



# CAPROJAMS S.L.

## PRODUCCIÓN DE CAPROLACTAMA

JESÚS JUAN CALZADO  
ALBA GARCÍA CERDEÑO  
MANUEL PORTERO LEIVA  
SANDRA CRUZ NÚÑEZ

GRUPO 8

TUTOR: CARLES SOLÀ

# 6.- MEDIO AMBIENTE

## ÍNDICE

<b>6.- MEDIO AMBIENTE.....</b>	<b>5</b>
6.1.- LEGISLACIÓN .....	5
6.1.1.- <i>Introducción</i> .....	5
6.1.2.- <i>Legislación</i> .....	6
6.1.3.- <i>Límites de vertido, emisiones y acústica</i> .....	10
6.1.4.- <i>Sistemas de gestión</i> .....	13
6.2.- GESTIÓN DE RESIDUOS .....	16
6.3 RESIDUOS DE PLANTA .....	18
6.3.1 <i>Aguas residuales</i> .....	18
6.3.2.- <i>Tratamiento de las aguas</i> .....	19
6.3.3.- <i>Gases</i> .....	22
6.3.4.- <i>Tratamiento de los gases</i> .....	23
6.4.- CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS DE PLANTA NO TRATADOS IN SITU.....	24
6.4.1.- <i>Tratamiento y gestión</i> .....	24
6.5.- EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.....	27
6.5.1.- <i>Introducción</i> .....	27
6.5.2.- <i>Normativa y criterios de aplicación</i> .....	27
6.5.3.- <i>Identificación y minimización de impactos</i> .....	29
6.6.- MEDIDAS CORRECTORAS .....	36
6.6.1.- <i>Medio atmosférico</i> .....	36
6.6.2.- <i>Medio terrestre</i> .....	36
6.6.3.- <i>Consumo de recursos</i> .....	36
6.6.4.- <i>Paisaje</i> .....	37
6.6.5.- <i>Medio socioeconómico</i> .....	37

6.- Medio Ambiente

## **6.- Medio Ambiente**

### **6.1.- Legislación**

#### **6.1.1 .-Introducción**

El desarrollo de la industria química ha traído muchos beneficios que sustentan los avances en la agricultura y la producción de alimentos, el control de las plagas de los cultivos, la industria manufacturera, una tecnología sofisticada, la medicina y la electrónica. Hoy en día se comercializan más de 248.000 productos químicos y su producción y utilización sigue aumentando a un ritmo rápido.

Sin embargo, los productos químicos representan riesgos para el medio ambiente y la salud humana debido a sus propiedades peligrosas intrínsecas. La gestión de los productos químicos y los desechos se está abordando actualmente mediante una serie de acuerdos ambientales a escala regional y mundial, entre otros los convenios de Basilea, Estocolmo, Kioto y Rotterdam, y desde 2006, el Enfoque Estratégico para la Gestión de los Productos Químicos a Nivel Internacional (SAICM).

El enfoque ambiental del medio ambiente industrial se realiza a través de las políticas de prevención de la contaminación, a través de acuerdos voluntarios y de aplicación normativa, y del acuerdo control e inspección de las instalaciones industriales.

El propósito de estos controles es evitar el perjuicio que provoca los pasos de la cadena de producción, no sólo durante la fabricación sino también durante el uso de ellos. A más, cada industria deberá respetar la emisión máxima autorizada de elementos contaminantes (DDT, cloro, flúor, plomo, mercurio...etc), pagando impuestos de limpieza y además invertir en investigación ambiental (producción más limpia).

La producción más limpia (PML) es la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada a los procesos, productos y a los servicios para aumentar la eficiencia total y reducir los riesgos. A parte, también se producen ahorros económicos importantes en la empresa.

### 6.1.2.- Legislación

- Legislación de contaminación atmosférica

La normativa para la gestión ambiental de la contaminación atmosférica es la siguiente:

- Orden de 20 de Junio de 1986, por la cual se establece la estructura y funcionamiento de la Red de Vigilancia y Previsión de la Contaminación Atmosférica.
- Decreto 322/1987, de 23 de septiembre, de desarrollo de la Ley, 21 de noviembre, de protección del ambiente atmosférico.
- Decreto 323/1994, de 4 de noviembre, por el cual se regulan las instalaciones de incineración de residuos y los límites de sus emisiones a la atmósfera.
- Decreto 199/1995, de 16 de mayo de aprobación de los mapas de vulnerabilidad y capacidad del territorio referente a la contaminación atmosférica.
- Resolución de 30 de octubre de 1995, por la cual se aprueba una ordenanza municipal tipo, reguladora del ruido y las vibraciones.
- Decreto 398/1996, de 12 de diciembre, regulador del sistema de planes graduales de reducción de emisiones a la atmósfera.

- Legislación de vertidos y residuos

La legislación vigente en este ámbito es la siguiente:

- Decreto 64/1982, de 9 de marzo, por el cual se aprueba la reglamentación parcial del tratamiento de los desechos y residuos.
- Decreto 328/1988, de 11 de octubre, por el cual se establecen normas de protección y adicionales en materia de procedimiento en relación con diversos acuíferos de Cataluña.
- Decreto 34/1996, de 9 de enero, por el cual se aprueba el Catálogo de residuos de Cataluña.

6.- Medio Ambiente

- Decreto 103/2000, de 6 de marzo, por el cual se aprueba el reglamento de los tributos gestionados por la Agencia Catalana del Agua.
- Orden de 27 de mayo de 1967, por la que dictan normas sobre prohibición de vertidos al mar de productos petrolíferos o residuos contaminados procedentes de fábricas o industrias de todas clases.
- Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, de aprobación del Reglamento de Dominio Público Hidráulico que desarrolla los títulos preliminar I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/85, de 2 de agosto, de Aguas.
- Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, básica de residuos tóxicos y peligrosos, aprobado mediante el Real Decreto 833/1988, de 20 de junio.
- Real Decreto Legislativo, 1/2001, de 20 de junio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.

- Legislación de la contaminación acústica

El aire no solo contamina con partículas sólidas o gaseosas, el ruido también provoca contaminación y se denomina contaminación acústica. El ruido no se acumula, ni se traslada y no se mantiene en el tiempo, pero genera en las personas ciertos daños y molestias. Por eso es importante controlar la contaminación acústica como otro parámetro más.

La normativa para la gestión ambiental de la contaminación acústica es la siguiente:

- Ley 16/2002, de 28 de junio, de protección contra la contaminación acústica.
- Decreto 245/2005, de 8 de noviembre, por el que se fijan los criterios para la elaboración de los mapas de capacidad acústica.

6.- Medio Ambiente

- Decreto 176/2009, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley 16/2002, de 28 de junio, de protección contra la contaminación acústica, y se adaptan sus anexos.
- Decreto 21/2006, de 14 de febrero, por el que se regula la adopción de criterios ambientales y de ecoeficiencia en los edificios.
- Real decreto 1675/2008, de 17 de octubre, por el que se modifica el Real decreto 1371/2007, de 19 de octubre, por el que se aprueba el documento básico "DB-HR Protección frente al ruido" del Código técnico de la edificación y se modifica el Real decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código técnico de la edificación.
- Orden VIV/984/2009, de 15 de abril, por la que se modifican determinados documentos básicos del Código técnico de la edificación aprobados por el Real decreto 314/2006, de 17 de marzo, y el Real decreto 1371/2007, de 19 de octubre.
- Real decreto 524/2006, de 28 de abril, por el que se modifica el Real decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno producidas por determinadas máquinas de uso al aire libre.
- Real decreto 889/2006, de 21 de julio, por el que se regula el control metrológico del Estado sobre los instrumentos de medida.
- Orden ITC/2845/2007, de 25 de septiembre, por la que se regula el control metrológico del Estado de los instrumentos destinados a la medida del sonido audible y de los calibradores acústicos.

- Legislación lumínica

Llamamos contaminación lumínica al brillo del cielo nocturno producido por la difusión de la luz artificial. El principal impacto que provoca este tipo de contaminación afecta el paisaje nocturno natural.

La legislación vigente en este ámbito es la siguiente:

- Decreto 82/2005, de 3 de mayo, por el cual se aprueba el Reglamento de desarrollo de la Ley 6/2001.
- Ley 6/2001, de 31 de mayo, de ordenación ambiental del alumbrado para la protección del medio nocturno.
- Ley 3/1998, de 27 de febrero, de la intervención integral de la Administración ambiental.

6.- Medio Ambiente

- Real Decreto 1890/2008 de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07.
- Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.

- Ordenanzas municipales

Además de la normativa que se detalla, hay bastantes ayuntamientos que disponen de ordenanzas municipales que regulan esta materia, ya que las corporaciones locales, como administración más próxima a la ciudadanía, son las competentes para intervenir en el ámbito urbano, de acuerdo con la Ley 7/1985, de 2 de abril, reguladora de las bases del régimen local.

Los Ayuntamientos tienen una intervención preceptiva en cuanto a ruidos y vibraciones, temperatura, olores, suministro del agua, vertidos al sistema público de saneamiento municipal y gestión de residuos municipales (excepto que lo deleguen expresamente a una mancomunidad o un Consejo).

En el ámbito de Tarragona, las ordenanzas municipales de medio ambiente son las siguientes:

- Ordenanza general de Medio Ambiente 19/11/1994, por la que regula el ámbito de instalaciones que sean susceptibles de influir en las condiciones ambientales del término municipal de Tarragona con la finalidad de preservar y mejorar el medio ambiente urbano, evitando los posibles efectos nocivos de estas y los riesgos de contaminación de los elementos naturales y los espacios de uso común.
- Ordenanza reguladora de las limitaciones cuantitativas o territoriales para la implantación de actividades de servicios y su ejercicio.

## 6.- Medio Ambiente

- Ordenanza general de convivencia ciudadana y uso de los espacios públicos de Tarragona 11/7/2005, por la que regula las normas fundamentales de convivencia ciudadana así como el uso de los espacios públicos de Tarragona.

### 6.1.3.- Límites de vertido, emisiones y acústica

- Límites de efluentes gaseosos

Se considera contaminación atmosférica la introducción en la atmósfera, por acción humana o de origen natural y de forma directa o indirecta, de materias o formas de energía que impliquen riesgo, daño o molestia grave para las personas y bienes de cualquier naturaleza, así como que puedan atacar a distintos materiales, reducir la visibilidad o producir olores desagradables.

Las emisiones a la atmósfera tienen lugar en forma de gases, vapores, polvo y aerosoles así como de diversas formas de energía, quedando los contaminantes suspendidos en ella y produciendo la degradación del medio ambiente en su conjunto.

Podemos clasificar los contaminantes atmosféricos en dos grandes grupos según su tipo de aparición en la atmósfera:

- Contaminantes primarios: emitidos directamente por la fuente de emisión, suelen proceder de chimeneas y automóviles. Los contaminantes primarios más destacados son las partículas en suspensión, óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos, monóxido de carbono, halógenos y sus derivados y los compuestos orgánicos volátiles (COV).
- Contaminantes secundarios: se forman por reacción entre dos o más contaminantes primarios, o por sus reacciones con los componentes naturales de la atmósfera, existiendo una gran familia de sustancias producidas por reacciones fotoquímicas. Son contaminantes secundarios sustancias como el ozono, los aldehídos, las cetonas, los ácidos, sulfatos y nitratos y la

6.- Medio Ambiente

contaminación radioactiva a partir de radiaciones ionizantes o la contaminación sonora.

Como problemas ambientales derivados de la contaminación atmosférica podemos encontrar fenómenos tales como el aumento del agujero de la capa de ozono, el cambio climático, el efecto invernadero o la lluvia acida.

A continuación se muestran los diferentes límites de emisiones gaseosos para los compuestos que producimos en la planta de producción de la caprolactama.

Dióxido de azufre.....	5 partes por millón.
Monóxido de carbono.....	100 partes por millón.
Cloro.....	1 parte por millón.
Sulfúrico.....	20 partes por millón.
Cianhídrico.....	10 partes por millón.

- Vertidos prohibidos y límites de efluentes líquidos

Para un buen uso de la red de alcantarillado y de los sistemas de depuración se tienen que cumplir los siguientes requisitos.

Prohibiciones

Queda totalmente prohibido verter directamente o indirectamente a las instalaciones municipales de saneamiento cualquiera de los siguientes productos:

- a) Materias solidas o viscosas en cantidad o gradarías tal que, por si solas o por integración con las otras produzcan obstrucciones o sedimentos que impidan el correcto funcionamiento del alcantarillado o dificulten los trabajos de conservación o mantenimiento.
  
- b) Disolventes o líquidos orgánicos inmiscibles en el agua, combustible o inflamables.

6.- Medio Ambiente

- c) Aceites y grasas flotantes.
- d) Substancias sólidas potencialmente peligrosas.
- e) Gases o vapores combustibles inflamables,, explosivos o tóxicos o procedentes de motores de explosión.
- f) Materias que, por razones de su naturaleza, propiedades y cantidades, por si mismas o por integración con unas otras, originen o puedan originar:
  - 1. Cualquier tipo de molestia pública.
  - 2. La formación de mezclas inflamables o explosivas con el aire.
  - 3. Creación de atmosferas molestas, insalubres, toxicas o peligrosas que impidan o dificulten el trabajo del personal.
- g) Materias que, por sí mismas o a consecuencia de los procesos o reacciones que tengan lugar dentro de la red, tengan o adquieran cualquier tipo de propiedades corrosivas capaces de hacer daño o deteriorar los materiales de las instalaciones municipales de saneamiento o perjudicar al personal.
- h) Residuos industriales o comerciales que, requieran un tratamiento específico y/o control periódico.
- i) Lodos procedentes de sistemas de pretratamiento o de tratamiento de vertidos residuales, que no se sepan sus características.

Límites de vertido

6.- Medio Ambiente

Parámetros	Valor límite
T (°C)	40 °C
pH	6-10 un.
Sólidos en suspensión	500 mg/l
DQO	1500 mg/l
Aceites y grasas	150 mg/l
Detergente	6 mg/l
Pesticidas	0,10 mg/l
Dióxido de azufre	15 mg/l
Fenoles totales	2 mg/l
Fluoruros	12 mg/l
Sulfatos	1000 mg/l
Sulfuros totales	2 mg/l
Sulfuros libres	0,3 mg/l

- Límites de ruido

Los límites de ruidos en el polígono industrial de Tarragona son los siguientes:

	Niveles máximos admisibles al ambiente exterior (espacios públicos)	Nivel zona alrededores límite dB horario de
Industrial	70 dB	Día

#### 6.1.4.- Sistemas de gestión

- Reglamento EMAS

Es un sistema voluntario de gestión ambiental que permite a las organizaciones evaluar y mejorar su comportamiento ambiental y difundir la información oportuna al público ya otras partes interesadas.

6.- Medio Ambiente



Figura 6.1.4.1. Logotipo del Reglamento EMAS.

El EMAS (Eco-Management and Audit Scheme) promueve la mejora continua del comportamiento ambiental de las organizaciones mediante:

- La implantación de un sistema de gestión ambiental.
- La evaluación sistemática, periódica y objetiva de este sistema.
- La información al público ya las partes interesadas.
- La formación e implicación activa de los trabajadores.

Principales ventajas para las organizaciones de implantar el sistema EMAS:

- Ahorro de costes a medio / largo plazo.
- Mejora de la imagen.
- Cumplimiento de la legislación y mejora de las relaciones con la Administración ambiental.
- Aumento de la motivación y la sensibilización de los trabajadores.
- En Cataluña, exención de los controles periódicos de acuerdo con la Ley 20/2009, de 4 de diciembre, de prevención y control ambiental de las actividades.

6.- Medio Ambiente

- Normativa ISO

Las normas ISO tienen un carácter internacional, y existen variedad de series de certificados según la evaluación o proyecto que se realiza. Las más conocidas son la ISO 9000 y la ISO 14000, de gestión de calidad y gestión medioambiental, respectivamente.

La ISO 14001, establece cómo implantar un sistema de gestión medioambiental eficaz. La norma se concibe para gestionar el delicado equilibrio entre el mantenimiento de la rentabilidad y la reducción del impacto medioambiental. Con el compromiso de toda la organización, permite lograr ambos objetivos.

La ISO 14001 contiene los siguientes puntos:

- Requisitos generales.
- Política medioambiental.
- Planificación de implantación y funcionamiento.
- Comprobación y medidas correctivas.
- Revisión de gestión.

La aplicación y cumplimiento de la ISO 14001 proporciona a la empresa una certificación medioambiental tras una auditoria y certificación externa de una empresa cualificada y aprobada por la marca ISO.

### 6.2.- Gestión de residuos

Se consideran residuos industriales, de acuerdo con el artículo 3 del Decreto Legislativo 1/2009 del 21 de julio, por el cual se aprueba el texto refundido de la Ley reguladora de los residuos, aquellos materiales sólidos, gases o líquidos resultantes de un proceso de fabricación, de transformación, de utilización, de consumo o de limpieza la persona productora o poseedora de los cuales tiene voluntad de desprenderse y que no puede ser considerado residuo municipal.

Los residuos industriales, por su importancia cuantitativa y sus características, disponen de un programa de gestión y de un modelo de gestión específicos. El modelo de gestión vigente se fomenta en instrumentos legales como los catálogos de residuos y el manual de gestión, y tiene con principal protagonista las figuras del productor, del transportista y del gestor. Este modelo determina también el esquema documental aplicable, del cual se destaca la declaración anual de residuos que los productores industriales tienen que elaborar y constituyen una herramienta básica de gestión y de planificación.

El problema de los residuos es que contaminan el suelo, el agua, la atmosfera... y son situaciones que afectan a la cualidad de la vida humana y de la Tierra donde vivimos.



Figura 6.2.1. Modelo catalán de residuos industriales.

Se basa en el principio de prevención y establece la jerarquía siguiente: minimización, valorización (reutilización, reciclaje y recuperación) y optimización de los sistemas de disposición final.

6.- Medio Ambiente

Según la Ley 10/1998 del 21 de Abril (recogida, transporte, almacenamiento, valorización y eliminación de residuos), la priorización de la gestión es:

- Minimizar
  - Reciclar o reutilización en origen
  - Reutilización
  - Valorización en origen
  - Valorización externa
  - Valorización energética origen
  - Valorización
  - Tratamiento y disposición desecho
- Planes de gestión de residuos

El objetivo es confeccionar una metodología sencilla que permite racionalizar y optimizar la gestión y la valorización de los residuos con criterios medioambientales.

El artículo de la Ley 10/98 atribuye a las CCAA de elaboración de los Planos autonómicos de residuos, de la Agencia de Residuos de Catalunya crea instrumentos como los diferentes programas y planos de residuos:

- Programa de Gestión de Residuos Industriales a Catalunya (PROGRIC).
  - Programa de Gestión de Residuos Municipales de Catalunya (PROGREMIC).
  - Programa de Gestión de los Residuos de la Construcción (PROGROC).
  - Plan Territorial Sectorial de infraestructuras de Gestión de Residuos Municipales, aprobado por el Decreto 16/2010.
- Recogida y transporte de residuos

La recogida y el transporte suponen un gasto importante por las industrias. La Unión Europea ha establecido que los residuos se tienen que tratar lo más cerca posible del lugar de origen para reducir los riesgos de accidente y evitar hacer un mal uso de la legislación que es menos restrictiva. Por lo tanto, escogeremos el gestor de residuos que se encuentre lo más cerca posible.

### 6.3 Residuos de planta

#### 6.3.1 Aguas residuales

Los vertidos que tratamos en la planta son:

Tabla 6.3.1.1.- Vertidos de la planta con tratamiento in situ.

Vertidos en planta	Caudal del líquido	Columna1	Localización en la planta
	(kg/h)	(m3/h)	
Tolueno, caprolactama y agua (404)	2443,37	2,43	CE-401
Tolueno y agua (223)	2867,84	2,56	CS-201
Purga agua (410)	294,73	0,49	M-402
Tolueno, ciclohexanona y agua (215)	1302,49	1,49	CE-401
Ácido fosfórico, nitrato de amonio y agua (228)	3735,83	2,37	M-201

Los vertidos que no tratamos in situ en la planta, sino que se encargará un agente externo son:

- a) Oficinas. El agua de las oficinas mínimas de higiene de los trabajadores. Son todas las aguas sanitarias (lavabos, duchas..).
- b) Depósitos contra incendios. Los depósitos contraincendios, son depósitos de agua. Están diseñados por la normativa europea FOC (Fire Office Comitte).
- c) Aguas de limpieza de los reactores contienen diferentes compuestos orgánicos (benceno, tolueno, caprolactama, ciclohexanona...).
- d) Aguas de limpieza de los tanques de almacenamiento. Agua utilizada para la limpieza de la carga y descarga de los tanques de almacenamiento.
- e) Compuestos del laboratorio. Diferentes disoluciones acuosas, ácidas o básicas del laboratorio de la planta de producción de caprolactama.

6.- Medio Ambiente

- f) Efluentes líquidos puesta en marcha. Agua diluida de diferentes compuestos orgánicos e inorgánicos.
- g) Efluentes residuales del proceso. Diferentes vertidos accidentales del proceso, tanto de vertidos de la zona de reacción, como los tanques de almacenamiento,
- h) Lubricantes de la maquinaria. Aceites que proceden de las bombas, válvulas o como las tareas de mantenimiento de la planta.

**6.3.2.- Tratamiento de las aguas**

Para el tratamiento de las aguas, se juntaran las aguas de las tuberías 404, 223 y 410, ya que todas ellas tienen en común el agua y compuestos orgánicos. La corriente 223 es una corriente gaseosa, que se tiene que condensar para poder tratarla junto con las demás.

Para eliminar estos compuestos orgánicos, se han estudiado diferentes opciones:

- Un tratamiento fisicoquímico
- Pagar a una empresa externa
- Una destilación para separar el tolueno.

El tratamiento fisicoquímico (FENTON), se puede eliminar hasta el 90% de las sustancias orgánicas. Este método consiste en la ruptura de las largas cadenas moleculares por medio del radical  $\text{OH}^\cdot$ , obteniendo en la reacción iones ferrosos y agua oxigenada. La reacción es catalizada por los iones ferrosos en ambiente ácido por medio de agua oxigenada como agente oxidante y productor de los radicales que forman parte de una serie de reacciones en cadena.

Para saber si la DQO de las aguas residuales es superior a 1500 mg/l se hacen los siguientes cálculos:

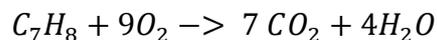
- Demanda química de oxígeno

La concentración del tolueno:

$$C. \text{orgánico} \left( \frac{mg}{l} \right) = \frac{Q_m \left( \frac{kg}{h} \right)}{Q_{mt} \left( \frac{m^3}{h} \right)} \cdot 1 \text{ kg} \frac{10^6 mg}{1 \text{ kg}} \cdot \frac{1 m^3}{1000 l}$$

$$C. \text{orgánico} \left( \frac{mg}{l} \right) = \frac{1390,02 \left( \frac{kg}{h} \right)}{5,78 \left( \frac{m^3}{h} \right)} \cdot 1 \text{ kg} \frac{10^6 mg}{1 \text{ kg}} \cdot \frac{1 m^3}{1000 l} = 17598,21 \left( \frac{mg}{l} \right)$$

La reacción de oxidación del tolueno es:



Y la DQO es:

$$DQO \left( \frac{mg}{l} \right) = CO \left( \frac{mg}{l} \right) \cdot \frac{\text{Peso } O_2}{\text{Peso } C_7H_8} \cdot \frac{\text{moles } O_2}{1 \text{ mol } C_7H_8}$$

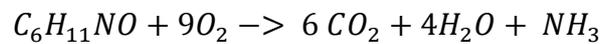
$$DQO \left( \frac{mg}{l} \right) = 17598,21 \left( \frac{mg}{l} \right) \cdot \frac{9 \text{ moles } O_2}{1 \text{ mol } C_7H_8} \cdot \frac{\text{Peso } O_2}{\text{Peso } C_7H_8} = 27489,67 \left( \frac{mg}{l} \right)$$

6.- Medio Ambiente

Para la caprolactama:

$$C. \text{orgánica} \left( \frac{mg}{l} \right) = \frac{10,2 \left( \frac{kg}{h} \right)}{5,78 \left( \frac{m^3}{h} \right)} \cdot 1 \text{ kg} \frac{10^6 mg}{1 \text{ kg}} \cdot \frac{1 m^3}{1000 \text{ l}} = 113,2 \left( \frac{mg}{l} \right)$$

La reacción de oxidación de la caprolactama es:



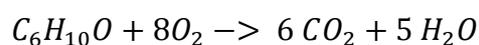
Y la DQO es:

$$DQO \left( \frac{mg}{l} \right) = 113,2 \left( \frac{mg}{l} \right) \cdot \frac{\text{Peso } O_2}{\text{Peso } C_6H_{11}NO} \cdot \frac{9 \text{ moles } O_2}{1 \text{ mol } C_6H_{11}NO} = 1782,3 \left( \frac{mg}{l} \right)$$

Para la ciclohexanona:

$$C. \text{orgánica} \left( \frac{mg}{l} \right) = \frac{1,73 \left( \frac{kg}{h} \right)}{5,78 \left( \frac{m^3}{h} \right)} \cdot 1 \text{ kg} \frac{10^6 mg}{1 \text{ kg}} \cdot \frac{1 m^3}{1000 \text{ l}} = 236,91 \left( \frac{mg}{l} \right)$$

La reacción de oxidación de la ciclohexanona es:



Y la DQO es:

$$DQO \left( \frac{mg}{l} \right) = 236,91 \left( \frac{mg}{l} \right) \cdot \frac{\text{Peso } O_2}{\text{Peso } C_6H_{10}O} \cdot \frac{8 \text{ moles } O_2}{1 \text{ mol } C_6H_{10}O} = 309,0 \left( \frac{mg}{l} \right)$$

La DQO global es:

$$DQO_{TOTAL} \left( \frac{mg}{l} \right) = 29580,97 \left( \frac{mg}{l} \right)$$

En un tratamiento FENTON, la DQO máxima admisible es de 7500 mg/l. Por lo tanto, no se puede hacer un tratamiento físico químico FENTON, dado que la cantidad de DQO es muy elevada.

Por lo tanto, la otra opción más viable es una destilación para separar el tolueno del agua, y así concentrar el tolueno para llevarlo a un gestor externo. Al concentrar el tolueno, el precio de tratar el residuo en un gestor externo es menor.

La corriente 228, al ser tan ácida se lleva a un gestor externo.

### 6.3.3.- Gases

Las emisiones gaseosas que tratamos en planta cumpliendo la legislación vigente son:

Tabla 6.3.3.1.- Emisiones gaseosas.

Emisiones gaseosas en planta	Caudal del gas (kg/h)	Localización en la planta
Nitrógeno e hidrogeno	8323,66	R-201
Venteo	-	Tanques almacenamiento
CO <sub>2</sub>	-	Caldera

#### 6.3.4.- Tratamiento de los gases

Para las emisiones gaseosas de los venteos, los compuestos que son orgánicos (como por ejemplo, la ciclohexanona, tolueno...) irán directamente a una antorcha. Y los compuestos inorgánicos, como el ácido fosfórico, ácido nítrico o el óleum, van a un filtro con sosa.

Los CO<sub>2</sub> de la combustión de la caldera, para minimizar el impacto ambiental de la caldera, se pondrá un filtro también.

Las emisiones de nitrógeno e hidrogeno se pueden emitir directamente a la atmosfera, ya que no son gases contaminantes.

**6.4.- Clasificación de los residuos de planta no tratados in situ**

**6.4.1.- Tratamiento y gestión**

La gestión se realiza siguiendo la normativa catalana para la gestión de residuos industriales, con la clasificación de cada uno de ellos para llevarlo a un gestor externo.

En la siguiente tabla, se muestran los diferentes residuos generados en planta con su correspondiente código.

*Tabla 6.4.1.1 Clasificación de los residuos generados en la planta que se tratan mediante un gestor externo.*

Tipo de residuo	Descripción	Código CER	Código tratamiento	
			Valorización	Tratamiento
Lubricantes usados de maquinarias	Otros aceites de motor, de transmisión mecánica y lubricantes	130208	V22	-
Residuos líquidos de la puesta en marcha	Productos químicos diferentes de los especificados en los códigos 160506, 160507 o 160508	160509	V24 V42	T32 T31
Substancias de laboratorio con substancias peligrosas	Productos químicos de laboratorio que consisten en, o contienen, substancias peligrosas, incluidas en las mezclas de productos químicos de laboratorio	160506	V24 V42	T32 T31 T21
Fugas, juntas,...	Otros residuos de reacción y de destilación	70108	V61	T24 T21 T13
Catalizadores	Catalizadores usados que contienen metales de transición o compuestos de metales de transición peligrosos	160802	V41 V48	T31 T33 T12 T13
Papel y cartón	Papel y cartón	200101	V61 V11 V85	-

PLANTA DE PRODUCCIÓN DE CAPROLACTAMA

6.- Medio Ambiente

Plásticos	Plásticos	2001 39	V12 V61	-
Vidrio	Vidrio	2001 02	V14	-
Residuos orgánicos comida, poda de jardines...	Residuos biodegradables	2002 01	V83 V85 V81	-
Pilas	Pilas alcalinas (excepto 160603)	1606 04	V 44	-
Tóneres	Residuos de tóner para impresión de diferentes de los especificados en el código 080317	8031 8	V54	T12
Equipos que no funcionen	Equipos desechables de diferentes de los especificados en los códigos	1602 14	V41	T32
Residuos de calderas	Residuos líquidos acuosos diferentes de los especificados en el códigos 161001	1610 02	-	T32 T31 T36 T24 T21
Líquidos de limpieza	Otros disolventes líquidos de limpieza y licores mare orgánicos	7070 4	V21 V61	T24 T21
Residuos de destilación	Otros residuos de reacción y de destilación	7070 8	V61	T24 T21 T13
Envases plásticos	Envases plásticos	1501 02	V51 V61 V12	T12
Filtre reactor	Absorbentes, materiales de filtración (incluidos en los filtros de aceite no especificados en ninguna otra categoría), trapos de limpieza y ropa protectora contaminados por sustancias peligrosas	1502 02	V13 V41	T24 T21 T22 T13 T31 T36
Envases y restas	Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están	1501 10	V51	T21 T36

## PLANTA DE PRODUCCIÓN DE CAPROLACTAMA

### 6.- Medio Ambiente

substancias de proceso	contaminados per estos.			T13
------------------------	-------------------------	--	--	-----

Antes del tratamiento de los residuos, se valorizan como primera opción. Muchos de los residuos son de recogida selectiva.

## **6.5.- Evaluación del impacto ambiental**

### **6.5.1.- Introducción**

La evaluación o estudio del impacto ambiental (EIA) es un procedimiento de carácter preventivo para incorporar la variable ambiental en la toma de decisiones sobre determinados proyectos.

Su aplicación, basada en el principio de que es mejor prevenir las perturbaciones en origen que combatir después sus efectos, está recomendada por varias organizaciones internacionales como, por ejemplo, las Naciones Unidas, la Organización Mundial de la Salud, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y la Comunidad Económica Europea.

Los objetivos fundamentales de cualquier EIA son:

- Describir y analizar el proyecto (tanto en sus contenidos como en su objetivo), dado que se trata de la perturbación que generará el impacto.
- Definir y valorar el medio sobre el que va a tener efectos el proyecto, dado que el objetivo de una Evaluación del Impacto Ambiental consiste en minimizar y/o anular las posibles consecuencias ambientales de los proyectos.
- Prever los efectos ambientales generados y evaluarlos para poder juzgar la idoneidad del proyecto, así como permitir, o no, su realización en las mejores condiciones posibles de sostenibilidad ambiental.
- Determinar medidas para minimizar, corregir y compensar los impactos.

### **6.5.2.- Normativa y criterios de aplicación**

La legislación europea, y sus transposiciones a las leyes españolas y las catalanas, regulan el tipo de instalaciones y actividades que deben someterse a una EIA y los procedimientos a seguir en caso de aplicación.

6.- Medio Ambiente

En Catalunya, la ley 3/1998, de 27 de febrero de la Intervención Integral de la Administración ambiental, indica que las empresas que realicen actividades presentes en los anexos I, II y III estarán sujetas a un régimen de autorización ambiental, un régimen de licencia ambiental o un régimen de comunicación y licencia. Esta diferenciación está motivada por el riesgo de incidencia ambiental, de mayor a menor, de las actividades de una empresa.

La planta de producción de caprolactama pertenece a la industria química, que se encuentra en el grupo 4 del anexo I, y tal y como indica la ley será sometida a un régimen de autorización ambiental, que entre otras cosas obliga a realizar un estudio del impacto ambiental.

El contenido mínimo de una EIA se complementa en la Directiva 85/337/CEE y la directiva 2008/1/CEE, así como su transposición a la legislación española en el Real Decreto Legislativo 1/2008 y Real Decreto 143/2003. Dichas normativas sólo son una guía de contenidos mínimo y no existe un criterio único de aplicación construcción de una EIA.

Por lo tanto se puede definir un índice para la EIA de la planta de producción del ácido que constará de los siguientes puntos:

- La definición, características y ubicación del proyecto.
- Las principales alternativas estudiadas.
- Un análisis de impactos potenciales en el medio ambiente.
- Las medidas preventivas, correctoras o compensatorias para la adecuada protección del medio ambiente.

Los dos primeros apartados, ya han sido tratados en este proyecto. Por lo tanto, en este apartado de la memoria, se tratará únicamente los dos últimos puntos.

6.- Medio Ambiente

**6.5.3.- Identificación y minimización de impactos**

Para identificar los impactos medioambientales producidos por la planta de producción de caprolactama se puede usar la matriz de identificación de impacto ambiental, que relaciona cada actividad realizada en la planta con los distintos factores medioambientales de forma cualitativa.

Estos factores medioambientales están divididos según el medio al que pertenecen y sus características. Son los siguientes:

- Medio atmosférico: aire y ambiente.
- Medio terrestre: suelo e hidrología superficial.
- Consumo de recursos: renovables y no renovables.
- Paisaje: paisaje urbano.
- Medio socioeconómico: población e infraestructura y servicio.

Las acciones que pueden causar impacto ambiental en la planta de producción de caprolactama son:

- Materias primas y productos
  - Transporte.
  - Recepción/ descarga.
  - Tanques almacenamiento.
- Proceso productivo
  - Producción hidroxilamina.

6.- Medio Ambiente

- Reactor Beckmann.
- Purificación sulfato de amonio
- Purificación caprolactama.
  
- Otros
  - Bombas, tuberías...
  - Limpieza de equipos e instalaciones.
  - Calderas.
  - Mantenimiento.
  - Refrigerar/Calentar.
  - Laboratorio.
  - Oficinas.

Con estas apreciaciones y parámetros se realiza la matriz de la *Tabla 6.5.1.2.*

# PLANTA DE PRODUCCIÓN DE CAPROLACTAMA

## 6.- Medio Ambiente

			Materias primas y productos			Proceso caprolactama				Otros				
			Transporte	Recepción / Descarga	Tanques almacenamiento	Procesos hidroxilamina	Reactor Beckmann	Reactor de amonio caprolactama	Bombas, tuberías... e instalaciones	Calderas	Mantenimiento	Refrigerar/ Calentar	Laboratorio	Oficinas
Medio atmosférico	Aire	Emisiones y olores												
	Luz	Calidad												
	Ambiente	Ruidos y vibraciones												
Medio terrestre	Suelo	Composición y calidad												
	Hidro. Superficial													
	Hidro. Subterrania													
Consumo de recursos naturales	Renovables	Agua Palets/ plásticos												
	No renovables	Energía eléctrica Consumo combustibles												
Paisaje	Paisaje urbano	Afectación del paisaje de la zona												
Medio socioeconómico	Población	Ocupación												
	Infraestructuras y servicios	Caminos y carreteras												

6.- Medio Ambiente

Los resultados de la tabla 6.5.1.1 son cualitativos, para poder observar más detalladamente cuales son las actividades que producen más impacto ambiental, y poder realizar las acciones correctivas pertinentes se realiza el cálculo de pesos ponderados. A partir de la matriz de Leopold y mediante la expresión numérica, que se deriva de uso de la siguiente ecuación, se calcula el valor del impacto ambiental en cada actividad y se construye la tabla:

$$\text{Importancia del impacto} = \pm[3 \cdot IN + AC + 2 \cdot SI + TE + 2 \cdot RV + 2 \cdot MC + PR]$$

Donde,

- **Carácter:**
  - (+): Carácter positivo que genera efectos beneficiosos (1).
  - (-): Carácter negativo que manifiesta pérdida de valores naturales al medio (-1).
  
- **Efecto IN**
  - Directo: aquel que se provoca directamente alterando el medio (5).
  - Indirecto: aquel que se desencadena por la independencia del medio respecto a la situación de la acción (1).
  
- **Intensidad (AC)**
  - Mínima: el que se produce alterando de manera muy mínima el medio (1).
  - Media: el que se produce alterando de manera media en el medio (2,5).
  - Notable: el que se produce en forma de alteración importante del medio (5).
  
- **Sinergia (SI)**

6.- Medio Ambiente

Simple (Sm): aquel que se manifiesta en un solo componente ambiental (1).

Acumulativa (A): aquel que se manifiesta de forma progresiva y en orden creciente (5).

Sinérgica (Sn): que produce unas alteraciones que inducen a otros y se acumulan (3).

- Temporalidad (TE)

Corto plazo (C): un año (5).

Medio plazo (M): menos de 5 años (3).

Largo plazo (L): a partir de cinco años (1).

- Reversibilidad (RV)

Reversible (R): cuando las condiciones iniciales se restablecen pasado un tiempo (1).

Irreversible (I): cuando no hay posibilidad de restablecer las condiciones iniciales (5).

- Recuperable (MC)

Recuperable (Rc): cuando se pueden realizar medidas correctoras o que minimizan o anulan el efecto del impacto (1).

Irrecuperable (Ic): cuando no hay posibilidad de recuperación (5).

- Aparición (PR)

Irregular (Ir). Cuando es impredecible situar en el tiempo (1).

Periódico (Pr): cuando supone alteraciones reiteradas e intermitentes (2,5).

6.- Medio Ambiente

Continuo (Cn): cuando supone alteraciones en el medio de manera perpetua en el tiempo (2,5).

Discreto (Ds): cuando supone una alteración que después de un tiempo desaparece (1).

A partir de la ecuación anterior y asociando estos valores a cada impacto se construye la Matriz de Leopold.

PLANTA DE PRODUCCIÓN DE CAPROLACTAMA

6.- Medio Ambiente

			Materias primas y productos			Proceso caprolactama						Otros					
			Tránsito per caminos	Recepción / Descarga	Tanques almacenamiento	Producción hidroxilamina	Reactor Beckmann	Purificación sulfato de amonio	Purificación caprolactama	Almacenamiento Productos	Bombas, tuberías...	Limpieza de equipos e instalaciones	Calderas	Mantenimiento	Refrigerar/ Calentar	Laboratorio	Oficinas
Medio atmosférico	Aire	Emisiones y olores	27	23	21	22		27	27			17	35	17			
	Luz	Calidad														15	15
	Ambiente	Ruidos y vibraciones	33	29		21	27				17	17	27	17	17		
Medio terrestre	Suelo	Composición y calidad	31	21								21	17	15			
	Superficial			23							23	23				21	21
	Subterránea					27	27	27	27							29	21
Consumo de recursos naturales	Renovables	Agua									21	27	23		25	25	
		Pales/plásticos									17		17		21	25	
	No renovables	Energía eléctrica		21		27	27	27		27		33		21	21	21	
		Consumo combustibles	31	27								33	17		27	27	
Paisaje	Paisaje urbano	Afectación del paisaje de la zona	29	27	27				27								
Medio socioeconómico	Población	Ocupación	29	27		19	19	19			29	33			19	19	
	Infraestructuras y servicios	Caminos y carreteras	31														
5.1-31 enero			3-19 Compatible			1 9.1-25 Moderat M				3 1.1-37 Crítico C							

## **6.6.- Medidas correctoras**

### **6.6.1.- Medio atmosférico**

El principal impacto crítico que encontramos en este medio es la emisión de gases producida por la caldera. Esto se corrige mediante un buen mantenimiento y la incorporación de filtros.

Con la contaminación acústica producida debido al ruido y las vibraciones de la maquinaria y de los automóviles, la solución es aislar acústicamente de las zonas más ruidosas. Aunque cabe decir que al tratarse de una zona industrializada, el impacto producido es mínimo.

### **6.6.2.- Medio terrestre**

Los impactos críticos que encontramos en este medio son las posibles fugas y derrames de las distintas sustancias que se manipulan en la planta, que pueden filtrarse al subsuelo o al alcantarillado público. Para prevenir estos focos de contaminación se construyen barreras físicas para contener los posibles derrames o desbordes de los tanques, así como una red propia de alcantarillado que se dirija a una futura EDAR de la planta.

También cabe decir que un buen mantenimiento de las válvulas y juntas de las tuberías evitará la pérdida de producto.

### **6.6.3.- Consumo de recursos**

El consumo de recursos en la industria es elevado por necesidad. La única manera de reducir estos consumos es aumentar el rendimiento energético de los equipos, así como la minimización y reaprovechamiento del consumo del agua tanto en la planta como en los usos más domésticos.

6.- Medio Ambiente

Para aumentar los rendimientos energéticos y de consumos de materia es necesaria la inversión en nuevas técnicas de producción y equipos más modernos, y hacer un buen mantenimiento de todas las instalaciones y equipos.

**6.6.4.- Paisaje**

Al tratarse de una zona industrializada el impacto en el paisaje es mínimo ya que esta zona ya tiene gran número de empresas de características similares.

**6.6.5.- Medio socioeconómico**

La planta proporciona empleo a persona de la zona, esto influye positivamente al nivel socioeconómico y provoca aceptación en la sociedad.

El efecto provocado en los caminos y carreteras de la zona es mínimo debido al gran volumen de vehículos que ya circulan al encontrarse en una zona muy transitada por el gran número de empresas que hay en la zona y la proximidad de una gran ciudad.