almacén de productos químicos		
Otra información de interés: <ul style="list-style-type: none"><li>• Formas de transporte desde el almacenamiento hasta el lugar donde se emplea</li><li>• Otra</li></ul>		

Nombre Enprep CO	Código	
Proceso o etapa en la que se emplea Línea galvánica		
Tipo Desengrase electrolítico	Composición Hidróxido sódico	Naturaleza <input type="checkbox"/> Orgánico <input checked="" type="checkbox"/> Inorgánico





## Comunidad de Madrid

	Disodio Metasilicato	
Cantidad anual (volumen, peso) 2130 Kg	Estado de agregación	
Forma de presentación sólido	Frases de riesgo R35 R37	
Zona de almacenamiento Almacén de productos químicos		
Otra información de interés: <ul style="list-style-type: none"><li>• Formas de transporte desde el almacenamiento hasta el lugar donde se emplea</li><li>• Otra</li></ul>		

Nombre Cianuro de cobre	Código	
Proceso o etapa en la que se emplea Línea galvánica		
Tipo	Composición Cianuro de cobre	Naturaleza <input type="checkbox"/> Orgánico <input checked="" type="checkbox"/> Inorgánico
Cantidad anual (volumen, peso) 3200 Kg	Estado de agregación	
Forma de presentación sólido	Frases de riesgo R26 R27 R28-32	
Zona de almacenamiento Almacén de productos químicos		
Otra información de interés: <ul style="list-style-type: none"><li>• Formas de transporte desde el almacenamiento hasta el lugar donde se emplea</li><li>• Otra</li></ul>		



## Comunidad de Madrid

Nombre Cianuro sódico		Código
Proceso o etapa en la que se emplea Línea galvánica		
Tipo	Composición NaCN, NaOH, Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , HCOONa, H <sub>2</sub> O, CN	Naturaleza <input type="checkbox"/> Orgánico <input checked="" type="checkbox"/> Inorgánico
Cantidad anual (volumen, peso) 13170 kg	Estado de agregación	
Forma de presentación sólido	Frasas de riesgo R26 R27 R28/R32	
Zona de almacenamiento Almacén de productos químicos		
Otra información de interés: <ul style="list-style-type: none"><li>• Formas de transporte desde el almacenamiento hasta el lugar donde se emplea</li><li>• Otra</li></ul>		

Nombre Acido sulfúrico al 50%		Código
Proceso o etapa en la que se emplea Línea galvánica		
Tipo	Composición H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , H <sub>2</sub> O,	Naturaleza <input type="checkbox"/> Orgánico <input checked="" type="checkbox"/> Inorgánico
Cantidad anual (volumen, peso) 19010kg	Estado de agregación	
Forma de presentación líquido	Frasas de riesgo R35	
Zona de almacenamiento Almacén de productos químicos		
Otra información de interés: <ul style="list-style-type: none"><li>• Formas de transporte desde el almacenamiento hasta el lugar donde se emplea</li><li>• Otra</li></ul>		



## Comunidad de Madrid

--

Nombre Anti- tarnish CU		Código 88224100
Proceso o etapa en la que se emplea Línea galvánica		
Tipo Aditivo baño de cobre	Composición Metanol, 1H-benzotriazol	Naturaleza <input checked="" type="checkbox"/> Orgánico <input type="checkbox"/> Inorgánico
Cantidad anual (volumen, peso) 200 l	Estado de agregación	
Forma de presentación líquido	Frases de riesgo R23-25 R11	
Zona de almacenamiento Almacén de productos químicos		
Otra información de interés: <ul style="list-style-type: none"><li>• Formas de transporte desde el almacenamiento hasta el lugar donde se emplea</li><li>• Otra</li></ul>		

Nombre Acido clorhídrico al 30-37%		Código
Proceso o etapa en la que se emplea Línea galvánica		
Tipo	Composición HCl,	Naturaleza <input type="checkbox"/> Orgánico <input checked="" type="checkbox"/> Inorgánico
Cantidad anual (volumen, peso) 28490 kg	Estado de agregación	
Forma de presentación líquido	Frases de riesgo R34 R37	
Zona de almacenamiento Almacén de productos químicos		



## Comunidad de Madrid

Otra información de interés:

- Formas de transporte desde el almacenamiento hasta el lugar donde se emplea
- Otra

Nombre Sosa caustica		Código 67401
Proceso o etapa en la que se emplea Línea galvánica		
Tipo	Composición NaOH	Naturaleza <input type="checkbox"/> Orgánico <input checked="" type="checkbox"/> Inorgánico
Cantidad anual (volumen, peso) 625 kg	Estado de agregación sólido	
Forma de presentación escamas	Frasas de riesgo R35	
Zona de almacenamiento Almacén de productos químicos		
Otra información de interés: <ul style="list-style-type: none"><li>• Formas de transporte desde el almacenamiento hasta el lugar donde se emplea</li><li>• Otra</li></ul>		

Nombre Hidróxido sódico 60%		Código
Proceso o etapa en la que se emplea Línea galvánica		
Tipo	Composición , Hidróxido sódico	Naturaleza <input type="checkbox"/> Orgánico <input checked="" type="checkbox"/> Inorgánico
Cantidad anual (volumen, peso) 17420 kg	Estado de agregación	



## Comunidad de Madrid

Forma de presentación líquido	Frases de riesgo R35
Zona de almacenamiento Almacén de productos químicos	
Otra información de interés: <ul style="list-style-type: none"><li>• Formas de transporte desde el almacenamiento hasta el lugar donde se emplea</li><li>• Otra</li></ul>	

Nombre Hipoclorito sódico	Código	
Proceso o etapa en la que se emplea Línea galvánica		
Tipo	Composición Solución acuosa al 13% de cloro activo NaClO	Naturaleza <input type="checkbox"/> Orgánico <input checked="" type="checkbox"/> Inorgánico
Cantidad anual (volumen, peso) 1010kg	Estado de agregación	
Forma de presentación líquido	Frases de riesgo R31 R34	
Zona de almacenamiento Almacén de productos químicos		
Otra información de interés: <ul style="list-style-type: none"><li>• Formas de transporte desde el almacenamiento hasta el lugar donde se emplea</li><li>• Otra</li></ul>		

Nombre Hidróxido de calcio	Código
Proceso o etapa en la que se emplea Línea galvánica	



## Comunidad de Madrid

Tipo	Composición CaOH, con pequeños porcentajes de SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , CaCO <sub>3</sub> , MgO	Naturaleza <input type="checkbox"/> Orgánico <input checked="" type="checkbox"/> Inorgánico
Cantidad anual (volumen, peso) 2900kg	Estado de agregación	
Forma de presentación sólido	Frasas de riesgo R36 R37 R38	
Zona de almacenamiento Almacén de productos químicos		
Otra información de interés: <ul style="list-style-type: none"><li>• Formas de transporte desde el almacenamiento hasta el lugar donde se emplea</li><li>• Otra</li></ul>		



## Comunidad de Madrid

### 3. PRODUCTOS INTERMEDIOS Y FINALES DE CARÁCTER PELIGROSO

NO se generan

SI se generan (Cumplimentar cada uno de los recuadros que se presentan en la presente hoja)

Cumplimentar una copia de este apartado para cada producto intermedio y final de carácter peligroso existente en la instalación

Nombre	Código	
Proceso o etapa en la que se genera		
Tipo	Composición	Naturaleza <input type="checkbox"/> Orgánico <input type="checkbox"/> Inorgánico
Cantidad anual (volumen, peso)	Estado de agregación	
Forma de presentación	Frasas de riesgo	
Zona de almacenamiento		
Otra información de interés		



## Comunidad de Madrid

### 4. RESIDUOS O SUBPRODUCTOS GENERADOS DE CARÁCTER PELIGROSO

NO se generan

SI se generan (Cumplimentar cada uno de los recuadros que se presentan en la presente hoja)

Cumplimentar una copia de este apartado para cada residuo o subproducto generado de carácter peligroso existente en la instalación

Nº de referencia del registro de entrada en la Comunidad de Madrid de la última Memoria anual de productor o gestor de residuos, cuando sea preceptiva \_\_/\_\_/\_\_\_\_

Denominación Aceites de corte		Codificación (LER) 120110	
Codificación RD 833/88 y modificaciones Q7// R9 // L8 // C53 // H2B // A241 // B3140			
Composición		Código	
Cantidad anual 2 Tn		Estado de agregación	
Forma de presentación Líquido			
Zona de almacenamiento temporal Almacén de productos químicos			
Gestión actual	Forma de gestión de subproductos	<input type="checkbox"/> Reutilización <input type="checkbox"/> Venta a un tercero	
	Forma de gestión de residuos	<input checked="" type="checkbox"/> Gestores Autorizados <input type="checkbox"/> Tratamiento in situ	<input type="checkbox"/> Reciclado <input type="checkbox"/> Valorización <input checked="" type="checkbox"/> Eliminación

Nº de referencia del registro de entrada en la Comunidad de Madrid de la última Memoria anual de productor o gestor de residuos, cuando sea preceptiva \_\_/\_\_/\_\_\_\_

Denominación Baños agotados de ácidos de decapado		Codificación (LER) 110105	
Codificación RD 833/88 y modificaciones Q 7//D 15 // L27 // C23 //H8 //A 241 //B3127			
Composición Acido clorhídrico, ácido sulfúrico, metales pesados		Código	
Cantidad anual (volumen, peso) 73.3 Tn		Estado de agregación	
Forma de presentación líquido			





## Comunidad de Madrid

Zona de almacenamiento temporal Almacén de productos químicos			
Gestión actual	Forma de gestión de subproductos	<input type="checkbox"/> Reutilización <input type="checkbox"/> Venta a un tercero	
	Forma de gestión de residuos	<input checked="" type="checkbox"/> Gestores Autorizados	<input type="checkbox"/> Reciclado <input type="checkbox"/> Valorización <input checked="" type="checkbox"/> Eliminación

Nº de referencia del registro de entrada en la Comunidad de Madrid de la última Memoria anual de productor o gestor de residuos, cuando sea preceptiva __/__/____.____/____			
Denominación Baños básicos de recubrimiento		Codificación (LER) 110198*	
Codificación RD 833/88 y modificaciones Q7 //D15 // L27 // C24 //H6 //A241//B3126			
Composición cianuros		Código	
Cantidad anual (volumen, peso) 146.63 tn		Estado de agregación	
Forma de presentación líquido			
Zona de almacenamiento temporal Almacén de productos químicos			
Gestión actual	Forma de gestión de subproductos	<input type="checkbox"/> Reutilización <input type="checkbox"/> Venta a un tercero	
	Forma de gestión de residuos	<input checked="" type="checkbox"/> Gestores Autorizados	<input type="checkbox"/> Reciclado <input type="checkbox"/> Valorización <input checked="" type="checkbox"/> Eliminación

Nº de referencia del registro de entrada en la Comunidad de Madrid de la última Memoria anual de productor o gestor de residuos, cuando sea preceptiva __/__/____.____/____			
Denominación Lodos de enjuague de cubas ácidas		Codificación (LER) 110109*	
Codificación RD 833/88 y modificaciones Q7//D15 // P27 // C23//H8 //A241 //B3127			
Composición		Código	
Cantidad anual (volumen, peso) 16.6 Tn		Estado de agregación	



## Comunidad de Madrid

Forma de presentación			
Zona de almacenamiento temporal Almacén de productos químicos			
Gestión actual	Forma de gestión de subproductos	<input type="checkbox"/> Reutilización <input type="checkbox"/> Venta a un tercero	
	Forma de gestión de residuos	<input checked="" type="checkbox"/> Gestores Autorizados	<input type="checkbox"/> Reciclado <input type="checkbox"/> Valorización <input checked="" type="checkbox"/> Eliminación

Nº de referencia del registro de entrada en la Comunidad de Madrid de la última Memoria anual de productor o gestor de residuos, cuando sea preceptiva _/./_			
Denominación Lodos de enjuague básicos	Codificación (LER) 110109*		
Codificación RD 833/88 y modificaciones Q7 //D15 // P27 // C24 //H6 //A241//B 3126			
Composición	Código		
Cantidad anual (volumen, peso) 33.3 Tn	Estado de agregación		
Forma de presentación			
Zona de almacenamiento temporal Almacén de productos químicos			
Gestión actual	Forma de gestión de subproductos	<input type="checkbox"/> Reutilización <input type="checkbox"/> Venta a un tercero	
	Forma de gestión de residuos	<input checked="" type="checkbox"/> Gestores Autorizados	<input type="checkbox"/> Reciclado <input type="checkbox"/> Valorización <input checked="" type="checkbox"/> Eliminación



## Comunidad de Madrid

### 5. ALMACENAMIENTO

Describir los almacenamientos y depósitos de almacenamiento de materias primas, secundarias y auxiliares, productos intermedios y residuos y subproductos de carácter peligroso.

#### 5.1. ALMACENAMIENTO EN SUPERFICIE

- SI (Cumplimentar cada uno de los recuadros que se presentan en la presente hoja)  
 NO

Cumplimentar una copia de este apartado para cada almacenamiento

Denominación Almacén de productos químicos		Código 08
Superficie total del área (m <sup>2</sup> ) 224	Superficie pavimentada/aislada del área (m <sup>2</sup> ) 224	
Tipo de pavimentación/aislamiento (m <sup>2</sup> ) Hormigón con resina	Observaciones El pavimento se encuentra visiblemente deteriorado en algunas zonas	
Volumen (m <sup>3</sup> )	Profundidad (m)	
Existencia de cubiertas <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	Observaciones Está en buen estado	
Nombre del material almacenado	Tipo de envase	Presentación del material (granel o envasado)
CASTROL COOLEEDGE BI	Bidón metálico	líquido
BP MACCURAT D 150	Garrafa Plástico	Líquido
MAIZOR	saco	sólido
NITROGENO	Cisterna	Gas
HIDRÓGENO LÍQUIDO	Baterías	líquido
CLORURO FERRICO	RP	Líquido
COMPUESTO FC 482	RP y garrafas	líquido
COMPUESTO FC 122 A	RP	liquido
ENPREP 146	Sacos de 25 Kg	Solido
ENPREP OC	Sacos de 25 Kg	Solido
CIANURO DE COBRE I (MIN. 70 % Cu)	Bidones metálicos	Solido
CIANURO SODICO (Briquetas)	Bidones metálicos	Solido
ACIDO SULFURICO 50 %	RP	liquido
ANTI-TARNISH CU	Garrafas	liquido
ACIDO CLORHIDRICO	Cisterna	



## Comunidad de Madrid

30%-37%		
SOSA CAUSTICA ESCAMAS	Sacos de 25 Kg	Sólido
HIDROXIDO SODICO 70%	Cisterna	Líquido
HIPOCLORITO SODICO	Rp y cisterna	Líquido
HIDROXIDO DE CALCIO	Silos	Sólido
Red de recogida de aguas pluviales <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	Observaciones	
En caso de pérdidas o derrames, ¿existen mecanismos de control o procedimientos de actuación? <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	Descripción	
¿Existen equipos de seguridad a disposición de los empleados? <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO.		
En caso de almacenamiento de productos en polvo, ¿existen sistemas de extracción o recogida de partículas? <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	Descripción	
Otra información de interés: <ul style="list-style-type: none"><li>• Formas de transporte o manipulación de las materias (primas, auxiliares y subproductos) hacia los lugares de consumo</li><li>• Otra</li></ul>		
Adjuntar plano / croquis de la instalación en que aparezcan los almacenamientos, con su denominación, dentro de la zona en que estén ubicados.		



## Comunidad de Madrid

### 5.2. DEPÓSITOS EN SUPERFICIE

- SI (Cumplimentar cada uno de los recuadros que se presentan en la presente hoja)  
 NO

Cumplimentar una copia de este apartado para cada tipo de depósito en superficie

Denominación Almacén de productos químicos		Código 08	
Tipo	Número de depósitos iguales 2	Volumen de cada depósito 35 m <sup>3</sup>	
Antigüedad (años)	Capacidad de almacenamiento	Identificación	
Tipo de pared			
Dispositivos de protección			
Material almacenado Nitrógeno e Hidrógeno		Cantidad / Volumen medio anual 200.174 M3 y 9.742 M3	
Describir los sistemas de control de almacenamiento Se dispone de un sistema con manómetros que evita sobre-presiones.			
¿Se dispone de cubetos de retención? <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO		Descripción	
¿Cómo se realizara la recogida de pérdidas o derrames? Se dispone de trapos absorbentes que serán utilizados en caso de derrame.			
Tipo de acceso al recinto Mediante vehículos y a pie.		¿Se realiza control de acceso? <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO En caso afirmativo, especificar tipo	
Pruebas de estanqueidad <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	Fecha	Resultado <input type="checkbox"/> Con fugas <input type="checkbox"/> Sin fugas	Observaciones
En caso de haberse detectado fugas			
Descripción de la subsanación			Fecha de subsanación
Otra información de interés			
<ul style="list-style-type: none"><li>• Formas de transporte o manipulación de las materias (primas, auxiliares y subproductos) hacia los lugares de consumo</li><li>• Otra</li></ul>			
Adjuntar plano / croquis de la instalación en el que aparezcan los depósitos, con su denominación, dentro de la zona en la que estén ubicados			



## Comunidad de Madrid

### 5.3. DEPÓSITOS SUBTERRÁNEOS

- SI (Cumplimentar cada uno de los recuadros que se presentan en la presente hoja)  
 NO

Cumplimentar una copia de este apartado para cada tipo de depósito subterráneo

Denominación		Código	
Tipo	Número de depósitos iguales	Volumen de cada depósito	
Antigüedad (año)	Capacidad de almacenamiento	Identificación	
Material almacenado		Cantidad / Volumen medio anual	
Pruebas de estanqueidad <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	Fecha	Resultado <input type="checkbox"/> Con fugas <input type="checkbox"/> Sin fugas	Observaciones
En caso de haberse detectado fugas			
Descripción de la subsanación		Fecha de subsanación	
Dispositivos de protección			
Dispositivos de retención de fugas o derrames			
Sistema de recogida de fugas o derrames			
Otra información de interés			
<ul style="list-style-type: none"><li>• Formas de transporte o manipulación de las materias (primas, auxiliares y subproductos) hacia los lugares de consumo</li><li>• Otra</li></ul>			
Adjuntar plano / croquis de la instalación en que aparezca los depósitos, con su denominación, dentro de la zona en que estén ubicados			
Adjuntar copia de las últimas pruebas de estanqueidad realizadas			



## Comunidad de Madrid

### 6. ÁREAS PRODUCTIVAS

Cumplimentar una copia de este apartado para cada área productiva

¿Disponen de Plan de Emergencia de la instalación?  SI  NO

Especificar la presencia de elementos constructivos que dificulten la posibilidad de contaminación del suelo

Denominación del área Zona de mecanizado

Descripción de elementos constructivos que dificulten la contaminación del suelo Se dispone de un firme hormigonado, pulido y con una capa superficial de resina

### 6. ÁREAS PRODUCTIVAS

Cumplimentar una copia de este apartado para cada área productiva

¿Disponen de Plan de Emergencia de la instalación?  SI  NO

Especificar la presencia de elementos constructivos que dificulten la posibilidad de contaminación del suelo

Denominación del área Zona de recubrimiento

Descripción de elementos constructivos que dificulten la contaminación del suelo Se dispone de un firme hormigonado, pulido y con una capa superficial de resina



## 7. ACTIVIDADES HISTÓRICAS

- Desconocida  
 Conocida

En aquellos casos en los que se conozcan las actividades históricas potencialmente contaminantes que tuvieron lugar en el suelo, cumplimentar la información disponible sobre los siguientes extremos:

NOMBRE DE LA ACTIVIDAD/ES EN EL PASADO	TIPO DE ACTIVIDAD (CNAE 93-Rev.1)	AÑO DE INICIO	AÑO DE FINALIZACIÓN
Agrícola			1986

### OBSERVACIONES

Incluir cualquier información que pueda ayudar a detectar la presencia de contaminación histórica y diferenciarla de una posible contaminación actual





## Comunidad de Madrid

### 8. CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN POTENCIAL DEL SUELO

¿Se dispone de información previa sobre las características del suelo?  SI  NO

En caso afirmativo adjuntar informe

¿Existen mecanismos para el control de la contaminación del suelo y de las aguas subterráneas? (p. ej. piezómetros, pozos, etc.)

SI  NO

Descripción

### MUESTREO

Realizado por

Nº de muestras de aguas subterráneas

Nº de muestras de  
suelo

Nombre del laboratorio que realizó los análisis

Adjuntar plano del diseño de muestreo y resultados analíticos

### 9. VERTIDOS DE AGUAS RESIDUALES

¿Se realiza algún tipo de tratamiento de aguas residuales previo a su vertido?

SI  NO

En caso afirmativo, ¿cuál?

Destino de los vertidos red de saneamiento

Estado de conservación de la red de saneamiento.

¿Se realizan revisiones de la misma?  SI  NO

¿Se dispone de autorización de vertidos?  SI  NO



## Comunidad de Madrid

10. CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO	
Datos a cumplimentar por la empresa en la medida en que se conozcan	
Clasificación urbanística del suelo industrial	Calificación urbanística del suelo Industrial
¿Polígono industrial? <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	
Distancia a zona residencial o parque (en m) 3000	
Distancia al cauce más próximo (en m) 3500	
Distancia a zonas protegidas (en m) 7000	
Profundidad del nivel freático (en m)	
¿Se dispone de información sobre la calidad de las aguas subterráneas? <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	Detállese o adjúntese información complementaria
Distancia a puntos de agua (pozos) (en m)	Indicar si se trata de <input type="checkbox"/> pozo aguas arriba <input type="checkbox"/> pozo aguas abajo
<b>LITOLOGÍA</b>	
Unidad geológica	
<b>HIDROGEOLOGÍA</b>	
Unidad hidrogeológica	

### Persona de contacto:

NIF	0000000K	Apellido1	González	Apellido2	
Nombre/Razón Social	Antonio	Correo electrónico	antonio@todo lo que puedas.com		
Fax		Teléfono Fijo	910000091	Teléfono Móvil	

En Madrid, a...8.. de.....JUNIO..... de...2012...

FIRMA
ANTONIO GONZÁLEZ

Recuerde que junto al presente Anexo es imprescindible presentar el impreso de Solicitud del Informe de Situación del Suelo.

Los datos personales recogidos serán incorporados y tratados en el fichero SUELOS, inscrito en el Registro APDCM ([www.madrid.org/apdcm](http://www.madrid.org/apdcm)) cuya finalidad es dar soporte a expedientes relativos a la contaminación del suelo, y podrán ser cedidos a Administraciones Públicas de competencias similares, además de otras cesiones previstas en la Ley. El responsable del fichero es el órgano que figura en este documento, ante él podrá ejercer los derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición, todo lo cual se informa en cumplimiento del artículo 5 de la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal.

## **ANEXO IV: Informe de muestreo de suelos**

**MIGMA2012, S.A.**

**MUESTREO DE SUELOS EN EL EMPLAZAMIENTO DE LA EMPRESA MIGMA2012 EN  
PEQUEÑOMUNICIPIO (MADRID)**

<b>ELABORADO</b>	<b>REVISADO</b>	<b>APROBADO</b>
<b>TÉCNICO</b>	<b>RESPONSABLE PROYECTO</b>	<b>GERENTE</b>

## **INDICE**

<b>1</b>	<b>ANTECEDENTES Y OBJETO</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>ALCANCE DE LOS TRABAJOS REALIZADOS</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>INVESTIGACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN.</b>	<b>1</b>
	3.1 ENCUADRE HIDROGEOLÓGICO	1
	3.2 FASE I	2
	3.3 FASE II	3
	3.4 FASE III	3
<b>4</b>	<b>RESULTADOS ANALÍTICOS</b>	<b>4</b>
	4.1 FASE I	4
	4.2 FASE II	5
	4.3 FASE III	7

## **1 ANTECEDENTES Y OBJETO**

Conforme a la solicitud de MIGMA2012, S.A. y en su nombre la empresa auditora EOI Auditing, S.A., se ha procedido a al muestreo y caracterización del emplazamiento del almacenamiento de residuos peligrosos que la empresa tienen en sus instalaciones de Pequeñomunicipio de la Comunidad de Madrid.

El objeto de este trabajo es determinar si el emplazamiento se considera contaminado y dimensionar adecuadamente tal contaminación.

En este documento se describen los trabajos de medición, muestreo y análisis químicos de las muestras de suelo y de las aguas si se encontraran.

Los trabajos se realizan de acuerdo a los procedimientos de la Entidad de Inspección de suelos de InterSae, S.A.: POC-02 Inspección “Elaboración de Planes de Muestreo”, POC-03 Inspección “Toma de Muestras Sólidas”, POC-04 Inspección “Toma de Muestras Líquidas” y POC-05 Inspección “Identificación, Conservación y Custodia de Muestras”.

## **2 ALCANCE DE LOS TRABAJOS REALIZADOS**

La solicitud de los trabajos ha tenido tres fases:

Fase I de caracterización inicial mediante catas a poca profundidad en las zonas visualmente más afectadas.

Fase II de caracterización detallada de suelos mediante un plan de muestreo en malla alrededor de la zona contaminada tomando muestras de suelo a poca profundidad para conocer la extensión superficial de la contaminación.

Fase III de caracterización detallada de las aguas subterráneas mediante la realización de varios sondeos para conocer la extensión en profundidad de la contaminación y la posible afección de las aguas subterráneas.

De las muestras tomadas se analizarán por parte de un laboratorio acreditado los parámetros necesarios para determinar la ausencia de contaminación o cuantificar ésta en caso de existir.

### **3 INVESTIGACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN.**

#### **3.1 ENCUADRE HIDROGEOLÓGICO**

La sierra madrileña morfológicamente está constituida a base de piedras de granito, calizas cristalinas y gneis, y con cuarcitas y pizarras en Somosierra, cuya impermeabilidad favorece el drenaje superficial rápido.

La instalación se encuentra en la zona de confluencia de dos tipos de estratos litológicos: sedimentos terciarios neógenos (sedimentos químicos y evaporíticos) y sedimentos terciarios neógenos (sedimentos detríticos), siendo los primeros los que se sitúan en superficie.

Con respecto a la fisiografía, la instalación se encuentra en la cuenca o meseta del Tajo, concretamente en la red hidrográfica del Jarama. La zona de emplazamiento de la instalación tiene unas pendientes generales entre el 0 y el 3%.

Estos datos no parecen suficientes para intentar determinar una estructura estratigráfica esperable en el emplazamiento, así que se ha recurrido a la Base de sondeos y columnas estratigráficas del Instituto Geológico y Minero de España. En emplazamientos cercanos se han detectados capas de arcillas de una potencia relevante por encima de estratos de roca granítica más o menos fragmentados. Esta hipótesis se comprobó al realizar los correspondientes sondeos.

#### **3.2 FASE I**

En primer lugar, para conocer si la zona está contaminada es necesario la toma de un blanco, es decir, una muestra en una zona donde el suelo no esté contaminado. Puesto que algunos de los contaminantes pueden encontrarse de forma natural en el suelo es necesario referenciar las muestras de la zona contaminada a unos valores de referencia.

En general, dichos valores son fijados por la legislación de la Comunidad de Madrid, sin embargo, es posible que sea necesario comparar los valores obtenidos en la zona

contaminada con las concentraciones naturales, de ahí que se tome un blanco en este punto.

El blanco se ha tomado de una zona de terreno natural contiguo a la fábrica y que en el pasado tuvo un uso agrícola similar al que tuvo el terreno de la empresa y se encuentra sin edificar y sin actividad industrial. Posteriormente esta muestra se ha analizado en laboratorio para medir metales pesados e Hidrocarburos Totales del Petróleo (TPH). Para la caracterización del suelo se ha medido el contenido en arcillas y materia orgánica del mismo.

Para confirmar o descartar la existencia de contaminación en la zona de almacenamiento se ha realizado un muestreo del suelo, mediante la toma de dos muestras, en la zona previsiblemente contaminada según el análisis visual, analizando metales pesados (cobre, níquel, zinc y cromo total), Hidrocarburos Totales del Petróleo (TPH), también se han realizado mediciones de arcillas y material orgánico para realizar una caracterización del suelo.

Con este muestreo fase I confirma la presencia de contaminación en la zona del almacén, comparando con el blanco recogido, las muestras analizadas en la zona previsiblemente contaminada.

### **3.3 FASE II**

En esta fase se ha delimitado la zona a muestrear potencialmente contaminada y se ha procedido a una caracterización detallada. Se han realizado análisis de cobre, Hidrocarburos Totales del Petróleo (TPH).

El almacén tiene unas dimensiones de 28 m x 8 m y aproximadamente la mitad de éste almacena materias primas y no residuos. Se considera que la zona a muestrear es la que albergaba los residuos, cuyas dimensiones aproximadas son de 8 x 16. Por esto, se hará una red de 4x4, quedando una malla de 16 puntos de muestreo superficial. El muestreo se hará de manera manual con la ayuda de palas de jardinería.

Con los datos obtenidos en esta fase II, se ha delimitado la superficie afectada por la contaminación.



### 3.4 FASE III

En esta última fase se ha delimitado la dimensión de la mancha en profundidad, lo que ha permitido estimar el volumen de suelo afectado. Al igual que en las fases anteriores, se han analizado las muestras para cobre, Hidrocarburos Totales del Petróleo (TPH). Además, se ha estudiado el contenido en materia orgánica y arcillas del suelo.

Para la realización de los sondeos se ha utilizado un equipo montado sobre camión y preparado para realizar perforaciones profundas.

Los sondeos, de 86 mm de diámetro, se han ejecutado mediante rotación en seco y con recuperación de testigo continuo.

Se han realizado tres sondeos uno en el interior del almacén, en el punto de más concentración de contaminantes en superficie y dos como control fuera de la red de muestreo donde ya no se había detectado contaminación en superficie.

Se han realizado los sondeos hasta los 25m donde se encontró un volumen apreciable de agua, en la interfase entre arcillas y roca granítica confirmando el nivel freático de los pozos de la zona a una profundidad de 24 m. Se han tomado muestras cada metro y siempre que haya habido un cambio de sustrato. Se han tomado muestras de agua subterránea que se han almacenado en un envase de cristal topacio.

Estas muestras de agua se han analizado para TPH, cobre, midiendo también su conductividad y su pH.

La toma de muestras se realizará de forma mecánica para los sondeos en profundidad. Las muestras no se tomarán del testigo, este se guardará para analíticas futuras, sino directamente del suelo mediante una técnica manual a la profundidad previamente definida. Así se consigue no contaminar las muestras con concentraciones de otras profundidades.

Los testigos obtenidos de los sondeos arrojan una columna estratigráfica similar con los siguientes datos:

Rellenos y suelos vegetales	0 - 0,3
Arenas y margas	0,3 - 4,8
Limos arcillosos	4,8 - 13,3
Arcillas	13,3 - 24,5
Roca granítica	24,5 - 25 y más

#### 4 RESULTADOS ANALÍTICOS

A continuación se ofrecen los datos analíticos obtenidos en las muestras mencionadas anteriormente.

##### 4.1 FASE I

Muestra de suelo

Blanco

Parámetro	Unidades	Resultado
Cobre	µg/Kg	19
Cinc	µg/Kg	98
Níquel	µg/Kg	41
Cromo total	µg/Kg	<5
Hidrocarburos Totales de Petróleo	µg/Kg	<100
Cianuros	µg/Kg	< 10
% arcillas	% en peso	10
% materia orgánica	% en peso	35

Muestra de suelo Almacén residuos 1

Parámetro	Unidades	Resultado
Cobre	µg/Kg	8.25
Cinc	µg/Kg	10
Níquel	µg/Kg	8
Cromo total	µg/Kg	5
Hidrocarburos Totales de Petróleo	µg/Kg	5.23
Cianuros	µg/Kg	<
% arcillas	% en peso	1
% materia orgánica	% en peso	3

Muestra de suelo Almacén residuos 2

Parámetro	Unidades	Resultado
Cobre	µg/Kg	10.050
Cinc	µg/Kg	205
Níquel	µg/Kg	95
Cromo total	µg/Kg	45
Hidrocarburos Totales de Petróleo	µg/Kg	8.273
Cianuros	µg/Kg	< 10
% arcillas	% en peso	11
% materia orgánica	% en peso	37

4.2 FASE II

Muestra de suelo Almacén residuos 3

Parámetro	Unidades	Resultado
Cobre	µg/Kg	400
Hidrocarburos Totales de Petróleo	µg/Kg	350

Muestra de suelo Almacén residuos 4

Parámetro	Unidades	Resultado
Cobre	µg/Kg	5.250
Hidrocarburos Totales de Petróleo	µg/Kg	3.600

Muestra de suelo Almacén residuos 5

Parámetro	Unidades	Resultado
Cobre	µg/Kg	5.900
Hidrocarburos Totales de Petróleo	µg/Kg	4.200

Muestra de suelo Almacén residuos 6

Parámetro	Unidades	Resultado
Cobre	µg/Kg	410
Hidrocarburos Totales de Petróleo	µg/Kg	380

Muestra de suelo Almacén residuos 7

Parámetro	Unidades	Resultado
Cobre	µg/Kg	420
Hidrocarburos Totales de Petróleo	µg/Kg	380

Muestra de suelo Almacén residuos 8

Parámetro	Unidades	Resultado
Cobre	µg/Kg	390
Hidrocarburos Totales de Petróleo	µg/Kg	290

Muestra de suelo Almacén residuos 9

Parámetro	Unidades	Resultado
Cobre	µg/Kg	910
Hidrocarburos Totales de Petróleo	µg/Kg	620

Muestra de suelo Almacén residuos 10

Parámetro	Unidades	Resultado
Cobre	µg/Kg	4.610
Hidrocarburos Totales de Petróleo	µg/Kg	4.930

Muestra de suelo Almacén residuos 11

Parámetro	Unidades	Resultado
Cobre	µg/Kg	5.120
Hidrocarburos Totales de Petróleo	µg/Kg	4.990

Muestra de suelo Almacén residuos 12

<b>Parámetro</b>	<b>Unidades</b>	<b>Resultado</b>
Cobre	µg/Kg	1.000
Hidrocarburos Totales de Petróleo	µg/Kg	1.200

Muestra de suelo Almacén residuos 13

<b>Parámetro</b>	<b>Unidades</b>	<b>Resultado</b>
Cobre	µg/Kg	80
Hidrocarburos Totales de Petróleo	µg/Kg	120

Muestra de suelo Almacén residuos 14

<b>Parámetro</b>	<b>Unidades</b>	<b>Resultado</b>
Cobre	µg/Kg	295
Hidrocarburos Totales de Petróleo	µg/Kg	280

Muestra de suelo Almacén residuos 15

<b>Parámetro</b>	<b>Unidades</b>	<b>Resultado</b>
Cobre	µg/Kg	310
Hidrocarburos Totales de Petróleo	µg/Kg	240

Muestra de suelo Almacén residuos 16

<b>Parámetro</b>	<b>Unidades</b>	<b>Resultado</b>
Cobre	µg/Kg	75
Hidrocarburos Totales de Petróleo	µg/Kg	<100

### 4.3 FASE III

Muestras de suelo sondeo 1 Almacén residuos (cata 2 de la fase II)

Muestra (prof. m)	Estrato	Cobre ( $\mu\text{g/Kg}$ )	TPH ( $\mu\text{g/Kg}$ )	
1	Relleno y suelo vegetal	10.050	8.273	
2	Arenas y margas	10.020	8.200	
3		9.950	8.000	
4		9.700	7.600	
5		8.200	5.050	
6	Limos arcillosos	6.250	3.950	
7		4.150	2.600	
8		2.610	1.860	
9		1.600	1.110	
10		810	780	
11		520	540	
12		160	190	
13		110	<100	
14		Arcillas	55	<100
15			25	<100
16	35		<100	
17	45		<100	
18	20		<100	
19	25		<100	
20	35		<100	
21	50		<100	
22	50		<100	
23	45		<100	
24	35		<100	
25	Roca granítica	<10	<100	

Muestra de agua sondeo 1 Almacén residuos

Parámetro	Unidades	Resultado
Cobre	$\mu\text{g/L}$	22
Hidrocarburos Totales de Petróleo	$\mu\text{g/L}$	< 100
pH	-	7,35
Conductividad	( $\mu\text{S/cm}$ )	2.510

Muestra de agua sondeo 2 fuera almacén residuos

<b>Parámetro</b>	<b>Unidades</b>	<b>Resultado</b>
Cobre	µg/L	25
Hidrocarburos Totales de Petróleo	µg/L	< 100
pH	-	7,20
Conductividad	(µS/cm)	2.010

Muestra de agua sondeo 3 fuera almacén residuos

<b>Parámetro</b>	<b>Unidades</b>	<b>Resultado</b>
Cobre	µg/L	19
Hidrocarburos Totales de Petróleo	µg/L	< 100
pH	-	7,09
Conductividad	(µS/cm)	2.120

Esquema de muestras obtenidas:

Almacenamiento de residuos

3	4	5	6
7	1	2 Cata y sondeo	8
9	10	11	12
13	14	15	16
Sondeo 2			Sondeo 3



## **ANEXO V: Etiquetas de Residuos**

**NOMBRE DEL RESIDUO:** Baños agotados de ácidos de decapado

**CODIGO DE IDENTIFICACIÓN DEL RESIDUO**

Q 7//D 15 // L27 // C23 //H8 //A 241 //B3127

**CODIGO LER:**

110105\*

**DATOS DEL TITULAR DEL RESIDUO**

**NOMBRE:** MIGMA2012 S.A.

**DIRECCIÓN:** CALLE DE LA INDUSTRIA 1

**TELÉFONO:** 910000091

**FECHA DE ENVASADO**

... / ... / 20...

**C**



**Corrosivo**

**NOMBRE DEL RESIDUO:** Baños agotados básicos de recubrimiento

**CODIGO DE IDENTIFICACIÓN DEL RESIDUO**

Q7 //D15 // L27 // C24 //H6 //A241//B3126

**CODIGO LER:**

110198\*

**DATOS DEL TITULAR DEL RESIDUO**

**NOMBRE:** MIGMA2012 S.A.

**DIRECCIÓN:** CALLE DE LA INDUSTRIA 1

**TELÉFONO:** 910009191

**FECHA DE ENVASADO**

... / ... / 20...

**T**



**Tóxico**

**NOMBRE DEL RESIDUO:** Lodos de enjuague de cubas ácidas

**CODIGO DE IDENTIFICACIÓN DEL RESIDUO**

Q7//D15 // P27 // C23//H8 //A241 //B3127

**CODIGO LER:**

110109\*

**DATOS DEL TITULAR DEL RESIDUO**

**NOMBRE:** MIGMA2012 S.A.

**DIRECCIÓN:** CALLE DE LA INDUSTRIA 1

**TELÉFONO:** 910009191

**FECHA DE ENVASADO**

... / ... / 20...

**C**



**Corrosivo**

**NOMBRE DEL RESIDUO:** Lodos de enjuague básicos

**CODIGO DE IDENTIFICACIÓN DEL RESIDUO**

Q7 //D15 // P27 // C24 //H6 //A241//B 3126

**CODIGO LER:**

110109\*

**DATOS DEL TITULAR DEL RESIDUO**

**NOMBRE:** MIGMA2012 S.A.

**DIRECCIÓN:** CALLE DE LA INDUSTRIA 1

**TELÉFONO:** 910009191

**FECHA DE ENVASADO**

... / ... / 20...

**T**



**Tóxico**

**NOMBRE DEL RESIDUO:** Kits de laboratorio

**CODIGO DE IDENTIFICACIÓN DEL RESIDUO**

Q7// R6 // L36 // C54 // H5 // A241 // B0001

**CODIGO LER:** 160506\*

**DATOS DEL TITULAR DEL RESIDUO**

**NOMBRE:** MIGMA2012 S.A.

**DIRECCIÓN:** CALLE DE LA INDUSTRIA 1

**TELÉFONO:** 910009191

**FECHA DE ENVASADO**

... / ... / 20...

**Xn**



**Nocivo**

**NOMBRE DEL RESIDUO:** Aceites de corte

**CODIGO DE IDENTIFICACIÓN DEL RESIDUO**

Q7// R9 // L8 // C53 // H // A241 // B3140

**CODIGO LER:** 120110\*

**DATOS DEL TITULAR DEL RESIDUO**

**NOMBRE:** MIGMA2012 S.A.

**DIRECCIÓN:** CALLE DE LA INDUSTRIA 1

**TELÉFONO:** 910000091

**FECHA DE ENVASADO**

... / ... / 20...

**Xn**



**Nocivo**

**NOMBRE DEL RESIDUO:** Maizor agotado

**CODIGO DE IDENTIFICACIÓN DEL RESIDUO**

Q7// R7 // S36 // C53 // H2 // A241 // B3140

**CODIGO LER:** 120110\*

**DATOS DEL TITULAR DEL RESIDUO**

**NOMBRE:** MIGMA2012 S.A.

**DIRECCIÓN:** CALLE DE LA INDUSTRIA 1

**TELÉFONO:** 910000091

**FECHA DE ENVASADO**

... /... /20...

**Xn**



**Nocivo**



**ANEXO VI: Proyecto Lamik S.A.**

## ESTUDIO PRESUPUESTO N°04-2838-11/C



## PLANTA DEPURADORA LACGAM10

**LAMIK, S.A.**  
**Industrialdea, Sarobe 6**  
**20800 ZARAUTZ**  
Tfno. 943-132988 (4 líneas)  
Fax. 943-133708  
E-mail: [lamik@lamik.com](mailto:lamik@lamik.com)  
[www.lamik.com](http://www.lamik.com)

## INDICE

1. Introducción
2. Descripción del proceso
  - 2.1 Sistema de depuración para aguas residuales industriales
  - 2.2 Acumulación de los enjuagues y concentrados
  - 2.3 Depuración y precipitación de los metales pesados
3. Descripción del equipo
  - 3.1. Bloque de acumulación de enjuagues y concentrados
  - 3.2. Bloque de los reactivos químicos
  - 3.3. Bloque de depuración
  - 3.5. Bloque de espesamiento y deshidratación de los lodos
  - 3.6. Bloque de filtración
  - 3.7. Sistema de control / armario eléctrico / autómata
  - 3.8. Control de fluidos, neumática, valvulería y tubería
4. Exclusiones, precio, condiciones de pago y garantía
5. Diagrama de flujo
6. Referencias

## 1.-INTRODUCCION

La presente oferta está realizada teniendo en cuenta los datos recogidos y aportados por los responsables técnicos que han estimado los siguientes vertidos :

### **Vertidos continuos**

Las aguas a depurar proceden de instalaciones de recubrimientos galvánicos vibración y lavado de suelos.

Aguas de lavado líneas galvánicas :	<b>96.000 litros /día .....</b>	<b>4.000 litros /hora</b>
Aguas de lavado vibros	: <b>4.000 litros /día .....</b>	<b>167 litros /hora</b>
Aguas de lavado Ref San	: <b>60.000 litros /día .....</b>	<b>2.500 litros /hora</b>

### **Vertidos discontinuos**

Semana : 136 horas de trabajo

Baños agotados alcalinos	: <b>905 litros /semana .....</b>	<b>7 litros /hora</b>
Baños agotados ácidos	: <b>4.496 litros /semana .....</b>	<b>33 litros /hora</b>
Regeneraciones desmineralizador	: <b>2.050 litros /15 días .....</b>	<b>6 litros /hora</b>
Aguas de lavado suelos	: <b>700 litros/15 días .....</b>	<b>2 litros /hora</b>

**Total :..... 6.715 litros /hora**

La oferta que a continuación se presenta incluye todos los elementos necesarios para realizar la depuración de los vertidos para **10.000 litros/hora** para futuras ampliaciones.

El modelo de planta aconsejado y presentado es una planta **depuradora por cargas** (periódica).

Una depuración por cargas es una **depuración segura** ya que hasta que el agua no esté dentro de los rangos prefijados para cumplir las **Normativas de Vertido** .



**Modelo de planta depuradora : *LA/CGAM10***

**Caudal de vertido a depurar : 10.000 l/h**

*Las dimensiones de la planta depuradora es de aproximadamente 250 m2.*

*Medidas : 18 metros x 13 metros. Perfectamente adaptables a otra distribución.*

*Altura máxima Depósito A10 : 7.5 metros (no hace falta cubrir)*

*Altura cuadro control en reactor : 6 metros (necesario cubrir)*

**LAMIK S.A.**

## 2.1. SISTEMA DE DEPURACION PARA AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES

El sistema de depuración aquí ofertado, ha sido estudiado minuciosamente con objeto de dar cumplimiento a los requerimientos de las legislaciones vigentes.

Las características especiales de la tecnología descrita permiten la precipitación de la mayoría de los metales pesados contenidos en las aguas residuales industriales ya que propicia que las curvas de precipitación de los diferentes metales se junten permitiendo que la citada precipitación se realice a un solo valor de pH comprendido entre 8,5 y 8.9.

Así mismo el sistema por su concepto y su ingeniería, asegura el estricto cumplimiento de las normativas de vertido y de los pasos previos a la depuración propiamente dicha; tales como el almacenamiento de los enjuagues y los agotados de forma lógica para garantizar aún en las condiciones mas extremas, el éxito del tratamiento.

La separación de los baños agotados ácidos y alcalinos no activos, permite un mayor control de homogeneización con el fin de cumplir las Normativas tanto en parámetros depurables como no depurables por una planta depuradora físico química.

El sistema permite unir en un solo conducto todas las aguas procedentes de enjuagues de los procesos ácidos , crómicos y alcalinos .

## 2.2 DEPOSITOS DE ACUMULACION DE LOS ENJUAGUES Y B. AGOTADOS

Todos los **enjuagues continuos** provenientes de las líneas de producción galvánicas son trasladados por gravedad a la arqueta A9 y enviadas por medio de las bombas B9 al depósito de acumulación A10.

Los **baños agotados de carácter alcalino + las regeneraciones del equipo desmineralizador**, son trasladados por gravedad a la arqueta A31 y enviadas por medio de la bomba B31 al depósito de acumulación A11, y añadidos al depósito de efluentes A10, en las adecuadas proporciones por medio de la bomba dosificadora BD11.

Los **baños agotados de carácter ácido** son trasladados por gravedad a la arqueta A32 y enviadas por medio de la bomba B32 al depósito de acumulación A12 y añadidos al depósito de efluentes A10, en las adecuadas proporciones por medio de la bomba dosificadora BD12.

Las aguas de **vibros + limpieza de suelos** son trasladadas por gravedad a la arqueta presente AV y enviadas por medio de la bomba BV al depósito de acumulación A35 y añadidos al depósito de efluentes A10, en las adecuadas proporciones por medio de la bomba dosificadora BD35.

Las **aguas de san** son trasladadas por gravedad a los reactores presentes AS y enviadas por medio de la bomba BS al depósito de acumulación de efluentes A10.

### 2.3. DEPURACION Y PRECIPITACION DE LOS METALES PESADOS

La tecnología permite la precipitación de la mayoría de los metales pesados provenientes de las aguas residuales industriales. Como principales reactivos para la reducción y precipitación se utilizarán 3 coagulantes denominados : Metalex, Uramet y Uracop .

El proceso de depuración elegido es el discontinuo (por cargas) en automático que ofrece la particularidad de poder controlar estrictamente cada paso de la depuración al tener controlado el líquido a depurar en todo momento. El mismo sistema inicia automáticamente los ciclos al detectar el volumen de agua suficiente en el circuito

El tratamiento de todos los efluentes de los enjuagues (más los concentrados y vibros añadidos por dosificación), se lleva a cabo en un reactor A1 de un cuerpo, equipado con instrumental de control y medición que regulará los reactivos necesarios para la depuración. En este reactor se producen todas las etapas necesarias para la depuración del agua residual como la neutralización mediante el ajuste del pH, la floculación y precipitación de los hidróxidos formados.

La adición de ácido o cal dependerá del rango del pH proveniente de las líneas de producción, éste se ajustará a un valor predeterminado, añadiéndose posteriormente un polielectrolito para facilitar la precipitación de los hidróxidos formados.

Esta precipitación se realiza mediante un proceso de sedimentación natural cuya duración es variable en función de las concentraciones de los contaminantes contenidos en las aguas. Como final de proceso el agua depurada será filtrada por tres equipos de filtración A17.1/A17.2/A17.3 y vertida a río y los lodos resultantes del proceso de depuración se trasladarán mediante una bomba a un depósito de acumulación de lodos, donde se llevará a cabo su espesamiento. Los lodos son deshidratados en 2 filtros prensa.



### **3.1. BLOQUE DE ACUMULACION DE ENJUAGUES Y CONCENTRADOS**

**3.1.1. Arqueta intermedia A9 de 2 m<sup>3</sup>** de capacidad. de polipropileno, a instalar por debajo de la cota 0, para recogida de las aguas de lavado **NO CIANURADAS** por gravedad al que se incorporarán tres detectores de nivel tipo boya KARY ref. M1 con señal de mínimo, trabajo y alarma y de las siguientes características técnicas:

Elemento conector :	Microswitch
Rango de voltaje :	6...250 V AC
Rango de señal :	6A AC1, 3A AC3
Rango de ajuste :	20 cm a 120 cm
Temperatura máx.:	55°C
Material Boya :	Polipropileno
Recubrimiento cable :	PVC

**3.1.2. Arqueta intermedia A33 de 2 m<sup>3</sup>** de capacidad. de polipropileno, a instalar por debajo de la cota 0, para recogida de las aguas de lavado **CIANURADAS** por gravedad al que se incorporarán tres detectores de nivel tipo boya KARY ref. M1 con señal de mínimo, trabajo y alarma.

**3.1.3. Arqueta intermedia A31 de 2 m<sup>3</sup>** de capacidad. de polipropileno, a instalar por debajo de la cota 0, para recogida de los baños agotados alcalinos y regeneraciones del desmineralizador por gravedad al que se incorporarán dos detectores de nivel tipo boya KARY ref. M1 con señal de mínimo y alarma y de las mismas características técnicas que las indicadas en el punto 3.1.1.

**3.1.4. Arqueta intermedia A32 de 2 m<sup>3</sup>** de capacidad. de polipropileno, a instalar por debajo de la cota 0, para recogida de los baños agotados ácidos por gravedad al que se incorporarán dos detectores de nivel tipo boya KARY ref. M1 con señal de mínimo y alarma .

**3.1.5. Arqueta intermedia AV de 8 m<sup>3</sup> (ya presente en la empresa)** donde se recogerán las aguas de vibros y las aguas de limpieza de suelos.

**3.1.6. Arqueta intermedia AS de 20 m<sup>3</sup> (ya presente en la empresa)** donde se recogerán las aguas de sanitarios.

**3.1.7. Dos bombas centrífugas B9P (principal) y B9R (reserva) CA50/2A** para bombeo del agua a depurar desde la arqueta A9 al depósito de enjuagues A10 de las siguientes características:

Potencia:	1.5 kw
RPM:	2.850
M3/hora:	20
Altura manométrica:	14
Rodete	Abierto bronce marino

**3.1.8. Una bomba neumática B33** para bombeo de las aguas cianuradas desde la arqueta A33 al depósito A13 con las siguientes características técnicas:

Modelo	: Blagdon Beaver 25 o similar
Caudal máx.	: 8.000 l/h
Construcción: Cuerpo	: PP
Membranas y bolas	: Wilflex

**3.1.9. Una bomba neumática BN31** para bombeo de los concentrados alcalinos-regeneraciones desmineralizador desde la arqueta A31 al depósito de acumulación A11 con las siguientes características técnicas:

Modelo	: Blagdon Beaver 25 o similar
Caudal máx.	: 8.000 l/h
Construcción: Cuerpo	: PP
Membranas y bolas	: Wilflex

**3.1.10. Una bomba neumática** BN32 para bombeo de los concentrados ácidos desde la arqueta A32 al depósito de acumulación A12 con las mismas características técnicas que la indicada en el punto 3.1.9.

**3.1.11. Una bomba BV *presente*** para bombeo de aguas vibro y limpieza de suelos desde la arqueta AV al depósito de acumulación A35.

**Nota :** se nos debe de llevar la maniobra de la bomba a nuestro cuadro eléctrico para poder activarla y desactivarla.

**3.1.12. Una bomba neumática** BS para bombeo de las aguas sanitarios desde la arqueta AS al depósito de acumulación de efluentes A10 con las mismas características técnicas que la indicada en el punto 3.1.9.

**3.1.13. Depósito acumulador de efluentes A10 de 50 m<sup>3</sup>** de PRFV de 3.000 mm  $\phi$  y 7.441 mm H al que se incorporarán tres detectores de nivel exteriores IER con señal de mínimo, trabajo y alarma .

**3.1.14. Depósito acumulador de efluentes cianurados A13 de 5 m<sup>3</sup>** de PE de 2.000 mm  $\phi$  y 2.000 mm H al que se incorporarán tres detectores de nivel exteriores IER con señal de mínimo, trabajo y alarma .

**3.1.15 Depósito acumulador de concentrados alcalinos A11 de 10 m<sup>3</sup>** de polietileno , cerrado, blanco, de 2.000 mm  $\phi$  y 3.500 mm H al que se le incorporarán dos detectores de nivel exteriores IER con señales de mínimo y alarma .

**3.1.16. Depósito acumulador de concentrados ácidos A12 de 10 m<sup>3</sup>** de polietileno, cerrado, blanco, de 2.000 mm  $\phi$  y 3.500 mm H al que se incorporarán dos detectores de nivel exteriores IER con señales de mínimo y alarma.

**3.1.17. Depósito acumulador de aguas vibros - limpieza de suelos A35 de 10 m<sup>3</sup>** de polipropileno, abierto, de 2.000 mm  $\phi$  y 3.500 mm H al que se incorporarán tres detectores de nivel exteriores IER con señales de mínimo , trabajo y alarma y un agitador de homogeneización AG35 3 x 400 0.75 kw eje inox .

**3.1.18. Dos bombas centrífuga B1.1/B1.2 CA80/7A** para bombeo del agua a depurar desde el depósito de enjuagues A10 al reactor A1 de las siguientes características:

Potencia:	5.5 kw
RPM:	2.850
M3/hora:	60
Altura manométrica:	20
Rodete	Abierto de bronce marino

**3.1.19. Una bomba centrífuga B6** para bombeo del agua cianurada a depurar desde el depósito de enjuagues cianurados A13 al módulo de oxidación A8 de las siguientes características:

Potencia:	0.75 kw
RPM:	2.850
M3/hora:	12
Altura manométrica:	10

**3.1.20. Una bomba dosificadora neumática BD11** para bombeo de los concentrados alcalinos desde el depósito A11 al depósito de efluentes A10 con las siguientes características técnicas:

Modelo	: Blagdon Beaver 15
Caudal máx.	: 1.700 l/h
Construcción: Cuerpo	: PP
Membranas y bolas	: Wilflex

**3.1.21. Una bomba dosificadora** BD12 para bombeo de los concentrados ácidos desde el depósito A12 al depósito general de efluentes A10 con las mismas características técnicas descritas en el apartado anterior.

**3.1.22. Una bomba dosificadora** BD35 para bombeo de las aguas vibros desde el depósito A35 al depósito general de efluentes A10 con las mismas características técnicas descritas en el apartado 3.1.14.

### 3.2. BLOQUE DE REACTIVOS

**3.2.1 Un depósito A0 de acumulación** y dosificación de Coagulante Uramet de 1 m<sup>3</sup> de capacidad IBC comercial, equipado con un detector de nivel de boya, tipo Kary ya descrita, con señal de mínimo y cubeto de retención.

**3.2.2 Un depósito A5 de acumulación** y dosificación de Coagulante Uracop de 1 m<sup>3</sup> de capacidad IBC comercial, equipado con un detector de nivel de boya, tipo Kary ya descrita, con señal de mínimo y cubeto de retención.

**3.2.3. Depósito de dosificación de hidróxido cálcico A6**, de 2 m<sup>3</sup> de capacidad, fabricado en polipropileno, equipado con caja antipolvo y con un detector de nivel de mínimo tipo boya KARY M1.

**3.2.4. Depósito de dosificación de ácido clorhídrico A3**, de 1 m<sup>3</sup> de capacidad, PE con entrada de agua de red y equipado con nivel tipo boya KARY M1 .

**3.2.5. Depósito de dosificación de polielectrolito (floculante) A4**, de 2 m<sup>3</sup> de capacidad, PE, entrada de agua de red y con detector de nivel tipo neumático FILSA con señal de mínimo .

**3.2.6. Tres bombas BD0/BD3/BD5** de doble membrana para dosificar Uramet, ácido y Uracop fabricada en polipropileno.

Modelo	: Wilden PO25
Caudal máx.	: 700 l/h

**3.2.7. Dos bombas BD4/BD6** de doble membrana para dosificar floculante y cal fabricadas en polipropileno.

Modelo	: Blagdon Beaver 15
Caudal máx.	: 1.700 l/h

**3.2.8. Depósito de dosificación de sosa cáustica A2**, de 1 m<sup>3</sup> de capacidad, PE con entrada de agua de red y equipado con nivel tipo boya KARY M1 .

**3.2.9. Un depósito A7 de acumulación y dosificación de Hipoclorito sódico** de 1 m<sup>3</sup> de capacidad IBC comercial, equipado con un detector de nivel de boya, tipo Kary ya descrita, con señal de mínimo y cubeto de retención.

**3.2.10. Dos bombas BD2/BD7** dosificadoras eléctricas de membrana para dosificar Sosa y hipoclorito en polipropileno.

Modelo : Prominent Sigma

Caudal máx. : 100 l/h

### **3.3. BLOQUE METALEX**

#### **SISTEMA DE DEPURACION PATENTADO METALEX PARA AGUAS**

##### **RESIDUALES INDUSTRIALES**

El sistema de depuración patentado por **LAMIK, S.A.**, y denominado METALEX aquí ofertado, ha sido estudiado minuciosamente con objeto de dar cumplimiento a los requerimientos de las legislaciones vigentes. Una de las ventajas que ofrece este sistema es la de producir in situ un coagulante reductor personalizado, denominado METALEX, que se obtiene a un bajo costo, lo que permite realizar la depuración de sus efluentes evitando la utilización de reactivos comerciales. Este coagulante reductor METALEX, no tiene ninguna similitud con los productos comerciales.

Las características especiales de la tecnología descrita permiten la precipitación de la mayoría de los metales pesados contenidos en las aguas residuales industriales ya que propicia que las curvas de precipitación de los diferentes metales se junten permitiendo que la citada precipitación se realice a un solo valor de pH comprendido entre 8,5 y 8.9.

Así mismo el sistema METALEX, por su concepto y su ingeniería, asegura el estricto cumplimiento de las normativas de vertido y de los pasos previos a la depuración propiamente dicha; tales como el almacenamiento de los enjuagues y los agotados de forma lógica para garantizar aún en las condiciones mas extremas, el éxito del tratamiento.

El principal reactivo METALEX, utilizado para la reducción y precipitación de los metales pesados es producido en un generador especial y personalizado para las distintas aplicaciones.

A continuación se indican los elementos que componen el Sistema Metalex.



**3.3.1. Un generador A21** para la producción de METALEX construido en polipropileno. Equipado con ánodos y cátodos necesarios para la fabricación del METALEX. El serpentín de refrigeración está construido en titanio, llevando incorporado así mismo un sistema de aireación (VE21) y entrada de agua de red.

**3.3.2. Un rectificador de corriente** de 6V y 2000 amperios, refrigerado por aire. También incorpora un inversor automático de polaridad.

**3.3.3 Un depósito de acumulación y dosificación** de coagulante (METALEX) , A27 de 0,7 m<sup>3</sup> de capacidad, PE troncocónico, equipado con dos detectores de nivel neumáticos tipo L-27, con señal de mínimo y de máximo con las siguientes características técnicas:

Cuerpo y tapa:	: Aluminio
Cámara de presión :	: Poliester reforzado con fibra de vidrio.
Presión admisible :	: 4 bar.
Membrana	: Vitón
Interruptores	: Inversión unipolar 10 Amp. 250V
Presión de actuación	: 10 cm. columna de agua

**3.3.4. Una bomba centrífuga B3** para bombeo del coagulante producido (Metalex) desde el generador al depósito A27, de las siguientes características:

Potencia	: 1 HP
RPM	: 1.450
M3/hora	: 3
Altura manométrica	: 16
Rodete	: Abierto
Cierre	: Widia
Modelo	: MN 32-160

**3.3.5.** Una bomba neumática BD27 para el bombeo del coagulante (METALEX) desde al depósito A7 al reactor A1, de las siguientes características:

Modelo	: Blagdon Beaver 15.
Caudal máx.	: 2.900 l/h
Presión máx.	: 6 b
Conexiones de aspiración e impul.	: 1/2" BSP. H.
Impulsión	: ½ " BSP H.
Construcción	: polipropileno
Membranas	: EPDM
Bolas	: PTFE

**3.3.6.** Una **bomba centrífuga B7** para la refrigeración del generador de coagulante y envío de aguas a recirculación de las siguientes características:

Potencia	: 1 HP
RPM	: 2.900
M3/hora	: 5
Altura manométrica	: 10
Rodete	: Abierto
Modelo	: CA32/0.5

**3.3.7 Depósito acumulador de agua depurada filtrada A14.2 de 20 m<sup>3</sup> de PRFV** , cerrado, blanco, de 2.500 mm  $\phi$  y 4.400 mm H se utilizará para la refrigeración del generador Metalex y de acumulación de agua de aprovechamiento.  
Consta de rebosadero de agua depurada a río.

### 3.4. BLOQUE DE DEPURACION DE LAS AGUAS RESIDUALES

**3.4.1 Un reactor de construcción especial** de un cuerpo de 30 m<sup>3</sup> de capacidad de 2.900 mm  $\phi$  y 4.750 mm H y configuración cilíndrica, A1 fabricado en polipropileno, abierto y equipado con un sistema de homogeneización por aire (VE 1.8), actuadores neumáticos de limpieza y evacuación de agua depurada, fotocélula detectora de lodos, cuatro sensores de nivel tipo boya KARY mod. M1 de mínimo2, mínimo1, trabajo y alarma. También está equipado con soporte de electrodo de pH y redox doble: Jumo o similar.

**3.4.2 Una bomba centrífuga B2** para el envío del agua depurada con partículas del reactor A1 al depósito de agua depurada A14.1 de las siguientes características:

Potencia:	5.5 kw
RPM:	2.850
M3/hora:	60
Altura manométrica:	20

**3.4.3. Depósito acumulador de agua depurada a filtrar A14.1 de 20 m<sup>3</sup>** de PRFV , cerrado, blanco, de 2.500 mm  $\phi$  y 4.400 mm H anterior a los equipos de filtración con 3 niveles de min/trab/max.

**3.4.4. Una bomba centrífuga B4 MN50-160** para el bombeo de los lodos desde el reactor A1 al decantador, de las siguientes características técnicas:

Potencia	: 0,7
RPM	: 1.450
M3/hora	: 8
Altura manométrica	: 16
Rodete	: Abierto

**3.4.5. Un depósito de decantación de lodos A15**, de 15 m<sup>3</sup>, de 2.000 mm  $\phi$  y 5.000 mm H de polipropileno, abierto, provisto de detectores de nivel neumáticos tipo FILSA mod. L-27 con señal de mínimo y máximo.

**3.4.6. Estructura metálica** de acceso al reactor para el control de las fases de depuración.

**3.4.7. Un módulo de oxidación de cianuros A8** de tres cuerpos de 3 m<sup>3</sup> de capacidad rectangular , PP, abierto y equipado con un sistema de homogeneización por agitador (AG8), caudalímetro. También está equipado con soporte de electrodo de pH y redox doble: Jumo o similar.

**3.4.8. Una bomba centrífuga B10** para el envío del agua cianurada oxidada desde el módulo A8 al depósito de efluentes A10 de las siguientes características:

Potencia	: 1 HP
RPM	: 2.900
M3/hora	: 5
Altura manométrica	: 10
Rodete	: Abierto
Modelo	: CA32/0.5

### **3.5. BLOQUE DE ESPESAMIENTO Y DESHIDRATACION DE LOS LODOS**

**3.5.1. Un filtro prensa (A16.1)** para la deshidratación de los lodos mod. MSH 800 semiautomático con las siguientes características técnicas:

Modelo	: MSH 800
Presión de trabajo	: 0-10 bar
Dimensiones placas	: 800 x 800 mm.
Nº placas de cámara	: 25
Nº de cámaras	: 24
Espesor de la torta	: 30 mm.
Material placas	: Polipropileno
Ampliación	: 30

**3.5.2. Una bomba autoaspirante de doble membrana B15.1**, marca Wilden relación 1:2 para el bombeo de lodos desde el acumulador A15 al filtro prensa, de las siguientes características técnicas:

Caudal máximo	.:8.000 litros/hora
Presión máxima:	: 6 Bars
Conexión asp. e impulsión	: 11/2" BSP H
Conexión alimentación aire	: 1/4" BSP H
Construcción cuerpo:	: Aluminio
Membranas	: Neopreno
Bolas	: Neopreno
Asiento	: Cuerpo acero inox.

**3.5.3. Estructura metálica** para situar los 2 filtros prensa (el nuevo y el actual) y ubicar un contenedor de lodos.

**Nota :** Se aprovecha el filtro prensa actual presente con su bomba.

### 3.6. BLOQUE DE FILTRACION DEL AGUA DEPURADA

**3.6.1. Tres filtros de arena fabricados en fibra de vidrio** con boca de carga lateral con conexiones roscadas y bridas de acoplamiento totalmente de poliéster (A17/A17\*), equipados con sistema de limpieza automática a través de presostatos y actuadores neumáticos para las diferentes funciones del filtro (Filtración, Lavado, etc,...), de las siguientes características técnicas:

N° 1 Estructura para la ubicación de los filtros.

N° 3 Bombas centrifugas B2.1/B2.2/B2.3  
Mod. LW SHE                      N = 2,2 Kw                      Q = 10 m<sup>3</sup>/h

N° 3 caudalímetro en PVC, escala 1-10 m<sup>3</sup>/h

N° 3 columnas realizada en vetroresina o acero inox, completa con difusores internos, manómetro y válvula en PVC para realizar la limpieza del filtro.

Dimensiones                      Ø 1200 mm                      h 1800 mm  
Material : Quarzo granular de diferentes granulometrías.

### 3.7. SISTEMA DE CONTROL/ ARMARIO ELECTRICO/ AUTOMATA

#### SISTEMA DE CONTROL

La planta depuradora dispone de un sistema de control permanente compuesto de un armario eléctrico con su autómata programable, que ejecuta y controla todas las maniobras necesarias para llevar a cabo un correcto proceso de depuración. Su misión principal es el control de la depuración de las aguas de una forma automática, ofreciendo en todo momento una completa información del proceso que se está realizando y del estado activado/desactivado de cada uno de los componentes de la planta.

El armario eléctrico dispone de los siguientes elementos para la información del estado de la planta:

#### SINÓPTICO DE VISUALIZACIÓN.

En el sinóptico de visualización se representan de forma gráfica todos los componentes de la planta, incluyendo los depósitos, tuberías, etc... También existe una señalización luminosa que indica el estado de los elementos eléctricos activado/desactivado, (bombas, electroválvulas, etc.) y neumáticos (válvulas, niveles, etc.). Esta visualización luminosa se realiza por medio e lámparas Led de larga vida con distintos colores para cada tipo de señalización.

### CONTROLADOR DE Ph/REDOX

Indican digitalmente el pH y redox en que se encuentran los influentes, antes y durante el proceso de tratamiento, comunicando al autómatas el estado de estos y enviando automáticamente las señales necesarias para la realización de las operaciones de dosificación de los diferentes reactivos al reactor.

### AUTOMATA PROGRAMABLE PLC : Siemens

El armario de automatización además de la pantalla de visualización y el pHmetro lleva incorporado un autómatas programable que interconecta todas las funciones de control de la planta depuradora.

El autómatas tiene 64 entradas/salidas y posibilidad para 128, con unas capacidades de 3K2 para palabras y de 1 K para datos, alta velocidad de procesamiento e instrucciones básicas 0,5 . Incorpora así mismo una puerta serie. El autómatas, como se indica anteriormente controla y realiza todas las operaciones de la planta depuradora y está en comunicación directa con la pantalla de visualización .

El autómatas y la pantalla de visualización utilizan 3 fuentes de alimentación de 24 Vcc, una del propio autómatas para alimentar su CPU, otra estabilizadora de 5A para alimentar las entradas y la pantalla y una tercera de 6A para alimentar las salidas.

Los módulos de entradas tienen aisladas todas y cada una de las entradas/salidas entre sí, así como entre módulos y con la CPU del autómatas. Esto junto con las alimentaciones independientes, elimina la mayor parte de las perturbaciones exteriores sobre el autómatas.

Cada circuito de potencia de las bombas eléctricas , utilizan contactores Telemecanique con Magnetotérmicos Siemens, adecuados para cada motor, protegiendo de esta manera cada uno de los motores de forma independiente contra cortocircuitos y sobrecargas.





Las electroválvulas están protegidas por fusibles y portafusibles independientes, asegurando las mismas, así como los elementos del armario de posibles fallos exteriores.

Las bombas dosificadoras se protegen de idéntica manera.

El equipo eléctrico y de maniobra siempre se realiza para ser conectado a 3 x 380 V.- 50 Hz. y está equipado con elementos de fuerza y mando.

La tensión de mandos exteriores (niveles, electroválvulas, etc.), así como la de todos los elementos del aparellaje eléctrico es de 24 Vcc. Los motores tienen una alimentación a 380 Vac y las bombas dosificadoras a 220 Vac y están aisladas de la red general mediante un transformador.

Todo esto hace a la planta segura y fiable al tener las tensiones aisladas de la red general.

El armario de control permite el funcionamiento de la planta depuradora en forma automática, semiautomática o manual, mediante la selección los diferentes mandos que la componen.

Lleva incorporado salida ethernet para poder verificar el funcionamiento de la planta depuradora desde cualquier lugar.

### 3.8. CONTROL DE FLUIDOS, NEUMÁTICA, VALVULERÍA Y TUBERÍA

#### **Grupo de Electroválvulas con montaje sobre placa base SMC SY5140**

Nº Electroválvulas	12
Voltaje	:24 Vcc
Iluminación	:Led
Tipo de válvulas	:5/2 monoestable
Pilotaje	:Interno
Conector	.DIN

La instalación incorpora asimismo válvulas eléctricas, neumáticas y manuales, tuberías de conexión, mangueras de plástico, y otros elementos necesarios para el funcionamiento de la planta.

#### **4.- EXCLUSIONES / PRECIO / CONDICIONES DE PAGO /GARANTIA**

- Redes generales de transporte de fluidos necesarios agua de red, aire comprimido 6 bar, conexión telefónica y electricidad a la planta depuradora.
- Conexiones de agua a depurar y concentrados hasta arquetas intermedias de la planta depuradora y de arquetas (tuberías y cables) a los depósitos de acumulación.
- Todos los trabajos de obra civil : Tejado o cubierta, canal para tuberías de conexión, alinear suelo zona depuradora, etc.
- Contenedor de lodos de los filtros prensa.
- Traer aguas y contactos sanitarias y vibros hasta depósito A10 y A35 respectivamente.
- Todo lo no especificado en la presente oferta.

#### **NOTA:**

Las medidas y características de los distintos elementos, conjuntos, etc., que componen la planta, pueden variar debido a los materiales en los que están construidos, a modificaciones del constructor, o a imperativos del proyecto.

El cliente proporcionará a LAMIK, S.A. unos análisis de partida, y en base a éstos LAMIK, S.A. diseñará la planta depuradora. Cualquier variación tanto del emplazamiento inicial de la planta, como modificaciones de los vertidos del proceso productivo, cargas contaminantes, caudales, etc, así como trabajos adicionales no incluidos en la oferta se les aplicará el cargo extra correspondiente, tanto en materiales como en mano de obra que se registrará según la tarifa de AFM (Asociación de fabricantes de máquina-herramienta).



**PRECIO DEL EQUIPO DESCRITO EN EL PRESENTE ESTUDIO-  
PRESUPUESTO:**

**EL PRECIO DE LA INSTALACION DE LA  
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS  
RESIDUALES Y CONCENTRADOS**

**LACGAM10 ES DE ..... 320.000 €-**

**FORMA DE PAGO : CREDITO DOCUMENTARIO IRREVOCABLE**

**PAGOS PARCIALES:**

**30%** a la formalización del pedido.

**50%** previo embarque.

**20%** a la finalización del montaje, y puesta en marcha o  
máximo a los 45 días de la finalización del montaje.

**PLAZO DE ENTREGA :** Embarque a los 120 días de la formalización del pedido.

**PORTES Y EMBALAJES EX WORK**

**MONTAJE INCLUIDO**, excepto las exclusiones enunciadas y lo no incluido en esta oferta.

**MONTAJE EN DESTINO Y PUESTA EN MARCHA** , estimada en 30 días desde la  
llegada de materiales y disponibilidad de las instalaciones  
por parte del cliente.

**DOCUMENTACION Y FORMACION TECNICA INCLUIDA**

**GARANTIA:** Un año a partir de la puesta en marcha, para la parte mecánica en condiciones de buen uso y utilización correspondiente. Los elementos comerciales incorporados a la planta incluido armario eléctrico, bombas, válvulas, elementos de medición y control, etc. tendrán el período de garantía aplicado por el fabricante o comercializador de los mismos, en cualquier caso las reparaciones se realizarán en las instalaciones de Lamik S.A, siempre que esto sea posible, no estando incluidos los portes ni la mano de obra.

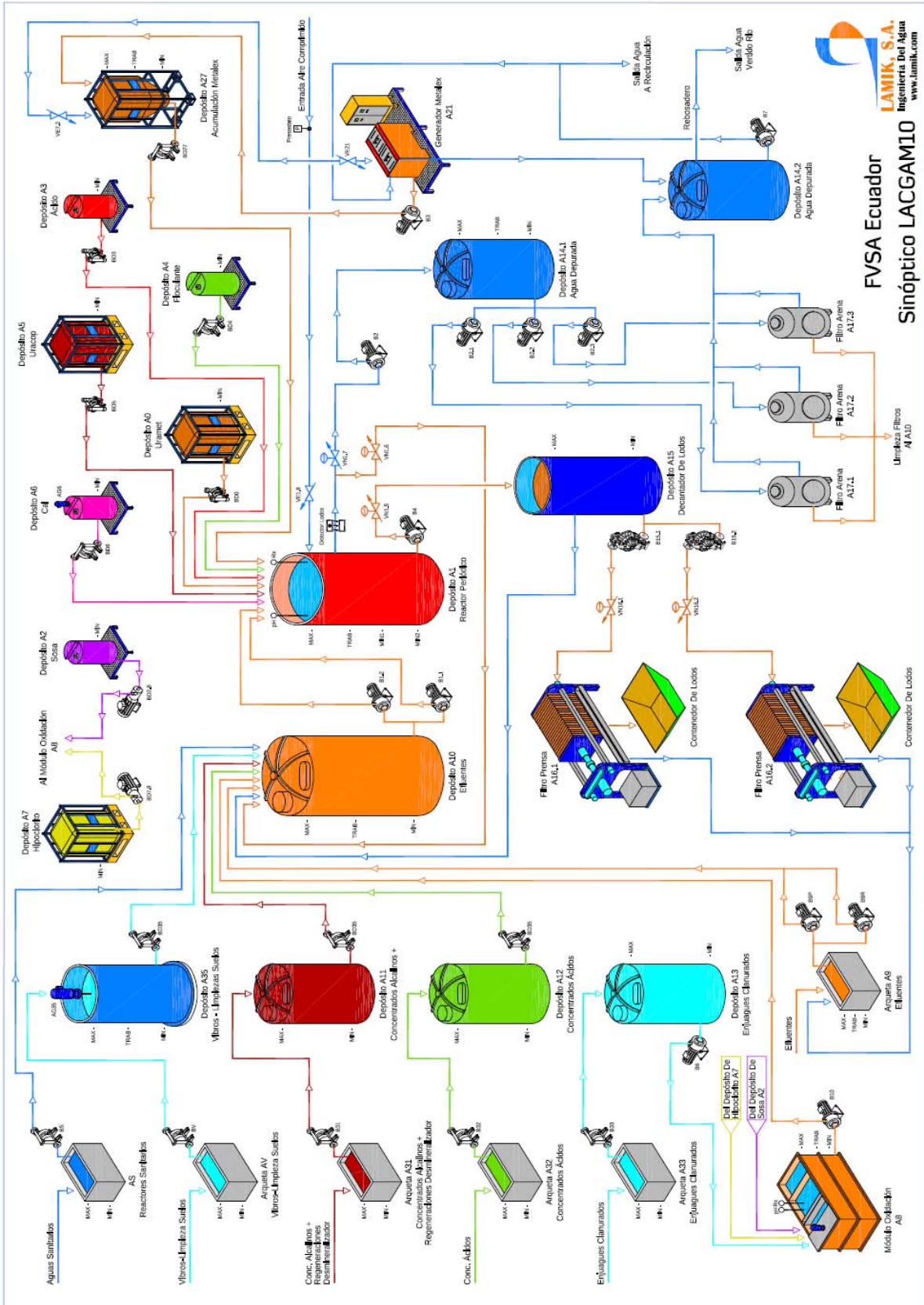
No se indemnizará al Comprador por el tiempo en el que la instalación deba ser parada para proceder a reparaciones o sustituciones.

Esta garantía no comprende los casos debidos al natural deterioro, a los daños causados por la mala utilización o por la negligencia en la manipulación de la planta. La aplicación de la garantía implica el estricto cumplimiento del manual de uso y mantenimiento suministrado con la planta.

**NOTA :** El presente estudio-presupuesto ha sido elaborado en base a los datos aportados.

Con objeto de obtener los resultados garantizados, **LAMIK, S.A.**, se reserva el derecho a introducir modificaciones al presente estudio-presupuesto.

**ZARAUTZ A 9 DE ENERO DE 2012**



## REFERENCIAS



**ANEXO VII: Cuentas de explotación MIGMA2012 S.A.**



## MIGMA2012

## Desglose meses año 2011

Año 2011

Prev 2012

Concepto	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Acumulado
Producción	351.809,84	351.809,84	389.035,75	373.010,33	386.313,14	347.407,46	350.072,58	393.165,04	363.992,52	328.791,23	368.673,52	359.479,29	4.363.560,54
Otros ingresos extraordinarios	233,61	3.233,61	335,98	1.043,80	4.255,62	9.617,42	7.771,69	926,83	107,40	4.947,85	6.832,80	2.166,00	34.478,61
<b>Ingresos</b>	<b>352.043,45</b>	<b>355.043,45</b>	<b>389.371,73</b>	<b>374.054,13</b>	<b>390.568,76</b>	<b>357.024,88</b>	<b>350.850,27</b>	<b>394.091,87</b>	<b>364.099,92</b>	<b>333.739,08</b>	<b>375.506,32</b>	<b>361.645,29</b>	<b>4.398.039,15</b>
Mano de obra directa	58.343,56	58.343,56	55.013,16	55.002,24	55.404,78	55.473,29	56.872,17	57.474,41	57.103,81	55.264,69	54.625,06	55.755,94	674.676,67
Compra de mercaderías	954,41	654,30	906,25	466,00	247,21	954,07	984,58	1.408,81	4.193,28	1.894,36	212,41	4.103,18	16.978,86
Reactivos y fungibles	18.051,70	17.059,74	22.748,04	17.288,81	18.350,58	15.479,85	18.078,18	24.270,21	25.513,22	20.354,86	14.819,44	14.928,56	228.943,19
Subcontratación galvanotecnia	22.610,00	24.613,43	34.704,61	23.063,99	31.441,22	27.584,62	28.444,28	28.936,00	31.363,95	32.859,12	26.186,19	27.308,06	339.115,47
Subcontratación mecanizado	6.223,03	6.333,03	4.488,72	4.874,87	3.636,00	4.526,19	4.944,66	9.821,29	12.379,33	12.107,67	8.001,80	9.181,75	86.518,34
Transportes	4.984,00	4.984,26	3.526,14	3.668,83	3.905,43	2.719,94	4.037,51	5.146,69	1.196,65	3.881,29	3.469,32	3.369,70	44.889,77
Amortizaciones industriales	20.818,92	20.818,92	20.818,92	20.818,92	20.818,92	20.818,92	20.818,92	20.818,92	20.818,92	20.818,92	20.818,92	20.818,92	249.827,04
Mantenimiento directo	7.094,80	7.394,08	8.414,71	6.984,01	8.748,86	8.172,20	8.015,82	8.006,30	6.310,48	7.470,50	4.625,59	6.075,47	87.312,82
Alquiler de equipos	2.860,00	2.960,10	2.672,56	2.972,99	3.247,27	3.110,36	3.027,46	3.131,85	3.092,31	3.111,36	3.140,14	3.072,73	36.399,13
Consumos energéticos	7.210,10	7.255,12	7.155,42	7.377,73	7.377,73	6.714,88	6.775,70	7.495,95	7.706,51	7.851,26	5.864,59	7.789,11	87.154,35
Otros costos directos	26.810,20	27.942,32	26.617,23	25.149,30	31.888,86	30.754,72	29.035,48	32.437,70	28.779,78	25.663,47	26.973,51	20.154,41	332.206,96
<b>Coste directo</b>	<b>175.960,72</b>	<b>178.356,85</b>	<b>187.868,31</b>	<b>167.445,38</b>	<b>185.066,86</b>	<b>176.309,05</b>	<b>181.034,76</b>	<b>196.948,13</b>	<b>198.459,24</b>	<b>191.271,50</b>	<b>168.736,97</b>	<b>172.557,83</b>	<b>2.182.022,59</b>
Mano de obra indirecta	49.871,67	50.871,67	50.326,97	49.812,06	49.366,64	50.092,25	50.731,59	51.052,92	49.295,54	49.176,40	48.275,17	49.170,49	598.043,35
Publicidad y propaganda	250,00	250,00	250,00	250,00	250,00	250,00	250,00	250,00	250,00	250,00	250,00	250,00	3.000,00
Servicios profesionales	2.874,57	2.864,57	3.242,00	3.315,84	4.058,65	2.600,00	2.600,00	3.913,97	2.870,00	6.943,00	8.144,96	7.500,00	50.927,56
Impuestos, seguros y tasas	455,70	455,70	791,05	732,51	383,16	368,07	828,55	379,61	921,36	867,55	986,96	925,44	8.097,65
Amortizaciones no industriales	3.723,29	3.723,29	3.723,29	3.723,29	3.723,29	3.723,29	3.723,30	3.723,29	3.723,29	3.723,29	3.723,29	3.723,30	44.679,50
Mantenimiento indirecto	3.755,57	3.855,57	3.716,52	3.496,32	3.868,53	3.584,91	3.460,07	3.460,07	4.767,31	4.095,48	2.526,28	3.525,43	44.367,33
Financiación	3.790,79	3.788,79	3.329,61	3.256,55	3.639,77	3.607,12	3.782,36	3.077,72	3.974,18	3.912,48	3.884,27	3.470,15	43.513,79
Otros costos indirectos	33.083,83	33.083,83	24.580,90	27.719,02	26.005,39	25.522,22	26.564,99	25.847,67	31.102,82	26.506,28	26.236,22	25.293,91	331.567,08
<b>Total coste indirecto</b>	<b>97.875,42</b>	<b>98.903,42</b>	<b>89.960,34</b>	<b>92.305,59</b>	<b>91.295,43</b>	<b>89.747,86</b>	<b>92.196,14</b>	<b>91.705,25</b>	<b>96.904,50</b>	<b>95.474,48</b>	<b>94.029,15</b>	<b>93.859,72</b>	<b>1.124.196,26</b>
<b>Total costes</b>	<b>273.776,14</b>	<b>277.262,27</b>	<b>277.828,65</b>	<b>259.750,96</b>	<b>276.362,28</b>	<b>266.056,91</b>	<b>273.230,90</b>	<b>290.653,38</b>	<b>295.362,73</b>	<b>286.751,97</b>	<b>262.766,11</b>	<b>266.416,54</b>	<b>3.306.218,85</b>
<b>Resultado</b>	<b>78.267,32</b>	<b>77.781,18</b>	<b>111.543,08</b>	<b>114.303,17</b>	<b>114.206,48</b>	<b>90.967,97</b>	<b>77.619,37</b>	<b>103.438,49</b>	<b>68.737,19</b>	<b>46.987,11</b>	<b>112.740,21</b>	<b>95.228,75</b>	<b>1.091.820,30</b>
													<b>1.191.620,16</b>

