

Capítulo 5. Aplicación de Técnicas Difusas y Análisis Multicriterio a la Evaluación de Impacto Ambiental

5.1 Introducción

A lo largo de este trabajo se ha comentado que muchas de las variables que se involucran en la evaluación de impacto ambiental, están definidas de forma vaga y cargadas de incertidumbre dado que se refieren a previsiones sobre los valores que podrían adoptar; adicionalmente, los métodos convencionales (crisp) involucran variables de tipo numérico (cuantitativo) junto con variables de tipo lingüístico (cualitativo) a las que se asigna una etiqueta asociada a un valor para luego realizar adiciones y sustracciones que arrojen una calificación o valoración del impacto, esto nos lleva a que el modelo matemático que se requiere para efectuar el estudio debe ser capaz de combinar ambos tipos de variables de forma coherente.

Como respuesta a este planteamiento, han surgido las Técnicas Difusas que resultan sumamente útiles para abordar problemas en los que la imprecisión y la vaguedad están presentes, permitiendo además, el manejo simultaneo de variables numéricas y lingüísticas, de acuerdo con los métodos propuestos por Duarte (2000) y Martín-Ramos (2003).

En cumplimiento al objetivo general de esta tesis, “se recurre a los métodos del análisis multicriterio y la variedad de métodos de evaluación de impactos ambientales para facilitar la toma de decisión”. Se pone en práctica un instrumento que concilia diversos puntos de vista o criterios de tal forma que las partes involucradas y los intereses político, económico, ambiental, social, ético, etc. encuentren un punto de convergencia que facilite la elaboración de una opinión, juicio técnico o pericial que tenga posibilidades de ser aceptado y reconocido por los interesados en la decisión de ejecutar o no un proyecto que tenga incidencia u origine una transformación del medio natural, del medio físico o del bienestar de sus habitantes.

La Aplicación Integral de Evaluación de Impacto Ambiental (AIEIA), es un programa que intenta mejorar el procesamiento de la información ambiental aplicando la metodología difusa a la Evaluación del Impacto Ambiental, aportando flexibilidad en el manejo de datos y ampliando las opciones de valoración.

Contribuye a identificar las actividades más impactantes y los factores medio ambientales más impactados, integra en su metodología la teoría de **Conjuntos Difusos** que permite utilizar directamente tanto información numérica (crisp) como lingüística de los proyectos, sin necesidad de realizar ninguna transposición de variables lingüísticas a una escala numérica.

Fué diseñado siguiendo una estrategia Orientada a Objetos y para un entorno Windows, utilizando los compiladores C++ Builder existentes en el mercado.

Las características principales de la AIEIA, son las siguientes:

- Permite hacer un número ilimitado de Evaluaciones de Impacto Ambiental a los proyectos.
- Puede crear, editar, consultar y borrar más de un proyecto a la vez.
- Puede copiar información entre distintas evaluaciones del mismo proyecto o de proyectos diferentes.
- Los *factores ambientales* y las *acciones de proyecto* se organizan mediante árboles jerárquicos de un número indeterminado de niveles.

- Las variables que intervienen en cada etapa de la evaluación, se representan mediante la teoría de conjuntos difusos.
- Permite crear, editar, consultar y borrar variables difusas, e índices de calidad ambiental y se pueden agrupar en familias.
- Está diseñado para permitir una visualización gráfica de manera que se pueda ver en cualquier momento toda la información numérica y lingüística de cada evaluación referente a la **Importancia del Impacto Ambiental, Medidas Correctoras, Magnitudes y Evaluación de Impacto Ambiental** propiamente dicha, tanto en la matriz de impactos como en los distintos *árboles de acciones* y *factores ambientales*. La información se ofrece mediante cálculos absolutos o relativos (ponderados mediante los pesos asociados a los factores ambientales).
- Es totalmente configurable, tanto en los aspectos estéticos como en los aspectos de gestión de visualización, cálculo, e impresión en segundo o primer plano.
- Permite editar, añadir, borrar y copiar independientemente de que se esté guardando, o imprimiendo la información de una o varias evaluaciones del mismo, o de distintos proyectos abiertos simultáneamente.

Es una plataforma en la que sus autores irán añadiendo módulos que serán el resultado de sus investigaciones. Fue desarrollado con el apoyo del Ministerio de Educación y Cultura dentro del proyecto **"INTEGRACIÓN DE MODELOS CUANTITATIVOS Y CUALITATIVOS DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL"** cuyo investigador principal es el **Dr. D. Armando Blanco Morón** con la colaboración del Dr. José Manuel Martín además de otros investigadores de las Universidades de Granada y de Huelva.

Consta de un menú principal, una barra de botones y una barra de estado que muestra el número de proyectos abiertos, la fecha y hora del sistema.

La barra de botones aparece en todo momento y permite acceder directamente a la mayoría de las opciones del menú principal tal como:

- Crear un nuevo proyecto de evaluación de impacto ambiental.

- Abrir un nuevo proyecto.
- Consultar un proyecto nuevo o uno abierto previamente.
- Editar la información relacionada con los proyectos como nombre, fecha, etc.
- Eliminar toda la información de los proyectos incluyendo las evaluaciones de impacto ambiental.
- Ordenar verticalmente todos los proyectos abiertos actualmente.
- Ordenar horizontalmente todos los proyectos abiertos.
- Ordenar en cascada todos los proyectos abiertos.
- Minimizar todos los proyectos abiertos.
- Restaurar todos los proyectos minimizados.
- Iconizar la aplicación, quedando en la barra de tareas el icono de la misma.
- Cerrar la aplicación.

El menú principal está compuesto por los siguientes submenús:

- El submenú *Proyecto* que se encarga de la creación, modificación, consulta y eliminación de los proyectos.
- El submenú *ventanas*, encargado de la ordenación visual de todos los proyectos activos en cada momento.
- El submenú *Ayuda* es el encargado de mostrar dicha ayuda.
- El submenú *Acerca de*, es el encargado de mostrar los autores de la aplicación, así como los organismos colaboradores.

Una vez que se ha seleccionado un proyecto, se abre una ventana señalando que puede ser para edición o para consulta, si es para consulta, los cambios que se hagan al proyecto no se pueden almacenar. Si se va a editar se puede proceder de las siguiente maneras:

1. Si se ha creado un proyecto de EIA nuevo, hay que seguir los siguientes pasos antes de comenzar a introducir información referente a la importancia del impacto, medidas correctoras y, o magnitudes:
 - A. Gestionar o importar variables difusas referentes al proyecto activo, para dar el resultado en términos de una de éstas variables seleccionadas previamente.

- B. Gestionar o importar variables difusas referentes a la evaluación de impacto, para evaluar las distintas importancias y medidas correctoras en etiquetas lingüísticas. Esas variables se pueden agrupar en familias.
 - C. Gestionar o importar funciones de transformación utilizadas para determinar la calidad ambiental.
2. Gestionar las distintas tablas de evaluación pertenecientes al proyecto.
 3. Gestionar la información (Importancia del Impacto, Medidas Correctoras, Magnitudes) perteneciente a cada una de estas tablas.

La barra de botones *Tabla* agrupa un conjunto de acciones específicas sobre la estructura y contenido de las tablas a un nivel global. El programa permite crear dos tipos diferentes de tablas de EIA dependiendo del tipo de EIA que queramos realizar. Éstos tipos son:

1. El primer tipo denominado **ST0** (Situación 0 o Inicial), será una tabla que se utiliza para determinar el estado actual del medio, el cual puede ser:
 - A. Medio ambiente sin proyecto o estado natural del medio.
 - B. Medio ambiente con un proyecto u obra que se ha ejecutado y en el que se ha producido un impacto ambiental.
2. El segundo tipo denominado **ST1** y **ST2** se utiliza para aquellas evaluaciones en las que se desea determinar el impacto producido en el medio, por la ejecución de una obra o proyecto, en dos situaciones distintas del mismo que pueden ser:
 - A. Estado inicial del entorno sin proyecto (punto 1.A) y estado actual del proyecto con un impacto ambiental determinado.
 - B. Estado ambiental previo de un proyecto y estado actual del mismo, es decir el estudio de la EIA del mismo proyecto y obra en dos situaciones en el tiempo distintas, lo que nos da una visión de cómo ha evolucionado el impacto es decir si se ha agravado o se ha mejorado.

Normalmente, la gestión de tablas de las EIA se realiza teniendo en cuenta que todas las variables difusas, tanto de tipo proyecto como de tipo evaluación, han sido creadas o importadas antes de empezar una EIA. Este proceso consta de las siguientes

acciones: creación, modificación, eliminación, apertura, consulta, cierre, salvado e impresión de tablas.

También han de crearse o importarse el conjunto de Funciones de Transformación antes de hacer una EIA, aunque se pueden ir añadiendo durante la inserción de datos para una EIA.

El proceso de creación de tablas EIA comienza por elegir el tipo de las mismas con una o dos situaciones y crear *Acciones* y *Factores* usando los botones correspondientes mediante los cuales podemos crear tanto el árbol de acciones potencialmente impactantes, como el árbol de efectos potencialmente impactados, al introducirlos, se crea en la memoria, una tabla que deberá ser almacenada en la base de datos.

El proceso de apertura de las tablas comienza con la apertura de un formulario de consulta, donde aparece un listado de todas las tablas pertenecientes al proyecto actual, así como los árboles de acciones y factores. Una vez seleccionada una o más tablas EIA, el programa comienza la extracción de la información desde la base de datos, terminada la operación de apertura muestra una ventana, dentro del área de trabajo del proyecto abierto, por cada tabla EIA abierta.

La gestión de la visualización es el conjunto de comandos que la aplicación proporciona al usuario para seleccionar la forma, el modo y el tipo de los datos a visualizar, de manera que dicha información queda almacenada en cada tabla, también se gestiona el aspecto visual de la aplicación, y su respuesta ante determinados eventos, permitiendo en todo momento seleccionar qué información necesitamos, que tipo de datos visualizamos y cómo hemos de hacerlo. La información disponible es:

- Importancia del impacto ambiental
- Medidas correctoras
- Magnitud
- Impacto ambiental final

En este capítulo se analizan tres proyectos de disposición final de residuos sólidos municipales utilizando las herramientas del AIEIA (aplicación integral de evaluación de impacto ambiental) desarrolladas por Martín-Ramos (2003) y que involucran el proceso de estudio de impacto ambiental y la toma de decisiones multicriterio difusa a través del programa informático antes descrito.

Los proyectos seleccionados se localizan en la Isla de Mallorca; de acuerdo con el Plan Director Sectorial para la Gestión de los Residuos Urbanos en Mallorca (PDSGRUM) están ubicados en la zona de Son Reus y está centrada en las coordenadas geográficas XUTM= 473 km, YUTM=4388.75 km, se encuentra en el término municipal de Palma de Mallorca. Las plantas de metanización y de compostaje ocuparán una superficie total de 4,4 ha. y la de incineración en un predio vecino de 2 ha.. Se trata de proyectos de gestión de residuos urbanos, propuestos durante los últimos diez años y que actualmente están en operación.

En la **Figura 5.1** se localiza esta zona en el marco general de la Isla, mientras que la **Figura 5.2** muestra la localización de la zona de Son Reus y algunos de los municipios más cercanos.

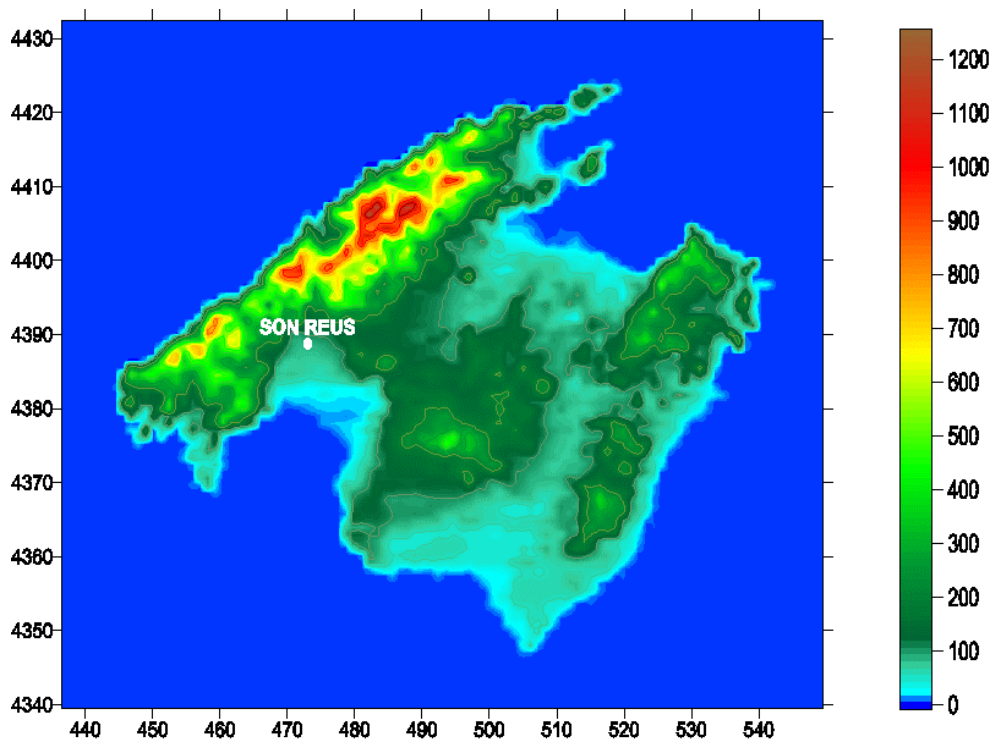


Figura 5.1. Localización de la Zona 1 del PDSGRUM (Son Reus) en la Isla de Mallorca.



Figura 5.2. Localización de la Zona de Son Reus-Zona 1, señalada con un círculo rojo.

La **Figura 5.3** muestra una fotografía aérea de la Zona 1 del PDSGRUM donde se señala la localización concreta de los proyectos objeto de esta evaluación.

Las razones para seleccionar estos proyectos y hacer su evaluación de impacto ambiental son las siguientes:

1. Aplicar una herramienta de valoración de impactos ambientales que antes no existía y que cuenta con la ventaja de poder manejar información numérica y lingüística a la vez, tal como se requiere en el proceso de evaluación de impactos ambientales.
2. Aprovechar los estudios de impacto ambiental presentados oportunamente para su aprobación ante la administración Balear como punto de partida para validar la metodología con técnicas difusas.

3. Tener un contraste de tres métodos distintos de gestión de residuos urbanos en un mismo sitio como son la incineración, la metanización y el compostaje, para efectuar un análisis multicriterio como ayuda a la toma de decisiones para futuros casos similares.



Figura 5.3. Foto aérea de la Zona de Son Reus mostrando la localización. Área encuadrada en rojo incineradora, en negro metanización y compostaje.

A continuación se procede al desarrollo de las técnicas de **evaluación difusa del impacto ambiental** propuestas en el apartado 3.3.3 a los siguientes proyectos:

- I. Proyecto de Planta Incineradora de residuos sólidos urbanos.

II. Proyecto de la Planta de Metanización de la fracción biodegradable.

III. Proyecto de la Planta de Compostaje.

5.2 Identificación de los factores ambientales.

Partiendo de la “Descripción del Entorno e Inventario Ambiental” presentada en los estudios de impacto ambiental de los proyectos antes mencionados, que aporta el conocimiento, análisis y valoración del medio receptor, se identifican los factores ambientales más representativos del entorno tomando en cuenta que el ámbito de referencia o zona de afectación con relación a la cual se van a estimar los impactos ambientales depende del tipo de variable ambiental y del proyecto. Son objeto de este inventario las características *físicas, químicas, biológicas y perceptuales* (paisaje) del territorio, necesarias para la definición de su estructura y la comprensión de su funcionamiento; así como, también las características relativas a la actividad humana, *socioeconómicas y socioculturales*.

El área de estudio se define como la superficie limitada por una circunferencia de 10 a 20 km. de radio (con el centro en la instalación proyectada), en algunos casos como el relativo al uso del suelo e infiltraciones por vertidos accidentales al suelo coinciden con los límites del terreno de la planta, en otros casos se establece un radio de 20 kilómetros como el relativo a las emisiones a la atmósfera o las especies animales y vegetales; en cambio, para variables como demografía, salud o mano de obra la referencia son los municipios de Palma de Mallorca y limítrofes.

Los factores ambientales son un conjunto de variables que permiten una aproximación más operativa al concepto de medio ambiente, susceptibles de ser inventariadas, cartografiadas, medidas, valoradas y tratadas, en resumen dar un conocimiento específico del territorio. Tal como se indica en la Directiva 97/11/CE de 3 de marzo, los factores sobre los que se han de identificar, describir y evaluar los efectos directos e indirectos de un proyecto son:

- ✓ El ser humano, la fauna y la flora,
- ✓ El suelo, el agua, el aire el clima y el paisaje,
- ✓ Los bienes materiales y el patrimonio cultural,
- ✓ La interacción de los factores indicados.

La legislación española añade además los ecosistemas, el patrimonio histórico, las relaciones sociales y las condiciones de sosiego público.

De acuerdo con la metodología descrita, se propone una estructura jerárquica tipo árbol para la representación del entorno, seccionándolo en subsistemas, medios y factores ambientales que nos permitan comprender y clasificar el entorno, asignándole una medida de su importancia relativa en unidades de importancia ponderada (UIP). Para facilitar esta tarea, se iniciará este proceso asignando 1000 UIP al nodo superior del árbol y después se definirán los pesos de los nodos inferiores como un porcentaje del peso del nodo inmediato superior, tomando en cuenta la fragilidad del factor ambiental, su valor de conservación o mérito, sensibilidad a los impactos, tamaño o dimensión de las variables, su importancia relativa y el ámbito de referencia o zona de influencia que se considere.

Para establecer el árbol de factores ambientales y la distribución de las UIP, además de tomar en cuenta los criterios anteriores, es muy provechoso convocar a un panel de expertos en el que estén representados diversos campos del conocimiento, intereses y sensibilidades para obtener el mejor escenario posible que servirá para la posterior valoración de importancia de impactos ambientales; en este trabajo, ante la imposibilidad de reunir a las partes involucradas, en lugar de un panel, se hicieron consultas directas a expertos.

Con el objeto de unificar criterios entre los expertos, se les hace saber que la selección de factores ambientales ha de cumplir las siguientes características mínimas:

- ✓ Ser representativos del entorno afectado
- ✓ Ser relevantes
- ✓ Ser excluyentes entre si, y

- ✓ De fácil identificación

Siguiendo estas directrices, para los proyectos considerados, se construyó un árbol de factores ambientales de cuatro niveles:

- ✓ Sistema ambiental,
 - Medio,
 - Factor y
 - Subfactor ambiental.

En la **Tabla 5.1** se indica esta información y se incluyen sus correspondientes unidades de importancia ponderada (UIP). Esta información se alimenta al programa informático AIEIA en el apartado “gestión de factores” el cual permite la creación, edición, eliminación, copiado, cortado y pegado de factores o grupos de factores ambientales.

El sistema ambiental es el medio ambiente en el que se desarrollará el proyecto y representa el 100 % de las UIP, éste a su vez, se ha dividido en subsistemas o medios, a los que se les ha ponderado de la siguiente forma:

- ✓ 46% de las UIP al medio físico por la importancia que representan para este ecosistema la calidad del agua, el aire y el suelo; al mismo tiempo de que son un medio de difusión para la contaminación ambiental y representan un importante indicador de las perturbaciones del medio;
- ✓ 18% de las UIP al medio biótico puesto que la cubierta vegetal y la fauna son un recurso valioso a pesar de encontrarnos en un medio en el que la presencia humana ha sido permanente durante siglos y por lo mismo, se han sobreexplotado los recursos; y
- ✓ 36% de las UIP restantes se han asignado al medio perceptual y socioeconómico, factores clave que influyen en el bienestar social y la calidad de vida.

El medio físico, representado por los factores agua, atmósfera y suelo, se han dividido en subfactores que indican algunos calidad y otros contaminación, algunos

abundancia y otros escasez del recurso, de acuerdo al inventario ambiental realizado en los estudios de impacto ambiental originales. La distribución de las UIP se ha hecho de la siguiente manera:

- ✓ 12% de las UIP corresponden al factor agua y todas ellas atribuidas al agua subterránea, dado que en el área de influencia no hay corrientes permanentes de aguas superficiales. Los estudios hidroquímicos que se realizaron en 12 pozos de agua en la zona, indican que la calidad del agua del acuífero es buena, apta para cualquier uso, salvo dos pozos que reportan una concentración alta en cloruros en uno y en el otro, elevada concentración en iones nitrato; comparando estos resultados recientes con análisis realizados siete años atrás a los mismos pozos, revelan que no existen variaciones significativas; igualmente, las medidas piezométricas efectuadas en las mismas fechas que los análisis químicos reportan mínimas variaciones del nivel freático, atribuibles a cambios estacionales y coyunturas de bombeo, mas que a una evolución regional de la disponibilidad de agua. Así pues, los indicadores seleccionados o subfactores y su ponderación relativa son:
 - 4% disponibilidad de agua
 - 4% calidad del agua
 - 4% recarga de acuíferos

- ✓ 20% de las UIP corresponden a factores atmosféricos que en su mayoría son indicadores de contaminación atmosférica indeseable, producto de las emisiones que se harán debidas a la construcción y operación de la planta. La calidad del aire en la zona de influencia de Son Reus ha tenido un especial seguimiento, debido a la presencia del incinerador de residuos sólidos urbanos, las concentraciones de los contaminantes medidas en las dos estaciones de muestreo reportan valores de inmisión en continuo por debajo de los límites marcados por la legislación vigente (R.D: 1088/1992, de 11 de septiembre) y no se observa ninguna pauta asociada con la presencia de un foco emisor fijo como pudiera ser la planta incineradora. Además de los valores límite de emisión marcados por el R.D. por disposición del *Consell Insular de Mallorca*

Tabla 5.1. Identificación de factores ambientales

Medio físico (46 %)	UIP %	
<i>Aguas (12 %)</i>		
Disponibilidad de agua	4	F ₁
Calidad del agua	4	F ₂
Recarga de mantos freáticos	4	F ₃
<i>Atmósfera (20 %)</i>		
Olores (COV)	4	F ₄
Gases de combustión	4	F ₅
Emisión de partículas	4	F ₆
Radiación lumínica	4	F ₇
Ruidos y vibración	4	F ₈
<i>Suelo (14 %)</i>		
Cambio de uso	3	F ₉
Cambios en el drenaje natural	3	F ₁₀
Infiltración por vertidos accidentales	4	F ₁₁
Valor del terreno	4	F ₁₂
Medio biótico (18 %)		
<i>Flora (9 %)</i>		
Cambios en la vegetación	3	F ₁₃
Diversidad de especies	3	F ₁₄
Disminución de espacios naturales	3	F ₁₅
<i>Fauna (9 %)</i>		
Aumento en la fauna nociva	3	F ₁₆
Agentes patógenos	3	F ₁₇
Vectores enfermedades-insectos	3	F ₁₈
Medio sociocultural (36 %)		
<i>Paisaje (12 %)</i>		
Calidad del paisaje	6	F ₁₉
Alteraciones y visibilidad	6	F ₂₀
<i>Salud (12 %)</i>		
Salud pública	6	F ₂₁
Salud del personal	6	F ₂₂
<i>Generación de empleo (4 %)</i>		
Demanda de mano de obra	4	F ₂₃
<i>Desarrollo urbano (8 %)</i>		
Gestión de residuos	4	F ₂₄
Inversión en servicios	4	F ₂₅
Total Medio Ambiente	100 %	

no se puede sobrepasar de 0.1 ng/m³N i-TEQ (factores de equivalencia tóxica) de emisión de policloro dibenzo-p-dioxinas y policloro dibenzofuranos y la planta incineradora de Son Reus está muy por debajo de los límites de emisión en todos los muestreos realizados hasta el momento. La ponderación asignada al factor atmósfera y los subfactores seleccionados es la siguiente:

- 4.0% olores
 - 4.0% gases de combustión (directos e indirectos)
 - 4.0% emisión de partículas
 - 4.0% radiación lumínica
 - 4.0% ruidos y vibraciones
- ✓ 14% de las UIP corresponden al factor suelo que en la zona está constituido por materiales de edad cuaternaria, esencialmente limos con pasadas de gravas, arenas y lentejones de conglomerados mas o menos cementados; en algunas áreas aparecen costras calcáreas y dunas de espesores muy variados. La permeabilidad del suelo es muy variable debido a su heterogeneidad geológica, pero se puede considerar baja con caudales específicos inferiores a 0.5 m³/h por metro de descenso. Se han repartido estas UIP de la siguiente manera:
- 3.0% cambio de uso del suelo
 - 3.0% cambios en el drenaje natural
 - 4.0% infiltración por vertidos accidentales
 - 4.0% valor del terreno

El medio biótico que cuenta con 18% de UIP, representado por la flora y la fauna, se ha subdividido a su vez en subfactores o atributos que nos indiquen las transformaciones que pueden ocurrir a grandes rasgos en los seres vivos del área de influencia de 5 km al rededor de la localización de la planta.

En esta área se encuentran especies vegetales protegidas de interés especial como *Myrtus communis*, *Rhamnus alaternus*, *Teucrium marum subsp. occidentale* incluidos

en el apartado B del anexo III del Catálogo Balear de especies vegetales amenazadas (Decret 24/92), como especies de interés especial, además de *Buxus balearica* y *Digitalis dubia* de la familia **Orchidaceae** y que constan en el apartado A; también existe vegetación natural de alto valor en forma de comunidades vegetales como encinares (muy fragmentadas) en la zona norte y algunas otras como los bosques de acebuches. Adicionalmente, existe producción de especies vegetales cultivadas como los almendros, los algarrobos, viñedos, cítricos de regadío y hortalizas. Para valorar la presencia de vegetación en la zona, se han propuesto los siguientes subfactores:

- ✓ 9.0% flora
 - 3.0% cambios en la vegetación
 - 3.0% diversidad de especies
 - 3.0% disminución de espacios naturales

- ✓ 9% fauna, en este apartado, se cuenta también con especies animales de interés especial, incluidas en el Catálogo General de Especies Amenazadas según el R.D. 439/1990 que en su anexo II menciona entre los anfibios al *Bufo viridis subsp. balearica*, reptiles (todas las especies de la lista), aves (con pocas excepciones) y microquirópteros (todas las especies). Se han seleccionado los siguientes subfactores para evaluar el sitio del proyecto, con la siguiente ponderación:
 - 3.0% aumento en la fauna nociva
 - 3.0% agentes patógenos
 - 3.0% vectores enfermedades-insectos

36% al medio perceptual y socioeconómico que es el receptor de las alteraciones producidas en el medio físico y generador a su vez dichas modificaciones. Para disminuir los efectos sobre los parámetros socioeconómicos, se recurre a una planificación y al conocimiento de las condiciones preoperacionales. Para valorar este importante aspecto del proyecto, que debe recibir los beneficios de su ejecución se han tomado en cuenta factores como el paisaje, la salud pública, la generación de empleo y el desarrollo de las inversiones en beneficio de la población. La distribución de las UIP para este medio se ha hecho de la siguiente forma:

-
- ✓ 12.0% del total de las UIP son para valorar el paisaje desde el punto de vista de su conservación y calidad, pues frente a las actividades humanas, el paisaje se comporta como un recurso natural aprovechable en actividades específicas como recreo, esparcimiento al aire libre, turismo y residencia entre otros y como factor de localización y comportamiento para las demás. La mayor parte de la percepción del paisaje se realiza por la vista y es en función de la visibilidad como se suelen identificar y valorar los impactos de una acción humana sobre él. De las unidades paisajísticas identificadas en la zona de Son Reus la que representa un mayor valor, es la definida como *área natural*, situada en el norte con una superficie de 2.164 hectáreas con los siguientes usos naturales: masas boscosas, zonas de bosque bajo, roquedos sin vegetación y zonas de olivos (introducidos por su valor tradicional y ecológico). Estas áreas coinciden con las estribaciones meridionales de la Serra Tramuntana y quedan dentro del radio de los 20 km. Los subfactores seleccionados son:
 - 6.0% calidad del paisaje
 - 6.0% alteraciones en el paisaje y visibilidad

 - ✓ 12.0% de las UIP se han dedicado a valorar la salud como parte del bienestar a que tiene derecho la sociedad, distribuyendo este factor en los siguientes dos aspectos:
 - 6.0% salud pública y
 - 6.0% salud del personal de la planta

 - ✓ 4.0% generación de empleo como demanda de mano de obra por parte del proyecto en beneficio de la comunidad y

 - ✓ 8.0% desarrollo urbano y regional, de los cuales, se toman dos aspectos representativos, a saber:

- 4.0% gestión de residuos, como contribución a la calidad de vida de la población y la satisfacción de un servicio público de las sociedades desarrolladas.
- 4.0% inversión en servicios provenientes de las contribuciones de la población económicamente activa.

Las unidades de importancia ponderada asignadas a cada factor permitirán realizar posteriormente ponderaciones de los efectos globales por filas para identificar los factores más afectados por el proyecto y por columnas para identificar las acciones más agresivas, las poco agresivas y las beneficiosas.

5.3 Identificación de las acciones del proyecto

En este apartado se hará una breve descripción de los proyectos, procurando dar una visión genérica en la que las características, peculiaridades y datos básicos que resulten de interés para el estudio queden expuestos, así como sus interrelaciones con el medio. El fin principal de este apartado es identificar las acciones que tengan alguna repercusión ambiental.

Una vez identificadas las acciones del proyecto, alimentamos dicha información al programa informático AIEIA en el apartado “gestión de acciones” el cual permite la creación, edición, eliminación, copiado, cortado y pegado de acciones o grupos de acciones.

5.3.1 Proyecto de una incineradora de residuos sólidos urbanos

El proyecto consiste en la construcción de una planta de incineración, en Son Reus, mediante la combustión de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) generados en la isla

de Mallorca. El proyecto incluye la recuperación de la energía de combustión en forma de energía eléctrica.

La capacidad nominal de incineración es de 450 t/día (18,75 t/h) por cada línea, para residuos sólidos urbanos de poder calórico (PCI) hasta 8.625 kJ/kg (2.070 kcal/kg). Los hornos estarán preparados para la dosificación de aceites usados en una cantidad de 3.000 t/año.

El sistema incluye el aprovechamiento de la actual línea de incineración, así como la construcción de otras tres. Las líneas nuevas se instalaron y entraron en funcionamiento por fases: dos líneas en el año 1995 y la otra está prevista pero no construida. A más largo plazo, en función del crecimiento de la producción de residuos sólidos urbanos en la isla, esta previsto prescindir de la línea de incineración existente y construir otra similar a las nuevas.

Los residuos a tratar en la planta incineradora son de tres tipos:

- Basuras domésticas (de forma mayoritaria),
- Aceites usados y
- Residuos voluminosos.

A continuación se describen las características más importantes de cada uno de ellos:

Basuras domésticas

Se ha estimado que la composición media de las basuras urbanas a incinerar será la siguiente:

- humedad inferior al 60 %
- combustibles entre un 12 y un 36 %
- inertes entre un 15 y un 30 %
- PCI entre 6.375 y 8.625 kJ/kg (1.530 y 2.070 kcal/kg)

A nivel orientativo, en la **Tabla 5.2** se presentan los resultados sobre varias muestras de residuos urbanos procedentes de diversas zonas de Mallorca.

Tabla 5.2. Contenidos porcentuales medidos en muestras de RSU de diversas zonas de Mallorca

Componente	Contenido mínimo (% en peso)	Contenido máximo (% en peso)	Contenido medio (% en peso)
Materia orgánica	24,00	48,00	38,67
Papeles	15,00	36,00	19,71
Plástico	6,70	17,00	11,26
Vidrio	3,40	19,00	11,37
Metales férricos	1,90	7,60	4,35
Madera	-	4,00	1,11
Textiles	1,20	14,00	7,16
Gomas y caucho	-	6,30	1,28
Pilas y baterías	-	0,61	0,18
Varios	0,43	16,00	4,14
Metales no férricos	0,15	0,95	0,77

Aceites usados

Se incluye la posibilidad de incinerar los aceites usados procedentes de automóviles y de motores de combustión interna, así como aceites hidráulicos y restos de combustibles. La composición típica de estos residuos está reportada en la **Tabla 5.3**:

Tabla 5.3. Composición de los aceites usados

	Composición en peso (%)
Aceite mineral	79
Agua	8
Aditivos	7 - 15
Gas-oil	3
Disolvente	2
Hidrocarburos ligeros	1

Los aditivos están compuestos básicamente por óxidos metálicos. El PCI de este material alcanza los 37.600 kJ/kg (9.000 kcal/kg) y se estima una cantidad de 3.000 t/año.

Residuos voluminosos

Son aquellos residuos que, debido a su tamaño y características, es imprescindible efectuar una trituración para poder ser alimentados al sistema de incineración.

Los de origen domiciliario son muebles, electrodomésticos, colchones, somieres, etc. Los de origen industrial son neumáticos usados, embalajes de madera, palets, cajas, plásticos, piezas metálicas de automóviles, etc. Según el poder calorífico estos residuos se pueden dividir en tres categorías:

- Residuos sin poder calorífico (electrodomésticos y piezas metálicas)
- Residuos con PCI entre 3.000 y 4.000 kcal/kg (muebles, embalajes, maderas, etc.)
- Residuos con PCI de 7.000 kcal/kg (neumáticos usados)

En la **Figura 5.4** se presenta el diagrama de bloques del proceso de incineración de residuos sólidos urbanos.

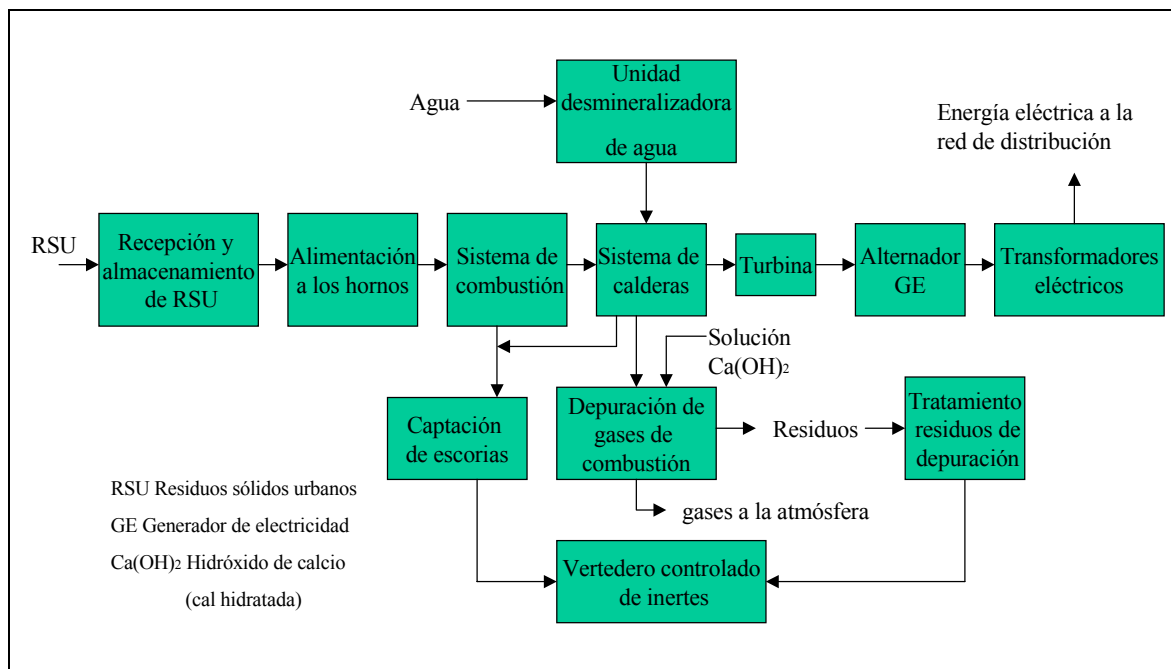


Figura 5.4. Planta incineradora

A continuación se da una breve descripción de las áreas de proceso más importantes de la Planta Incineradora:

- ✓ *Recepción y almacenamiento.* Los residuos sólidos urbanos de origen domiciliario procedentes de Palma son conducidos mediante camiones, mientras que los procedentes de otras localidades son conducidos por camiones tipo *transfer* desde las estaciones de transferencia. Los aceites usados llegan en camiones cisternas y se descargan en un tanque de almacenamiento enterrado de 50 m³. Los residuos voluminosos (muebles, embalajes de madera, cajas, etc.) se alimentan a una máquina desgarradora con efecto triturador y con vertido directo al foso con capacidad de almacenaje suficiente para cuatro líneas de 450 t/día durante dos días de operación a plena carga.
- ✓ *Sistema de incineración.* En estos hogares la combustión completa de los residuos se efectúa en tres etapas, por lo que se pueden distinguir tres áreas: zona de secado (volatilización de la materia orgánica e ignición), zona de combustión principal y zona de combustión final. Cada horno nuevo dispone de quemadores para apoyo a la combustión y arranques de la instalación. Estos quemadores son capaces de funcionar con fuel-oil y con aceites usados.
- ✓ *Sistema de calderas.* Se instaló una caldera por línea de incineración. Las calderas garantizan la producción de vapor a 400 °C y 40 bares absolutos, estas calderas disponen de una cámara radiante, una pantalla, un sobrecalentador, un banco de convección y un economizador. La unidad de desmineralización tiene una capacidad de 8 m³/h a fin de tratar toda el agua del ciclo de caldera.
- ✓ *Línea de vapor.* El vapor producido por la caldera, tanto en las nuevas líneas de incineración como en la existente, se utiliza para alimentar una turbina a condensación con extracciones intermedias. La función de esta turbina es generar energía eléctrica.
- ✓ *Generación de energía eléctrica.* El sistema para la generación de energía eléctrica está constituido básicamente por la turbina, un alternador y un grupo de transformadores. La turbina está diseñada para admitir la cantidad de vapor máxima (160 t/h con un margen del 3% a 400 °C y 40 bar absolutos) producido por las tres líneas de incineración nuevas, considerando un precalentamiento máximo del aire de combustión y la caldera completamente limpia. En estas condiciones la turbina tiene la capacidad de generar una potencia de 33,4 MW brutos. De los cuales, restando los 4 MW de consumo interno de la planta

quedan 29,4 MW que pueden ser introducidos en el sistema general de suministro eléctrico.

Se instalará un alternador síncrono, trifásico, capaz de generar una corriente eléctrica de 11 kV a 50 Hz con un factor de potencia de 0,8. El sistema eléctrico y de control del alternador permite el mantenimiento de los valores de tensión, frecuencia, etc., de modo automático.

- ✓ *Depuración de los gases de combustión.* Los gases de combustión se introducen desde la caldera a la instalación de depuración. En este sistema de depuración de gases del tipo semiseco, se ha instalado uno por línea, y está previsto completar el electrofiltro existente con un sistema similar en la línea actual.
- ✓ *Escorias y cenizas.* Para asegurar el correcto funcionamiento de la instalación es necesario evacuar las escorias resultantes en el proceso de incineración, éstas son arrastradas en pequeños paquetes hasta la tolva de extracción. Las escorias calientes arrastradas por el extractor caen a una tolva de evacuación y a continuación a un depósito lleno de agua. Las escorias procedentes de las diferentes líneas son recogidas en el foso de escorias, desde donde son conducidas al vertedero controlado de inertes y las cenizas recogidas en la caldera, junto con los residuos de la depuración del reactor de neutralización y del filtro de mangas son conducidas a un silo de cenizas, desde donde, previa estabilización, son transportadas al vertedero controlado de inertes.

Actividades del proyecto

El proyecto de Planta Incineradora de Residuos Urbanos considera actividades que corresponden a la etapa de preparación del sitio y construcción, como movimiento de maquinaria, movimiento de tierras y desbroce, generación de escombros de construcción, transporte de materiales, consumos de energía y combustibles, consumo de agua, obras de drenaje y almacenamiento de agua, excavaciones y cimentaciones, estas actividades a pesar de ser de corta duración y cesar tan pronto como las instalaciones estén en condiciones de funcionar normalmente, ocasionan impactos que se deben tener en cuenta en el proceso de evaluación, por los destrozos físicos, residuos, molestias y riesgos que pueden suponer para la población y el medio

ambiente, que pueden ser previstos y evitados a través del diseño y organización del proyecto.

En la fase de operación de la instalación, se realizan actividades que se repiten durante el ciclo de vida del proyecto y que se deben tener bajo control para evitar que su impacto sea más severo de lo previsible, estas actividades son: transporte rodado de residuos sólidos urbanos (RSU), recepción y almacenamiento de RSU, combustión de RSU, producción y consumo de energía, consumo de agua de proceso y sanitarios, generación de energía eléctrica, depuración de gases de combustión, recogida de escorias, ocupación del suelo y presencia de edificios, almacenamiento de agua pluvial, tratamiento y reutilización de agua, funcionamiento de maquinaria y equipo, iluminación nocturna, control de condiciones de operación, residuos y rechazos a vertedero de materiales no combustibles o indeseables.

Se representan estas actividades mediante un árbol jerárquico de tres niveles en la **Tabla 5.4** (proyecto, etapa y acción).

Tabla 5.4. Identificación de las acciones del proyecto de Incineración de RSU

<i>Etapa de construcción</i>	
Movimiento de maquinaria	A ₁
Movimiento de tierras y desbroce	A ₂
Escombros de construcción	A ₃
Transporte de materiales	A ₄
Consumos de energía	A ₅
Consumo de combustibles	A ₆
Consumo de agua	A ₇
Excavaciones y cimentaciones	A ₈
Ocupación del suelo	A ₉
<i>Etapa de operación</i>	
Transporte rodado de residuos	A ₁₀
Recepción y almacenamiento de RSU	A ₁₁
Incineración de RSU	A ₁₂
Consumo de energía	A ₁₃
Consumo de agua de proceso	A ₁₄
Consumo de agua en servicios sanitarios	A ₁₅
Generación de energía eléctrica	A ₁₆
Depuración gases de combustión	A ₁₇
Recogida de escorias y cenizas	A ₁₈
Ocupación del terreno y presencia de edificios	A ₁₉
Tratamiento y reutilización de agua	A ₂₀
Funcionamiento de maquinaria y equipo	A ₂₁
Iluminación nocturna	A ₂₂
Control de condiciones de operación	A ₂₃
Residuos y rechazos a vertedero	A ₂₄

5.3.2 Proyecto de la Planta de Metanización

La planta de metanización ocupa una superficie de 18.632 m² y se realizará en tres fases, de forma modular, adaptándose a la implantación de la recogida selectiva de la fracción biodegradable de los residuos urbanos. La capacidad total de tratamiento en la última fase será de 94.000 t/año.

Se admitirán los siguientes tipos de residuos:

- La *fracción biodegradable de los residuos municipales (FBRM)*, que debe tener como máximo un 15% de impurezas (fracción no fermentable). Este aspecto es fundamental para el correcto funcionamiento del proceso, si dicho límite se excede pueden surgir problemas de operación en la instalación.
- Fracción sólida procedente de la digestión anaeróbica de la FBRM con un contenido de impurezas superior al 5 % (MET) [recirculación].

La **Tabla 5.5** muestra las capacidades de tratamiento para cada una de las fases de desarrollo del proyecto, así como las cantidades de sólidos de la digestión anaerobia (MET) producidos.

Tabla 5.5. Capacidad de tratamiento de residuos y de producción de MET para cada una de las fases de desarrollo del proyecto

Material	FASE 1	FASE 2	FASE 3
FBRM entrada a planta (t/año)	32.000	63.000	94.000
FBRM entrada a digestión(t/año)	24.000	47.000	70.000
MET producido (t/año)	12.000	24.000	35.000
Rechazo (t/año)	8.000	16.000	24.000
Biogás producido (Mm ³ /año)	2,25 – 2,8	4,5 – 5,6	7 – 8,4
Potencia motores generadores de electricidad (MW)	0,7 – 0,85	1,4 – 1,7	2,1 – 2,5

La producción de biogás dependerá directamente del contenido de sólidos volátiles de la fracción biodegradable de los residuos urbanos municipales (FBRM) a la entrada del digestor, a falta de datos empíricos sobre la composición de estos materiales en Mallorca, ya que la recogida selectiva se implantó recientemente, para el diseño de la planta se realizó el cálculo de la producción de biogás en función de una ratio de generación de biogás media (en función de la experiencia de plantas de metanización en funcionamiento) y la cantidad de residuos de entrada al digestor. Este rango de producción de biogás se encuentra entre 100 y 140 Nm³/t residuo de entrada.

Este proyecto está dirigido al tratamiento de la fracción biodegradable de los residuos urbanos municipales (FBRM), bajo el supuesto de que se implantará un sistema de recogida selectiva que cuenta con tres fases que establecen las metas de aumentar cada vez la cantidad de fracción orgánica a procesar y de la que depende el aprovechamiento de la capacidad proyectada de la planta, culminando en la tercera fase con 94.000 t/año (188.000 m³/año) de FBRM conteniendo un máximo de impurezas (fracción no fermentable) del 15%. Se espera que el biogas producido tenga un contenido de metano entre 60 % y 65 % y un poder calórico de 6.4 kWh/m³ que a capacidad normal en la tercera fase llegarán a producir 19,9 GWh/año de energía eléctrica bruta generada.

En la **Figura 5.5** se presenta un diagrama de bloques del proceso de metanización y generación de energía eléctrica.

El proceso de metanización consiste de las siguientes etapas:

- *Clasificación* que consiste en: preselección manual, tamizado a un tamaño de 80 mm, separación de los metales férricos, separación manual de materiales reciclables o extraños y de metales no férricos.
- *Almacén pulmón*, con capacidad para almacenar la cantidad de FBRM correspondiente a dos días de operación de la metanización, se dispone de dos almacenes pulmón para cada fase de implantación del proceso

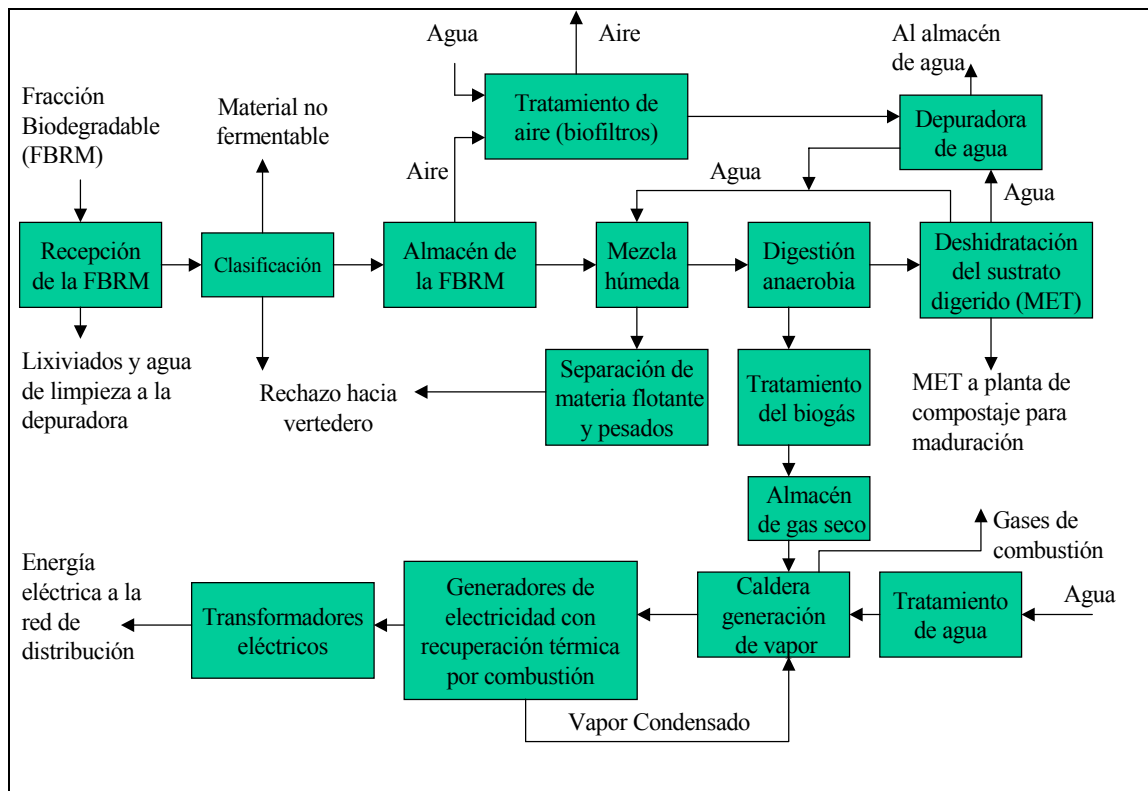


Figura 5.5. Planta de metanización

- *Mezcla húmeda*, la FBRM procedente del almacén pulmón se mezcla con agua, recirculada de la digestión, hasta obtener una corriente de alimentación a los digestores con un contenido en materia seca entre el 10 y el 15%.
- *Digestión anaerobia*, el tiempo de residencia de la FBRM en el interior de los digestores oscila entre 15 y 20 días.
- *Deshidratación* mediante un filtro banda en una primera etapa, posteriormente se realiza en unas prensas de tornillo.
- *Tratamiento del biogás y recuperación de energía* que consiste en eliminar el H₂S presente en el biogás, separación de espumas y de partículas, secado, almacenamiento y aprovechamiento energético para lo cual se usan motores generadores de electricidad con recuperación térmica de los efluentes térmicos (cogeneración).

En la **Tabla 5.6** se indica la cantidad de energía eléctrica y térmica obtenida en cada una de las fases, considerando un rendimiento de los motores del 37% y disponibilidad anual del 90%.

Tabla 5.6. Producción de energía eléctrica y térmica en las diferentes fases de explotación de la planta de metanización

	FASE 1	FASE 2	FASE 3
Caudal biogas (Nm ³ /año)	2.880.000	5.640.000	8.400.000
Energía a motores (kWh/año)	18.432.000	36.096.000	53.760.000
Potencia requerida motores (MWe)	0,78	1,83	2,52
Energía eléctrica bruta generada (GWh/año)	6,15	14,4	19,9
Energía térmica generada (GWh/año)	12,25	21,6	33,9

En la memoria del proyecto básico de la planta de metanización se consideran las siguientes medidas preventivas, tomadas en cuenta desde la definición del proyecto:

- Incorporación de un sistema de captación y tratamiento de gases (lavador y biofiltro).
- Recirculación del agua del proceso de digestión en el *pulper* de mezcla húmeda.
- Construcción de una depuradora de aguas residuales para tratar el excedente de aguas de deshidratación de los digestores y de la planta de compostaje.
- Recogida de las aguas pluviales y de escorrentía para su aprovechamiento en la instalación (riego de jardinería).
- Flexibilidad en la operación de los digestores (condiciones mesófilas y termófilas).
- Las edificaciones tendrán un carácter singular y alejado del prototipo industrial.
- Aprovechamiento del biogás para generar energía eléctrica con recuperación térmica.
- Pavimentación interior de la planta de clasificación y metanización.
- Pavimentación de los viales exteriores de tráfico rodado.

- Incorporación de un silenciador en el motor de biogás, diseñado para un nivel sonoro de 70 dBA a una distancia de 10 m con un módulo en funcionamiento.
- Control y operación de la planta automatizados.
- Utilización de arbolado y de zonas ajardinadas como franjas que ayudan a mejorar la perspectiva del conjunto y sirven de espacios de seguridad.

Tendientes a prevenir algunos de los efectos adversos al medio ambiente, lo cual influirá directamente en el impacto global del proyecto.

Identificación de las actividades del proyecto

Para el análisis de las actividades inherentes al proyecto, se hará una diferenciación de las etapas que lo conforman, por una parte, la fase de preparación del sitio, obras de construcción e instalación de la maquinaria y puesta en servicio de la planta, las cuales se harán una sola vez y tendrán la mayoría de ellas un efecto temporal, a la cual denominaremos *etapa de construcción* y por otra parte, la fase más prolongada y que define la vida del proyecto, en la cual habrán de realizarse las tareas que son el objeto principal de la planta y que implican la entrada de materiales, insumos y energía dando como resultado la producción de biogás (principalmente metano y bióxido de carbono) que se aprovechará para generar energía eléctrica, un residuo sólido fermentado utilizable en la planta de compostaje anexa, emisiones gaseosas que serán aprovechadas para producir energía eléctrica y vertido de líquidos que serán tratadas en una depuradora que forma parte de la instalación para reutilizarse posteriormente en el proceso, a esta fase se le identifica como *etapa de operación*.

En la **Tabla 5.7** se reseñan estas actividades. No se incluyen actividades eventuales de la etapa de operación como serían las de mantenimiento, arranque y paro programado puesto que serán actividades eventuales controladas no cotidianas.

Tabla 5.7. Identificación de las acciones del proyecto de metanización que podrían transformar el medio

<i>Etapa de construcción</i>	
Movimiento de maquinaria	A ₁
Movimiento de tierras y desbroce	A ₂
Escombros de construcción	A ₃
Transporte de materiales	A ₄
Consumos de energía	A ₅
Consumo de combustibles	A ₆
Consumo de agua	A ₇
Obras de drenaje y almacenamiento de agua	A ₈
Ocupación del suelo	A ₉
<i>Etapa de operación</i>	
Ocupación del territorio y presencia de edificios	A ₁₀
Almacenamiento de agua pluvial	A ₁₁
Generación de energía eléctrica	A ₁₂
Renovación de aire en las naves y purgas de gas	A ₁₃
Consumo de energía	A ₁₄
Consumo de combustibles	A ₁₅
Transporte rodado de residuos	A ₁₆
Consumo de agua de proceso	A ₁₇
Consumo de agua en servicios sanitarios	A ₁₈
Lixiviados en recepción de FBRM	A ₁₉
Tratamiento de residuos fermentables	A ₂₀
Funcionamiento de maquinaria y equipo	A ₂₁
Funcionamiento de motores y turbinas	A ₂₂
Iluminación nocturna	A ₂₃
Control de condiciones de operación	A ₂₄
Tratamiento y vertido de agua	A ₂₅
Residuos y rechazos a vertedero	A ₂₆

5.3.3 Proyecto de la Planta de Compostaje

En la planta de compostaje se admitirán los siguientes tipos de residuos:

- Los *lodos digeridos anaeróbicamente y deshidratados* (20-25% de materia seca) procedentes de las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR) de Mallorca.
- La *fracción biodegradable de los residuos municipales* (FBRM), con un máximo de impurezas de 5%, obtenida en la recogida selectiva.
- Los *residuos sólidos generados en la metanización* (MET) de la fracción orgánica con un contenido en impurezas superior a 5% procedente de la recogida selectiva de los residuos urbanos.

- El *material estructural* (ME) constituido por restos de poda, cáscaras de almendra, etc.

Para el diseño de la planta de compostaje se han considerado tres fases, asociadas a la implantación de la recogida selectiva de la fracción fermentable de los residuos sólidos urbanos y al desarrollo de las fases de la planta de metanización adyacente.

La **Tabla 5.8** muestra las capacidades de tratamiento para cada uno de los materiales en las diferentes fases de desarrollo del proyecto, así como las capacidades de producción de compost para las mismas. Estos datos se han estimado basándose en considerar que la planta de compostaje opera 250 días/año.

Tabla 5.8. Capacidad de tratamiento de residuos y de producción de compost para cada una de las fases de desarrollo del proyecto

Material	FASE 1	FASE 2	FASE 3
Lodos (t/año)	49.000	49.000	49.000
FBRM (t/año)	5.000	10.000	14.000
MET (t/año)	12.000	24.000	35.000
ME (t/año)	27.000	31.600	35.600
Total Residuos	93.600	114.600	133.600
Turnos de Trabajo	1	1,16	1,4
Compost (t/d)	111	135	159
Compost (t/año)	27.750	33.750	39.750

Las fracciones biodegradables de los residuos municipales (FBRM), los lodos de las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR) y el material estructural (ME) se transportan mediante camiones a la planta de compostaje y se pesan a la entrada de la instalación. El residuo sólido de la metanización (MET) es transportado mediante cintas desde la planta de metanización.

La FBRM y el MET se almacenan en playa y se alimentan al proceso mediante una pala cargadora. Los lodos de EDAR se almacenan en silos metálicos enterrados desde donde se alimentan mediante tornillos sinfín.

En la **Tabla 5.9** se presentan las bases de dimensionado de los espacios requeridos para el almacenamiento de los diferentes materiales, así como las dimensiones requeridas.

Tabla 5.9. Dimensiones y características de las áreas de almacenamiento para los diferentes residuos alimentados al proceso de compostaje

	FBRM	MET	Lodos	ME
Forma de almacenamiento	playa	playa	Silos metálicos	playa
Cantidad (t/a)	14.000	35.000	49.000	35.600
Volumen (m ³ /a)	23.500	58.400	49.000	118.667
Aprovechamiento del espacio (%)	70	70	85	70
Días de trabajo/año	250	365	250	250
Autonomía (días)	3	5	3	3
Altura máxima de almacenamiento (m)	2,5	2,5	2 ^(*)	2,5
Capacidad almacenamiento requerida	161 m ²	457 m ²	346 m ³ /silo	813 m ²

^(*)Indica el número de silos

Proceso de compostaje

Cada fracción de materia orgánica, junto con el material estructural requerido, se tratan de forma separada al resto de fracciones de tal manera que, en todo momento se conozca el origen de los diferentes tipos de compost y por tanto, la cantidad de impurezas a la entrada, etc. Durante la operación de la planta pueden efectuarse mezclas de diferentes materiales para optimizar el aprovechamiento de los equipos de compostaje, así como para estudiar la influencia sobre las propiedades del compost cuando se mezclan distintas fracciones orgánicas.

En la **Figura 5.6** se representa en un diagrama de bloques el proceso de compostaje de la fracción biodegradable de residuos sólidos urbanos.

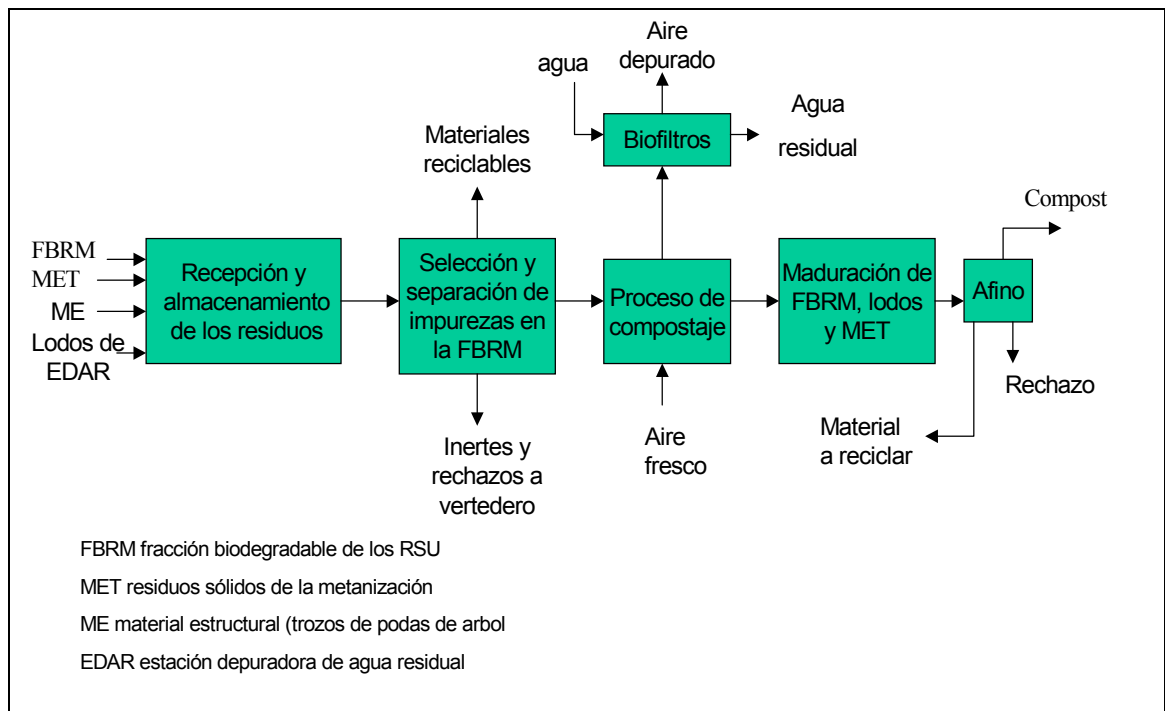


Figura 5.6. Diagrama de una planta de compostaje

Compostaje de la fracción biodegradable de residuos urbanos

a) Sistema de selección y separación de impurezas. En caso de que el contenido de impurezas supere el 10%, este sistema funcionará antes de los tambores de compostaje. Consta de los siguientes elementos:

- ✓ Alimentador,
- ✓ Separador magnético,
- ✓ Separador neumático de los “films”.
- ✓ Cabina de selección,
- ✓ Sistema de control asociado.

b) Tambores de Compostaje. Las etapas iniciales de la fermentación aerobia del FBRM (latente, mesófila y termófila), se realizan de forma completamente cerrada en tambores rotativos y son las más críticas, tanto por lo que respecta al control del proceso como en la generación de olores.

c) Maduración de la FBRM, Lodos y MET

En esta etapa de maduración se introducen la FBRM procedente de la fermentación intensiva, así como la MET y los lodos de EDAR que ya han pasado por un proceso de digestión anaerobia (la MET en la planta de metanización adyacente y los lodos en la planta de tratamiento de aguas residuales de donde proceden) por lo que no es necesario someterlos a una etapa de prefermentación en la planta de compostaje.

Para el proceso de maduración de las fracciones orgánicas que se tratarán en la planta de compostaje, la tecnología seleccionada ha sido la de túneles de compostaje cerrados herméticamente con alimentación y descarga automáticas, así como una volteadora autónoma de entrada a los túneles.

Una vez finalizado el proceso de maduración, el compost se saca de los túneles y se dirige a la instalación de afino mediante un sistema de cintas. El sistema se diseñó para trabajar en un turno de 7 horas efectivas. Este proceso constará de dos líneas idénticas para garantizar la máxima disponibilidad.

Identificación de las actividades del proyecto

Para el análisis de las actividades inherentes al proyecto que pueden ocasionar un impacto ambiental, las clasificaremos de acuerdo al momento en que se ejecutan, por una parte, la fase de preparación del sitio, obras de construcción e instalación de la maquinaria y puesta en servicio de la planta, las cuales se harán una sola vez y tendrán la mayoría de ellas un efecto temporal, a la cual denominaremos *etapa de construcción* y por otra parte, la fase más prolongada y que define el ciclo de vida del proyecto, en la cual habrán de realizarse las tareas que son el objeto principal del proyecto y que implican la entrada de materiales, insumos y energía dando como resultado la producción de composta, emisiones gaseosas que serán pasadas por un biofiltro y líquidas que serán tratadas en una depuradora que forma parte de la planta para reutilizarse posteriormente en el proceso, a esta fase se le identifica como *etapa de operación*.

En la **Tabla 5.10** se incluyen estas actividades en forma jerárquica por etapas:

Tabla 5.10. Identificación de las acciones del proyecto de Compostaje

<i>Etapas de construcción</i>	
Movimiento de maquinaria	A ₁
Movimiento de tierras y desbroce	A ₂
Escombros de construcción	A ₃
Transporte de materiales	A ₄
Consumo de energía	A ₅
Consumo de combustibles	A ₆
Consumo de agua	A ₇
Obras de drenaje y almacenamiento de agua	A ₈
Ocupación del suelo	A ₉
<i>Etapas de operación</i>	
Ocupación del territorio y presencia de edificios	A ₁₀
Almacenamiento de agua pluvial	A ₁₁
Renovación de aire en las naves	A ₁₂
Biofiltros de aire	A ₁₃
Consumo de energía	A ₁₄
Consumo de agua de proceso	A ₁₅
Consumo de agua en servicios sanitarios	A ₁₆
Lixiviados	A ₁₇
Humectación del compost	A ₁₈
Tratamiento y reutilización de agua	A ₁₉
Funcionamiento de maquinaria y equipo	A ₂₀
Iluminación nocturna	A ₂₁
Control de condiciones de operación	A ₂₂
Transporte rodado de residuos	A ₂₃
Residuos y rechazos a vertedero	A ₂₄
Tratamiento de residuos fermentables	A ₂₅

5.4 Identificación de impactos ambientales

Una vez conocidos los proyectos, el entorno que les rodea y la capacidad de acogida, estamos en condiciones de iniciar la identificación de los impactos.

Del análisis de las actividades y los factores ambientales, deducimos los impactos ambientales, identificando que acciones afectan a cada uno de ellos. Se debe tener presente que un impacto ambiental es toda alteración favorable o desfavorable que produce una acción, programa o proyecto en el medio o en alguno de sus componentes. Así, el impacto del proyecto será la diferencia entre la situación del

medio ambiente futuro modificado, tal como resultaría después de la realización del proyecto y la situación del medio ambiente futuro tal como habría evolucionado normalmente sin tal actuación.

Esta fase consiste en identificar las relaciones causa-efecto entre las acciones y los factores, señalados anteriormente como relevantes. Cada relación causa-efecto identifica un impacto potencial que se indica en una matriz de impactos y cuya significación se ha de estimar. A continuación se indican estas relaciones y se presentan en forma de tablas y matrices.

5.4.1 Etapa de construcción

Durante la etapa de construcción, los tres proyectos coinciden en las actividades de movimiento de maquinaria, movimiento de tierras y desbroce, producción de escombros de construcción, transporte de materiales, consumo de energía, consumo de combustibles, consumo de agua y ocupación del suelo, la planta de metanización y la de compostaje, contarán con obras de drenaje y almacenamiento de agua y la planta incineradora tendrá obras de excavaciones y cimentación. Estas actividades tendrán impactos sobre los factores ambientales

Las actividades similares de los tres proyectos en esta etapa de construcción inciden de la siguiente manera:

El movimiento de maquinaria, genera gases de combustión, emisión de partículas, ruidos y vibración que impactan negativamente sobre el factor ambiental *aire* aunque por otra parte, impacta positivamente al medio socioeconómico al generar una fuente de empleo.

El movimiento de tierras y desbroce tienen un impacto negativo sobre el factor ambiental *aire* por la emisión de partículas y el ruido y vibración que produce, sobre el suelo por el cambio de uso y los cambios en el drenaje natural que se producen, sobre la flora por los cambios en la vegetación, sobre el paisaje porque afecta la calidad del

paisaje, pero impacta positivamente al medio socioeconómico porque requiere de mano de obra.

La generación de **escombros de construcción** produce emisión de partículas que impactan negativamente al factor aire y afecta al paisaje por el mal aspecto que presentan cuando se encuentran en la obra, lo que requiere de una inmediata gestión de estos residuos.

El transporte de materiales al igual que el movimiento de maquinaria, tiene un impacto negativo sobre el factor aire por la generación de gases de combustión, la emisión de partículas y los ruidos y vibración que se ocasionan, su lado positivo es la generación de empleo que activa la economía.

El consumo de energía y el consumo de combustibles, en el alumbrado, maquinaria eléctrica y de soldadura de estructuras, así como de la maquinaria de combustión interna como mezcladoras de concreto tiene como resultado impactos negativos sobre el factor aire por los gases de combustión y la emisión de partículas al ambiente, directos e indirectos.

El consumo de agua en la obra, impacta al factor ambiental agua principalmente en su disponibilidad para otros usos.

Las **excavaciones y cimentaciones** así como las **obras de drenajes y almacenamiento de agua**, impactan al factor agua en cuanto a su disponibilidad, ocasionan ruidos y vibraciones, y cambios en el drenaje natural que impactan al factor suelo.

La **ocupación del suelo** ocasiona un impacto negativo al factor suelo por los cambios en su drenaje natural, a la flora porque representa una barrera a la diversidad de especies y al paisaje porque cambia la visibilidad y altera el paisaje.

5.4.2 Etapa de operación

En esta etapa, cada proyecto tiene aspectos particulares de acuerdo al proceso que se ejecuta, en términos generales, los impactos identificados sobre cada factor son:

Planta Incineradora

Agua: las actividades que impactan negativamente son el consumo de agua de proceso tanto para la depuración de los gases de combustión como para la generación de vapor y el consumo de agua en servicios sanitarios, afectando la disponibilidad del agua y su calidad. El tratamiento y reutilización del agua es la actividad que produce un impacto positivo sobre este factor ambiental.

Aire: este factor ambiental se ve impactado negativamente por actividades como el transporte de los residuos sólidos, la recepción y almacenamiento de residuos, la combustión de los residuos, el consumo de energía (por emisiones indirectas), generación de energía eléctrica, el funcionamiento de la maquinaria y el equipo y la iluminación nocturna. Los impactos positivos a este factor ambiental los producen las actividades de depuración de los gases de combustión, la recolección de escorias y cenizas, el control de las condiciones de operación y el envío de residuos y rechazos al vertedero.

El medio biótico, flora y fauna, se ven impactados negativamente durante la operación de la planta por la recepción y almacenamiento de los residuos sólidos lo cual influye en la presencia de patógenos y la ocupación del suelo y presencia de los edificios que afecta a la flora principalmente, en cambio, impactan positivamente el control de las condiciones de operación y la gestión de los residuos y rechazos que se envían oportunamente al vertedero.

El paisaje se ve impactado por las actividades del transporte rodado de residuos, la ocupación del suelo y la presencia de edificios.

Del **medio socioeconómico**, la **salud**, el **empleo** y el **desarrollo urbano** se ven impactados favorablemente por las actividades del proyecto entre otras por el transporte de los residuos, la recepción, almacenamiento e incineración de los residuos sólidos, la generación de energía, la depuración de los gases de combustión, la recolección de escorias y cenizas del proceso, el tratamiento y reutilización del agua, la iluminación nocturna y la gestión de los residuos y rechazos que se envían al vertedero.

En la **Tabla 5.11** se presentan las acciones y los factores ambientales de la Planta Incineradora de residuos sólidos urbanos y la **Tabla 5.12** es la matriz de identificación de impactos ambientales.

Planta de Metanización

Agua: las actividades de operación que impactan negativamente a la recarga de los mantos freáticos son la ocupación del terreno y presencia de edificios así como el almacenamiento de agua pluvial, a la disponibilidad de agua le impactan negativamente el consumo de agua de proceso y el consumo de agua de los servicios sanitarios, a su vez recibe un impacto positivo por el almacenamiento de agua pluvial; la calidad del agua se ve impactada por el consumo en el proceso y los servicios sanitarios por la producción de lixiviados en la recepción de la fracción biodegradable de los residuos sólidos y por el vertido de las aguas.

Aire: sobre este factor ambiental impactan negativamente la generación de electricidad por combustión del biogas, la renovación de aire en las naves y las purgas de gas, el consumo de energía y combustibles, el transporte rodado de residuos, el funcionamiento de la maquinaria y equipo, los motores y turbinas en funcionamiento y la iluminación, ya que se emiten olores, gases de combustión, partículas, radiación lumínica y se producen ruidos y vibración.

El suelo recibe impactos por la ocupación del terreno y la presencia de edificios y eventualmente por los lixiviados de la fracción biodegradable de los residuos sólidos en caso de que sean derramados por escurrimiento al suelo en forma accidental.

El **medio biótico** a través de la **flora** y la **fauna** recibe impactos negativos por la presencia de edificios y la ocupación del terreno, por el transporte rodado, y por la producción de lixiviados que son caldo nutriente de agentes patógenos e insectos nocivos, por otra parte, impactan positivamente a este factor ambiental el control de las condiciones de operación y la gestión de los residuos y rechazos a vertedero.

El paisaje es impactado por la ocupación del terreno y la presencia de edificios ya que alteran su calidad y la visibilidad.

Del **medio socioeconómico**, la **salud**, el **empleo** y el **desarrollo urbano** se ven impactados favorablemente por las actividades del proyecto entre otras por el transporte rodado de residuos al retirarlos de la vía pública, por el tratamiento de la fracción biodegradable de los residuos sólidos y por la gestión que se hace de los residuos y rechazos al vertedero. El impacto negativo lo ocasiona la exposición a enfermedades por parte del personal que labora en la planta, que deberá tener cuidados adecuados para protegerse.

En la **Tabla 5.13** se presentan las acciones y los factores ambientales de la Planta de Metanización y la **Tabla 5.14** es la matriz de identificación de impactos ambientales.

Planta de Compostaje

Agua: Las actividades del proyecto que impactan negativamente al factor ambiental agua en su aspecto de disponibilidad y calidad son las relacionadas con el consumo tales como el consumo en el proceso y en los servicios higiénicos, la humectación del compost y el vertido de los lixiviados en las áreas de recepción y almacenamiento de los residuos, con relación a la recarga de los mantos freáticos, las actividades que impactan negativamente son la ocupación del territorio y presencia de edificios y la captación del agua pluvial, por otra parte, las actividades que impactan positivamente sobre la calidad y disponibilidad del agua son el almacenamiento de agua pluvial y el tratamiento y reutilización del agua.

Aire: este factor ambiental se ve impactado negativamente con la renovación de aire en las naves, el consumo de energía, el funcionamiento de la maquinaria y equipo, la iluminación nocturna, el transporte rodado y los residuos y rechazos al vertedero, en cambio, las actividades que producen impactos positivos son el uso de biofiltros de aire en el proceso y el tratamiento de los residuos fermentables.

Suelo: las actividades que impactan negativamente al suelo son la ocupación del territorio y presencia de edificios, el almacenamiento de agua pluvial, la infiltración de lixiviados, la humectación del compost, el tratamiento y reutilización del agua, por otra parte, la actividad que impacta positivamente es el control de las condiciones de operación para evitar vertidos accidentales.

El **medio biótico** como la **flora** y la **fauna**, son impactados por la ocupación del territorio y la presencia de edificios.

El paisaje es impactado negativamente por las actividades en la fase de operación por la ocupación del terreno y presencia de edificios, la iluminación nocturna y el transporte rodado de residuos.

Del **medio socioeconómico**, la **salud**, el **empleo** y el **desarrollo urbano** se ven impactados favorablemente por las actividades del proyecto entre otras por la renovación de aire en las naves y el uso de biofiltros, que favorecen la salud de los trabajadores, el tratamiento y reutilización del agua, el buen funcionamiento de la maquinaria y equipo, el control de las condiciones de operación, el transporte rodado de residuos, la gestión de residuos y rechazos hacia el vertedero y el tratamiento de los residuos fermentables.

En la **Tabla 5.15** se presentan las acciones y los factores ambientales de la Planta de Compostaje y la **Tabla 5.16** es la matriz de identificación de impactos ambientales.

Tabla 5.11. Acciones y factores ambientales, Planta Incineradora

A _i	Acciones del proyecto	F _i	Factores Ambientales
A ₁ A ₂ A ₃ A ₄ A ₅ A ₆ A ₇ A ₈ A ₉	Etapa de construcción Movimiento de maquinaria Movimiento de tierras y desbroce Escombros de construcción Transporte de materiales Consumo de energía Consumo de combustibles Consumo de agua Excavaciones y cimentaciones Ocupación del suelo	F ₁ F ₂ F ₃ F ₄ F ₅ F ₆ F ₇ F ₈ F ₉ F ₁₀ F ₁₁ F ₁₂	Medio físico Disponibilidad de agua Calidad del agua Recarga de mantos freáticos Olores (COV) Gases de combustión Emisión de partículas Radiación lumínica Ruidos y vibración Cambio de uso Cambios en el drenaje natural Infiltración por vertidos accidentales Valor del terreno
A ₁₀ A ₁₁ A ₁₂ A ₁₃ A ₁₄ A ₁₅ A ₁₆ A ₁₇ A ₁₈ A ₁₉ A ₂₀ A ₂₁ A ₂₂ A ₂₃ A ₂₄	Etapa de operación Transporte rodado de RSU Recepción y almacenamiento de RSU Incineración de RSU Consumo de energía Consumo de agua de proceso Consumo de agua en servicios sanitarios Generación de energía eléctrica Depuración gases de combustión Recogida de escorias y cenizas Ocupación del territorio y presencia de edificios Tratamiento y reutilización de agua Funcionamiento de maquinaria y equipo Iluminación nocturna Control de condiciones de operación Residuos y rechazos a vertedero	F ₁₃ F ₁₄ F ₁₅ F ₁₆ F ₁₇ F ₁₈ F ₁₉ F ₂₀ F ₂₁ F ₂₂ F ₂₃ F ₂₄ F ₂₅	Medio biótico Cambios en la vegetación Diversidad de especies Disminución de espacios naturales Aumento en la fauna nociva Agentes patógenos Vectores enfermedades-insectos Medio socioeconómico Calidad del paisaje Alteraciones y visibilidad Salud pública Salud del personal Demanda de mano de obra Gestión de residuos Inversión en servicios

Tabla 5.12. Matriz de Identificación de Impactos Ambientales de la Planta Incineradora

Factores Ambientales		Acciones del Proyecto																									
		Etapa de Construcción												Etapa de Operación													
		A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈	A ₉	A ₁₀	A ₁₁	A ₁₂	A ₁₃	A ₁₄	A ₁₅	A ₁₆	A ₁₇	A ₁₈	A ₁₉	A ₂₀	A ₂₁	A ₂₂	A ₂₃	A ₂₄		
Medio físico	Agua	F ₁					X							X	X					X							
		F ₂					X							X	X						X						
		F ₃																	X								
	Aire		F ₄								X	X							X							X	X
			F ₅	X			X	X			X	X	X						X			X				X	X
			F ₆	X	X	X	X	X			X	X	X	X					X			X				X	X
			F ₇																						X		
			F ₈	X	X	X	X				X	X							X				X				X
	Suelo		F ₉																	X							
			F ₁₀	X					X	X											X						
			F ₁₁									X															X
			F ₁₂										X														
		F ₁₃		X																X							
		F ₁₄																		X							
Medio biótico	Flora	F ₁₅							X											X							
	Fauna	F ₁₆									X														X	X	
		F ₁₇								X	X														X	X	
		F ₁₈								X	X														X		
Medio socio-económico	Paisaje	F ₁₉																		X							
		F ₂₀							X											X							
	Salud	F ₂₁								X	X	X							X		X					X	X
		F ₂₂									X								X							X	X
	Empleo	F ₂₃	X	X	X	X				X								X				X				X	X
	Desarrollo Urbano	F ₂₄			X						X	X	X						X	X	X	X					X
F ₂₅										X		X						X	X	X	X					X	X

A_i = Acciones del proyecto

F_i = Factores ambientales susceptibles de ser impactados

Tabla 5.13. Acciones y factores ambientales, Planta de Metanización

A _i	Acciones del proyecto	F _i	Factores Ambientales
	Etapa de construcción		Medio físico
A ₁	Movimiento de maquinaria	F ₁	Disponibilidad de agua
A ₂	Movimiento de tierras y desbroce	F ₂	Calidad del agua
A ₃	Escombros de construcción	F ₃	Recarga de mantos freáticos
A ₄	Transporte de materiales	F ₄	Olores (COV)
A ₅	Consumos de energía	F ₅	Gases de combustión
A ₆	Consumo de combustibles	F ₆	Emisión de partículas
A ₇	Consumo de agua	F ₇	Radiación lumínica
A ₈	Obras de drenaje y almacenamiento de agua	F ₈	Ruidos y vibración
A ₉	Ocupación del suelo	F ₉	Cambio de uso
	Etapa de operación		Cambios en el drenaje natural
A ₁₀	Ocupación del terreno y presencia de edificios	F ₁₀	Infiltración por vertidos accidentales
A ₁₁	Almacenamiento de agua pluvial	F ₁₁	Valor del terreno
A ₁₂	Producción de electricidad	F ₁₂	
A ₁₃	Renovación de aire en las naves y purgas de gas		Medio biótico
A ₁₄	Consumo de energía	F ₁₃	Cambios en la vegetación
A ₁₅	Consumo de combustibles	F ₁₄	Diversidad de especies
A ₁₆	Transporte rodado de residuos	F ₁₅	Disminución de espacios naturales
A ₁₇	Consumo de agua de proceso	F ₁₆	Aumento en la fauna nociva
A ₁₈	Consumo de agua en servicios sanitarios	F ₁₇	Agentes patógenos
A ₁₉	Lixiviados en recepción de FBRM	F ₁₈	Vectores enfermedades-insectos
A ₂₀	Tratamiento de residuos fermentables		Medio socioeconómico
A ₂₁	Funcionamiento de maquinaria y equipo	F ₁₉	Calidad del paisaje
A ₂₂	Funcionamiento de motores y turbinas	F ₂₀	Alteraciones y visibilidad
A ₂₃	Iluminación nocturna	F ₂₁	Salud pública
A ₂₄	Control de condiciones de operación	F ₂₂	Salud del personal
A ₂₅	Tratamiento y vertido de agua	F ₂₃	Demanda de mano de obra
A ₂₆	Residuos y rechazos a vertedero	F ₂₄	Gestión de residuos
		F ₂₅	Inversión en servicios

Tabla 5.15. Acciones y factores ambientales, Planta de Compostaje

A_i	Acciones del proyecto	F_i	Factores Ambientales
A ₁	Etapa de construcción Movimiento de maquinaria Movimiento de tierras y desbroce Escombros de construcción Transporte de materiales Consumo de energía Consumo de combustibles Consumo de agua Obras de drenaje y almacenamiento de agua Ocupación del suelo	F ₁	Medio físico Disponibilidad de agua Calidad del agua Recarga de mantos freáticos Olores (COV) Gases de combustión Emisión de partículas Radiación luminica Ruidos y vibración Cambio de uso Cambios en el drenaje natural Infiltración por vertidos accidentales Valor del terreno
A ₂		F ₂	
A ₃		F ₃	
A ₄		F ₄	
A ₅		F ₅	
A ₆		F ₆	
A ₇		F ₇	
A ₈		F ₈	
A ₉		F ₉	
A ₁₀	Etapa de operación Ocupación del territorio y presencia de edificios Almacenamiento de agua pluvial Renovación de aire en las naves Biofiltros de aire Consumo de energía Consumo de agua de proceso Consumo de agua en servicios sanitarios Lixiviados Humectación del compost Tratamiento y reutilización de agua Funcionamiento de maquinaria y equipo Iluminación nocturna Control de condiciones de operación Transporte rodado de residuos Residuos y rechazos a vertedero Tratamiento de residuos fermentables	F ₁₀	Medio biótico Cambios en la vegetación Diversidad de especies Disminución de espacios naturales Aumento en la fauna nociva Agentes patógenos Vectores enfermedades-insectos
A ₁₁		F ₁₁	
A ₁₂		F ₁₂	
A ₁₃		F ₁₃	
A ₁₄		F ₁₄	
A ₁₅		F ₁₅	
A ₁₆		F ₁₆	
A ₁₇		F ₁₇	
A ₁₈		F ₁₈	
A ₁₉		F ₁₉	
A ₂₀	F ₂₀		
A ₂₁	F ₂₁		
A ₂₂	F ₂₂		
A ₂₃	F ₂₃		
A ₂₄	F ₂₄		
A ₂₅	F ₂₅		

Tabla 5.16. Matriz de Identificación de Impactos Ambientales de la Planta de Compostaje

Factores Ambientales		Acciones del Proyecto																									
		Etapa de Construcción												Etapa de Operación													
		A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈	A ₉	A ₁₀	A ₁₁	A ₁₂	A ₁₃	A ₁₄	A ₁₅	A ₁₆	A ₁₇	A ₁₈	A ₁₉	A ₂₀	A ₂₁	A ₂₂	A ₂₃	A ₂₄	A ₂₅	
Medio físico	Agua	F ₁					X	X			X					X	X	X	X								
		F ₂								X						X	X	X	X								
		F ₃								X	X																
		F ₄										X	X													X	X
		F ₅	X			X	X	X						X							X				X		
		F ₆	X	X	X	X	X					X	X											X			
		F ₇																									
		F ₈	X	X	X	X																X			X		
Medio biótico	Suelo	F ₉					X			X											X						
		F ₁₀					X		X																		
		F ₁₁									X								X	X			X				
		F ₁₂																									
		F ₁₃					X																				
		F ₁₄							X																		
		F ₁₅									X																
		F ₁₆										X											X			X	X
Medio socio-económico	Fauna	F ₁₇										X													X	X	X
		F ₁₈																							X	X	X
	Paisaje	F ₁₉					X	X														X					
		F ₂₀							X																		
	Salud	F ₂₁										X								X					X	X	X
		F ₂₂										X	X												X	X	X
	Empleo	F ₂₃	X	X	X	X																X			X		
	Desarrollo Urbano	F ₂₄				X							X	X							X				X	X	X
	F ₂₅										X	X								X		X		X	X	X	

A_i = Acciones del proyecto

F_i = Factores ambientales susceptibles de ser impactados

5.5 Determinación de la Importancia Difusa de los Impactos

En la matriz de impactos se han identificado las acciones que pueden causar impacto sobre uno o varios factores ambientales, a cada interacción factor-acción se le determinará su importancia difusa de acuerdo con la metodología desarrollada en el apartado 3.3, aplicando el software AIEIA. Los resultados obtenidos de esta valoración se almacenan en la correspondiente celda acción-factor para formar una nueva matriz a la que llamaremos *matriz de importancias*.

El sistema AIEIA permite definir diferentes expresiones que se adapten al tipo de proyecto para determinar la importancia del impacto o si se desea, se pueden usar modos diferentes de calcular la importancia, de acuerdo con la información disponible, permitiendo diferentes grados de granularidad (exactitud).

La Importancia difusa de un impacto puede determinarse como un número *crisp*, un intervalo, un número difuso, mediante palabras (etiquetas predefinidas) o mediante una función que agrupe a una familia de variables como la propuesta en la metodología *crisp*. En este último caso es posible editar la variable lingüística mediante el botón *etiquetas lingüísticas*. Sin embargo, lo más usual es que la Importancia se calcule como una función de las propiedades del efecto. Para ello debe activarse la opción Variables Difusas, seleccionar las variables de la lista y aplicar la etiqueta lingüística que la califica.

La opción que aplicamos en este trabajo para evaluar la importancia del impacto ambiental es a partir de una familia de variables difusas lo más apegado posible a la metodología *crisp*, que involucra las variables ya definidas en el apartado 3.3 como son: *intensidad, extensión, momento, persistencia, reversibilidad, sinergia, acumulación, relación causa-efecto, periodicidad y recuperabilidad; la naturaleza o signo del impacto se marca por separado en el software, de manera independiente a esta fórmula*. La expresión ha sido normalizada en el modelo de AIEIA.

$$I_{ij} = \frac{3}{13} IN_{ij} + \frac{2}{13} EX_{ij} + \frac{1}{13} (MO_{ij} + PE_{ij} + RV_{ij} + SI_{ij} + AC_{ij} + EF_{ij} + PR_{ij} + MC_{ij})$$

Para la valoración de estas variables se ha optado por el uso de etiquetas, las hojas de trabajo se han remitido a la sección de anexos y el resultado de la *importancia* para cada impacto identificado se ha consignado en la correspondiente matriz de importancia. Esto se ha hecho para cada proyecto.

5.6 Magnitud del Impacto Ambiental

La *Magnitud* de un impacto es la estimación cuantitativa del efecto que éste tendrá sobre el factor ambiental, una de las formas de valorarla es medirla según el valor que se espera que tome el indicador de dicho factor. Esta estimación requiere un conocimiento profundo y especializado de los factores ambientales así como el trabajo multidisciplinar para la predicción de los cambios desencadenados por una acción sobre los factores que son receptores de los impactos, así como un conocimiento de la legislación que les afecta y de los criterios aplicables por lo es mejor confiar en que debe ser desarrollada por especialistas en el factor correspondiente, y generalmente está apoyada en modelos matemáticos del sistema estudiado. La magnitud del impacto suele registrarse en la misma matriz de importancia.

La manera en que se ha resuelto esta situación para los proyectos que estudiamos ha sido realizar consultas a una parte del equipo que en su momento realizó los estudios de impacto ambiental y captar algunas opiniones que hemos aplicado y que han influido en la valoración de la magnitud del impacto a través de etiquetas lingüísticas predefinidas y alimentadas al programa utilizado.

Si se diera el caso de que hubiera interés por parte de la comunidad de Mallorca y recursos para realizar estudios más profundos que impliquen modelos de difusión y dispersión atmosférica para determinar los niveles de inmisión y su interpretación, modelos de vulnerabilidad a la contaminación de las aguas subterráneas, modelos de evaluación del suelo y de sus diferentes funciones, análisis de ruido y su dispersión, modelos de valoración de las alteraciones del paisaje, investigación social enfocada a

la participación pública, modelos de calidad de vida incluyendo indicadores económicos, sociales y ambientales o los efectos en la salud pública de los proyectos, está preparado el sistema de valoración de magnitud del impacto ambiental para incorporar dichos parámetros o indicadores ambientales que se encuentran en unidades propias de cada factor ambiental y que se representan en unidades heterogéneas.

Para pasar de estas unidades heterogéneas a unidades conmensurables estandarizadas entre cero y uno, recurrimos a las **funciones de transformación** que en realidad son funciones matemáticas o relaciones de comportamiento del factor ambiental con respecto a la *calidad ambiental* que tienen como parámetro a un *indicador ambiental* seleccionado convenientemente. Se entiende como indicador de un factor ambiental la expresión por la que es capaz de ser medido y la cuantificación puede ser directa en cuyo caso el indicador será similar al propio factor o indirecta mediante un modelo o una propiedad del factor. Una vez que las *magnitudes* están en unidades homogéneas es decir referidas a la *calidad ambiental*, es posible realizar la *agregación* de aquellas que impactan a un mismo factor por varias acciones.

La *calidad ambiental* se refiere al grado de conservación de los ecosistemas, de la biodiversidad y del paisaje, a la pureza del aire, a la cantidad y calidad del agua, al estado y limpieza del suelo y a las condiciones de la escena urbana. Depende del comportamiento de los agentes socioeconómicos y afecta tanto a los productores, por el incremento de costes, como a los consumidores, quienes en última instancia asumen dichos costes en los precios.

Las funciones de calidad ambiental utilizadas, se agregan en los anexos del presente trabajo y las valoraciones de la *magnitud del impacto ambiental* se hicieron en base a las siguientes etiquetas lingüísticas: nada (N), muy bajo (MB), bajo (B), medio (M), alto (A), muy alto (MA) y total (T) y aparecen en la columna derecha de las hojas de trabajo realizadas para determinar la importancia de los impactos.

A partir de la información almacenada en la matriz de *magnitudes y calidad ambiental*, el modelo AIEIA puede calcular y proporcionar la siguiente información:

- De manera absoluta y relativa utilizando para ello las UIP asociadas a cada factor:
 - La *magnitud y calidad ambiental global* consecuencia del efecto de las acciones del proyecto sobre el medio ambiente.
 - La *magnitud y calidad ambiental* de cada uno de los factores consecuencia del efecto de las acciones del proyecto teniendo en cuenta el tipo de sinergismo.
- Para cada subconjunto de acciones pertenecientes a una acción jerárquicamente superior:
 - La *magnitud y calidad ambiental global* consecuencia de los efectos de este subconjunto de acciones sobre el medio ambiente.
- Para cada subconjunto de factores pertenecientes a un subsistema medioambiental, la *magnitud y calidad ambiental* de este subsistema medioambiental consecuencia del efecto de cada una de las acciones del proyecto
- Para el total de acciones y factores medioambientales, de manera absoluta y relativa, la *magnitud y calidad ambiental global* del proyecto.

5.7 Medidas correctoras

En función de los resultados obtenidos en las valoraciones de la importancia del impacto y la magnitud del impacto, se identifican aquellas acciones que de forma evidente alteran el medio ambiente y que por su alcance es importante reconsiderar, corregir o suprimir y proponer otras que sean medidas correctoras del futuro impacto para reducirlo, eliminarlo o compensarlo, estas nuevas acciones deben contar con un presupuesto o estimación económica para ser tomadas en cuenta, además de ser necesario valorar su alcance y efectividad, por esa razón y en cumplimiento de la legislación vigente, se deben analizar y proponer.

Para los casos de estudio que nos ocupa, se han tenido en cuenta ciertas previsiones y han sido incorporadas al proyecto antes de proceder a su evaluación de impacto ambiental, tales medidas son:

- Incorporación de un sistema de captación y tratamiento de gases (lavador y biofiltro) en la planta de metanización.
- Recirculación del agua del proceso de digestión.
- Construcción de una depuradora de aguas residuales para tratar el excedente de aguas de deshidratación de los digestores y de la planta de compostaje.
- Recogida de las aguas pluviales y de escorrentía para su aprovechamiento en la instalación (riego de jardinería). Se construirá un depósito para su almacenamiento.
- Flexibilidad en la operación de los digestores (condiciones mesófilas y termófilas).
- Aprovechamiento del biogás en la metanizadora y de los gases de combustión en la incineradora para generar energía eléctrica con recuperación térmica.
- Pavimentación interior de la planta de clasificación y metanización.
- Pavimentación de los viales exteriores de tráfico rodado.
- Incorporación de un silenciador en el motor de biogás, diseñado para un nivel sonoro de 70 dBA a una distancia de 10 m con un módulo en funcionamiento.
- Control y operación de la planta automatizados.
- Utilización de arbolado y de zonas ajardinadas como franjas que ayudan a mejorar la perspectiva del conjunto y sirven de espacios de seguridad.

El modelo del software AIEIA toma en cuenta para el cálculo del **Impacto Ambiental Total** el conjunto de *medidas correctoras*, durante el proceso de caracterización y determinación de la Importancia y la Magnitud del Impacto.

El modo de introducir las Medidas Correctoras es utilizando una matriz similar a la matriz de importancia y la matriz de magnitud del impacto, donde por cada acción-efecto se caracteriza y se determina su valor y el costo asociado a la aplicación de las

mismas. La integración de las Medidas Correctoras permite disminuir el impacto negativo o potenciar el impacto positivo.

Las opciones con que contamos para valorar las *medidas correctoras* son:

- Distintas familias de Variables Difusas que definen una expresión en términos de las mismas, exactamente igual a como se hizo para la valorización de la Importancia del Impacto.
- Etiquetas pertenecientes a una variable lingüística predefinida, o un número difuso.
- Un valor *crisp*.

A partir de la información almacenada en la matriz de *medidas correctoras*, el modelo puede calcular y proporcionar la siguiente información:

- De manera absoluta y relativa utilizando para ello las UIP asociadas a cada factor, el total de las *medidas correctoras* aplicadas a cada uno de los factores medioambientales y su coste monetario.
- Para cada subconjunto de acciones pertenecientes a una acción jerárquicamente superior, las medidas correctoras aplicadas al medio ambiente por este subconjunto de acciones y su coste monetario.
- Para cada subconjunto de factores pertenecientes a un subsistema medioambiental, el total de las medidas correctoras aplicadas a este subsistema consecuencia del efecto de cada una de las acciones del proyecto y su coste monetario.
- Para el total de acciones y factores medioambientales, de manera absoluta y relativa, el total de las medidas correctoras aplicadas en el proyecto y su coste monetario.

5.8 Resultados

Los resultados que aporta este proceso de evaluación de impactos ambientales a través del programa informático Aplicación Integral de Evaluación de Impacto Ambiental (AIEIA) se reportan en forma resumida en las **Tablas 5.17, 5.18 y 5.19**.

Evaluación Cualitativa Difusa:

Una matriz de resultados que contiene la valoración de la *Importancia del Impacto* para cada uno de los proyectos analizados y que se reporta en las **Tablas 5.20, 5.22 y 5.24** conteniendo la siguiente información:

- Estimación de la importancia de los impactos en forma individual para cada interacción actividad-factor ambiental (causa-efecto),
- Valoración parcial por cada factor ambiental sujeto a una o varias acciones impactantes o actividades del proyecto, tanto en forma absoluta como de manera relativa en función de las unidades de importancia ponderada (UIP),
- Valoración por cada actividad del proyecto tanto absoluta como relativa que nos permite identificar las acciones más impactantes y
- Una valoración global de la importancia total de los impactos absoluta y ponderada.

Evaluación Cuantitativa:

a) Magnitud del Impacto Ambiental

Así mismo, aporta una matriz de resultados de las magnitudes individuales de los impactos en unidades conmensurables en términos de la estimación de la calidad ambiental de cada interacción acción-factor ambiental, con los siguientes resultados representados en las **Tablas 5.21, 5.23 y 5.25**:

- Valoración individual de la magnitud del impacto y la calidad ambiental por cada efecto acción-factor que tenga un impacto.

- Valoración de las magnitudes y calidad ambiental por factor en forma absoluta y en forma relativa.
- Valoración de la magnitud y la calidad ambiental referida a cada acción, igualmente absoluta y relativa que permiten observar en forma jerárquica las acciones con una mayor magnitud de impacto ambiental.

b) Impacto Ambiental Total Difuso

Para terminar la compilación de informes de resultados, podemos disponer también de una matriz de evaluación global que refleja simultáneamente la importancia del impacto y sus magnitudes con una valoración final que combina la importancia del impacto con la calidad ambiental mediante una relación donde es posible especificar el peso de la información de cada uno de estos dos parámetros que indican la ponderación de la valoración cualitativa con respecto a la valoración cuantitativa del impacto ambiental:

Se ofrecen estos resultados como un resumen en las **Tablas 5.17, 5.18 y 5.19**.

Tabla 5.17. Resumen de la evaluación. Planta Incineradora

Factores Ambientales	Importancia del Impacto		Magnitud del Impacto	Evaluación	
	Efectos Totales				Efectos Totales
	Absolutos	Relativos			
F ₁ Disponibilidad de agua	Moderado -	Irrelevante -	Severo	Irrelevante -	
F ₂ Calidad del agua	Moderado -	Irrelevante -	Severo	Irrelevante -	
F ₃ Recarga de mantos freáticos	Irrelevante -	Irrelevante -	Moderado	Irrelevante -	
F ₄ Olores (COV)	Irrelevante -	Irrelevante -	Irrelevante	Irrelevante -	
F ₅ Gases de combustión	Moderado -	Irrelevante -	Severo	Irrelevante -	
F ₆ Emisión de partículas	Moderado -	Irrelevante -	Severo	Irrelevante -	
F ₇ Radiación luminica	Severo -	Irrelevante -	Severo	Irrelevante -	
F ₈ Ruidos y vibración	Severo -	Irrelevante -	Irrelevante	Irrelevante -	
F ₉ Cambio de uso	Irrelevante -	Irrelevante -	Moderado	Irrelevante -	
F ₁₀ Cambios en el drenaje natural	Severo -	Irrelevante -	Irrelevante	Irrelevante -	
F ₁₁ Infiltración por vertidos accidentales	Irrelevante +	Irrelevante +	Irrelevante	Irrelevante +	
F ₁₂ Valor del terreno	Severo -	Irrelevante -	Severo	Irrelevante -	
F ₁₃ Cambios en la vegetación	Severo -	Irrelevante -	Moderado	Irrelevante -	
F ₁₄ Diversidad de especies	Severo -	Irrelevante -	Moderado	Irrelevante -	
F ₁₅ Disminución de espacios naturales	Severo -	Irrelevante -	Crítico	Irrelevante -	
F ₁₆ Aumento en la fauna nociva	Irrelevante +	Irrelevante -	Moderado	Irrelevante -	
F ₁₇ Agentes patógenos	Irrelevante -	Irrelevante -	Moderado	Irrelevante -	
F ₁₈ Vectores enfermedades-insectos	Irrelevante +	Irrelevante -	Moderado	Irrelevante -	
F ₁₉ Calidad del paisaje	Severo -	Irrelevante -	Severo	Irrelevante -	
F ₂₀ Alteraciones y visibilidad	Severo -	Irrelevante -	Irrelevante	Irrelevante -	
F ₂₁ Salud pública	Irrelevante +	Irrelevante +	Severo	Irrelevante +	
F ₂₂ Salud del personal	Moderado +	Irrelevante +	Severo	Irrelevante +	
F ₂₃ Demanda de mano de obra	Moderado +	Irrelevante +	Crítico	Irrelevante +	
F ₂₄ Gestión de residuos	Severo +	Irrelevante +	Severo	Irrelevante +	
F ₂₅ Inversión en servicios	Moderado +	Irrelevante +	Severo	Irrelevante +	
Total Impactos Absolutos	Irrelevante -		Severo		
Total Impactos Relativos		Irrelevante -		Irrelevante	

Tabla 5.18. Resumen de la evaluación. Planta Metanizadora

Factores Ambientales	Importancia del Impacto		Magnitud del Impacto		Evaluación Total del Estudio de IA
	Efectos Totales		Efectos Totales		
	Absolutos	Relativos	Absolutos	Relativos	
F ₁ Disponibilidad de agua	Moderado -	Irrelevante -	Moderado	Irrelevante	Irrelevante -
F ₂ Calidad del agua	Severo -	Irrelevante -	Severo	Irrelevante	Irrelevante -
F ₃ Recarga de mantos freáticos	Severo -	Irrelevante -	Severo	Irrelevante	Irrelevante -
F ₄ Olores (COV)	Irrelevante -	Irrelevante -	Irrelevante	Irrelevante	Irrelevante -
F ₅ Gases de combustión	Severo -	Irrelevante -	Crítico	Irrelevante	Irrelevante -
F ₆ Emisión de partículas	Moderado -	Irrelevante -	Severo	Irrelevante	Irrelevante -
F ₇ Radiación lumínica	Severo -	Irrelevante -	Severo	Irrelevante	Irrelevante -
F ₈ Ruidos y vibración	Severo -	Irrelevante -	Irrelevante	Irrelevante	Irrelevante -
F ₉ Cambio de uso	Severo -	Irrelevante -	Irrelevante	Irrelevante	Irrelevante -
F ₁₀ Cambios en el drenaje natural	Moderado -	Irrelevante -	Irrelevante	Irrelevante	Irrelevante -
F ₁₁ Infiltración por vertidos accidentales	Irrelevante -	Irrelevante -	Irrelevante	Irrelevante	Irrelevante -
F ₁₂ Valor del terreno	Severo -	Irrelevante -	Severo	Irrelevante	Irrelevante -
F ₁₃ Cambios en la vegetación	Moderado -	Irrelevante -	Moderado	Irrelevante	Irrelevante -
F ₁₄ Diversidad de especies	Severo -	Irrelevante -	Moderado	Irrelevante	Irrelevante -
F ₁₅ Disminución de espacios naturales	Severo -	Irrelevante -	Crítico	Irrelevante	Irrelevante -
F ₁₆ Aumento en la fauna nociva	Moderado -	Irrelevante -	Moderado	Irrelevante	Irrelevante -
F ₁₇ Agentes patógenos	Irrelevante +	Irrelevante +	Moderado	Irrelevante	Irrelevante +
F ₁₈ Vectores enfermedades-insectos	Irrelevante -	Irrelevante -	Moderado	Irrelevante	Irrelevante -
F ₁₉ Calidad del paisaje	Severo -	Irrelevante -	Crítico	Irrelevante	Irrelevante -
F ₂₀ Alteraciones y visibilidad	Moderado -	Irrelevante -	Irrelevante	Irrelevante	Irrelevante -
F ₂₁ Salud pública	Moderado +	Irrelevante +	Severo	Irrelevante	Irrelevante +
F ₂₂ Salud del personal	Severo -	Irrelevante -	Severo	Irrelevante	Irrelevante -
F ₂₃ Demanda de mano de obra	Irrelevante +	Irrelevante +	Crítico	Irrelevante	Irrelevante +
F ₂₄ Gestión de residuos	Irrelevante +	Irrelevante +	Severo	Irrelevante	Irrelevante +
F ₂₅ Inversión en servicios	Moderado +	Irrelevante +	Moderado	Irrelevante	Irrelevante +
Total Impactos Absolutos	Moderado -		Severo		
Total Impactos Relativos		Irrelevante -		Irrelevante	Moderado -

Tabla 5.19. Resumen de la evaluación. Planta de Compostaje

Factores Ambientales	Importancia del Impacto Efectos Totales		Magnitud del impacto Efectos Totales		Evaluación Total del Estudio de IA
	Absolutos	Relativos	Absolutos	Relativos	
	F ₁	Moderado -	Irrelevante -	Severo	
F ₂	Moderado -	Irrelevante -	Severo	Irrelevante	Irrelevante -
F ₃	Severo -	Irrelevante -	Severo	Irrelevante	Irrelevante -
F ₄	Irrelevante +	Irrelevante +	Irrelevante	Irrelevante	Irrelevante +
F ₅	Moderado -	Irrelevante -	Crítico	Irrelevante	Irrelevante -
F ₆	Moderado -	Irrelevante -	Severo	Irrelevante	Irrelevante -
F ₇	Moderado -	Irrelevante -	Crítico	Irrelevante	Irrelevante -
F ₈	Moderado -	Irrelevante -	Irrelevante	Irrelevante	Irrelevante -
F ₉	Severo -	Irrelevante -	Moderado	Irrelevante	Irrelevante -
F ₁₀	Moderado -	Irrelevante -	Irrelevante	Irrelevante	Irrelevante -
F ₁₁	Irrelevante -	Irrelevante -	Irrelevante	Irrelevante	Irrelevante -
F ₁₂	Crítico-	Irrelevante -	Crítico	Irrelevante	Irrelevante -
F ₁₃	Moderado -	Irrelevante -	Moderado	Irrelevante	Irrelevante -
F ₁₄	Severo -	Irrelevante -	Moderado	Irrelevante	Irrelevante -
F ₁₅	Moderado -	Irrelevante -	Crítico	Irrelevante	Irrelevante -
F ₁₆	Irrelevante -	Irrelevante -	Irrelevante	Irrelevante	Irrelevante -
F ₁₇	Irrelevante +	Irrelevante +	Severo	Irrelevante	Irrelevante +
F ₁₈	Moderado +	Irrelevante +	Severo	Irrelevante	Irrelevante +
F ₁₉	Moderado -	Irrelevante -	Severo	Irrelevante	Irrelevante -
F ₂₀	Severo -	Irrelevante -	Irrelevante	Irrelevante	Irrelevante -
F ₂₁	Irrelevante +	Irrelevante +	Moderado	Irrelevante	Irrelevante +
F ₂₂	Irrelevante +	Irrelevante +	Severo	Irrelevante	Irrelevante +
F ₂₃	Irrelevante +	Irrelevante +	Severo	Irrelevante	Irrelevante +
F ₂₄	Irrelevante +	Irrelevante +	Severo	Irrelevante	Irrelevante +
F ₂₅	Moderado +	Irrelevante +	Moderado	Irrelevante	Irrelevante +
Total Impactos Absolutos	Moderado -		Severo		
Total Impactos Relativos		Irrelevante --		Irrelevante	Irrelevante -

Tabla 5.20. Matriz de Importancia de Impactos de la Planta Incineradora

Factores Ambientales		Acciones del Proyecto																		Efectos Totales		EIA								
		Etapa de Construcción						Etapa de Operación						Efectos Individuales						Abs.	Rel.									
		UIP	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈	A ₉	A ₁₀	A ₁₁	A ₁₂	A ₁₃	A ₁₄	A ₁₅	A ₁₆	A ₁₇				A ₁₈	A ₁₉	A ₂₀	A ₂₁	A ₂₂	A ₂₃	A ₂₄	
Medio físico	Agua	F ₁ 4						M-			C-	S-														M-	I-	I-		
		F ₂ 4						M-			S-																M-	I-	I-	
		F ₃ 4																			S-	M+						I-	I-	I-
		F ₄ 4								S-	S-			S+													I-	I-	I-	
	Aire	F ₅ 4	M-			M-	S-			S-	S-			S+													M-	I-	I-	
		F ₆ 4	S-	S-	M-	M-	S-			S-	C-	S-		S+													M-	I-	I-	
		F ₇ 4																									S-	I-	I-	
		F ₈ 4	M-	S-		S-			S-		S-			S-													S-	I-	I-	
Suelo	F ₉ 3		S-																	S-							I-	I-	I-	
	F ₁₀ 3		S-					S-M-												S-							S-	I-	I-	
	F ₁₁ 4									M-																	I-	I-	I-	
	F ₁₂ 4										C-																S-	I-	I-	
	F ₁₃ 3		S																								S-	I-	I-	
	F ₁₄ 3							S-																			S-	I-	I-	
Medio biótico	F ₁₅ 3																										S-	I-	I-	
	F ₁₆ 3									S-																	I+	I+	I+	
	F ₁₇ 3								S-	S-																	I-	I-	I-	
	F ₁₈ 3								M+	S-																	I+	I+	I+	
	F ₁₉ 6		S-	M-						S-											S-						S-	I-	I-	
	F ₂₀ 6								S-												S-						S-	I-	I-	
Medio socio-económico	F ₂₁ 6									S-	S+									S+	M+						I+	I+	I+	
	F ₂₂ 6									S-																	M+	I+	I+	
	F ₂₃ 4	M+	M+			M+				M+																	M+	I+	I+	
	F ₂₄ 4					M+				S+																	S+	I+	I+	
	F ₂₅ 4									M+																	M+	I+	I+	
		M-	S-	I-	M-	M-	S-	M-	S-	S-	M-	S-	I-	S-	S-	I+	S+	S+	S+	S+	M-	M-	M-	I+	S+	M+	I-	I-	I-	
Total Absolutos	100																													
Total Relativos																														

I=irrelevante

M=moderado

S=severo C=crítico ++positivo

- = negativo

F=factores ambientales

A=acciones del proyecto

Tabla 5.21. Matriz de Magnitud de Impactos de la Planta Incineradora

Factores Ambientales	Acciones del Proyecto																									Efectos Totales		EIA		
	Etapa de Construcción												Etapa de Operación												Abs.	Rel.				
	UIP	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈	A ₉	A ₁₀	A ₁₁	A ₁₂	A ₁₃	A ₁₄	A ₁₅	A ₁₆	A ₁₇	A ₁₈	A ₁₉	A ₂₀	A ₂₁	A ₂₂	A ₂₃			A ₂₄			
Medio físico	Agua	F ₁	4					S						S	I						C					S	I	I-		
		F ₂	4					S						S	S						S					S	I	I-		
		F ₃	4																	S	M						M	I	I-	
		F ₄	4							M	I	II						I							I	I	I	I-		
Medio		F ₅	4	C		S	C	S		S	M	S					C				S			C		S	I	I-		
		F ₆	4	C	M	S	C	S		C	M	S					C	S			C			C		S	I	I-		
		F ₇	4																			S					S	I	I-	
		F ₈	4	I	I	I			I	I	I						I					I					I	I	I-	
Medio socio-		F ₉	3																I				S				M	I	I-	
		F ₁₀	3						I	I																	I	I	I-	
		F ₁₁	4								I														I		I	I	I+	
		F ₁₂	4									C								S							S	I	I-	
Medio socio-		F ₁₃	3																	S							M	I	I-	
		F ₁₄	3							M										S							M	I	I-	
		F ₁₅	3																	S							C	I	I-	
		F ₁₆	3								I														I	M	M	I	I+	
Medio socio-		F ₁₇	3						M	I															S	S	M	I	I-	
		F ₁₈	3						M	I															S		M	I	I+	
		F ₁₉	6							M										C							S	I	I-	
		F ₂₀	6							I																	I	I	I-	
Medio socio-		F ₂₁	6						S	S	S							S	S		S					M	M	S	I	I+
		F ₂₂	6								C								M							S	S	S	I	I+
		F ₂₃	4	C	C	C				C								S				S				S	S	C	I	I+
		F ₂₄	4							S																	S	S	I	I+
Medio socio-		F ₂₅	4						S									S	M								M	S	I	I+
	Total Absolutos			S	M	S	S	C	S	S	I	I	S	M	S	S	M	S	S	S	S	S	S	S	S	M	S	S		
	Total Relativos	100		I	I	I	I	I	I	I	M	I	M	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	

I=irrelevante M=moderado S=severo C=crítico +=positivo -= negativo F=factores ambientales A=acciones del proyecto

Tabla 5.22. Matriz de Importancia de Impactos de la Planta de Metanización

		Acciones del Proyecto																									Efectos Totales		EIA								
		Etapa de Construcción												Etapa de Operación												Abs.	Rel.										
		UIP	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈	A ₉	A ₁₀	A ₁₁	A ₁₂	A ₁₃	A ₁₄	A ₁₅	A ₁₆	A ₁₇	A ₁₈	A ₁₉	A ₂₀	A ₂₁	A ₂₂	A ₂₃			A ₂₄		A ₂₅	A ₂₆						
Factores Ambientales	Medio físico	Agua	F ₁	4					M-	M-		M+						S-	S-											M-	I-	I-					
			F ₂	4							S-								S-	S-	M-										S-	I-	I-				
			F ₃	4							S-	S-																				S-	I-	I-			
	Medio	Aire		F ₄	4									S-							S+											I-	I-	I-			
				F ₅	4	M-								S-	S-	S-							S-										S-	I-	I-		
				F ₆	4	M-	M-	M-	M-	S-				S-	S-	S-																	M-	I-	I-		
				F ₇	4																				S-									S-	I-	I-	
				F ₈	4	S-	M-																	S-	S-									S-	I-	I-	
	Medio socio-	Paisaje		F ₉	3																C-												S-	I-	I-		
				F ₁₀	3							M-	S-																					M-	I-	I-	
				F ₁₁	4																						S+								I-	I-	I-
		Salud		F ₁₂	4																														S-	I-	I-
			F ₁₃	3																														M-	I-	I-	
			F ₁₄	3								S-																						S-	I-	I-	
Medio socio-		Fauna		F ₁₅	3																														S-	I-	I-
				F ₁₆	3																														S-	I-	I-
			F ₁₇	3																														S+	I+	I+	
			F ₁₈	3																														S+	I-	I-	
			F ₁₉	6																															S-	I-	I-
Medio socio-	Salud		F ₂₀	6																														M-	I-	I-	
			F ₂₁	6																														M+	I+	I+	
	Empleo		F ₂₂	6																															S-	I-	I-
			F ₂₃	4	I+																														I+	I+	I+
			F ₂₄	4																															S+	I+	I+
	Desarrollo Urbano		F ₂₅	4																															S+	I+	I+
			F ₂₆	4																															S+	I+	I+
Total Absolutos										M-	M-	I-	S-	S-	S-	M-	S-	S-	S-	S-	S-	S-	S-	S-	S-	S-	S-	S-	S-	S-	S-	S-	M-				
Total Relativos		100								I-	I-	I-	I-	I-	I-	I-	I-	I-	I-	I-	I-	I-	I-	I-	I-	I-	I-	I-	I-	I-	I-	I-	I-	I-	M-		

I=irrelevante M=moderado S=severo C=crítico +=positivo -=negativo F=factores ambientales A=acciones del proyecto

Tabla 5.23. Matriz de Magnitud de Impactos de la Planta de Metanización

Acciones del Proyecto		Etapa de Construcción																									Etapa de Operación										Efectos Totales		EIA
		Etapa de Construcción																									Etapa de Operación										Efectos Totales		
		UIP	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈	A ₉	A ₁₀	A ₁₁	A ₁₂	A ₁₃	A ₁₄	A ₁₅	A ₁₆	A ₁₇	A ₁₈	A ₁₉	A ₂₀	A ₂₁	A ₂₂	A ₂₃	A ₂₄	A ₂₅	A ₂₆	Abs.	Rel.									
Agua	F ₁ 4						S	I			C							S	I										M	I	I-								
	F ₂ 4									C	S							S	S	S							S		S	I	I-								
	F ₃ 4																												S	I	I-								
	F ₄ 4													I							I									I	I	I-							
Aire	F ₅ 4	C			S	C	C					S		C	C	S					S								C	I	I-								
	F ₆ 4	C	M	S	C	S					S		S	C	C	C												S	I	I-									
	F ₇ 4																						S						S	I	I-								
	F ₈ 4	I	I	I	I																I	I							I	I	I-								
Suelo	F ₉ 3	I								I																			I	I	I-								
	F ₁₀ 3	I							I	I																			I	I	I-								
	F ₁₁ 4																			I									I	I	I-								
	F ₁₂ 4										S																		S	I	I-								
Flora	F ₁₃ 3									S																			M	I	I-								
	F ₁₄ 3								M	S					I														M	I	I-								
	F ₁₅ 3									C																			C	I	I-								
	F ₁₆ 3									M																		M	M	I	I-								
Fauna	F ₁₇ 3																			I							S	S	M	I	I+								
	F ₁₈ 3															M										S	S	M	I	I-									
	F ₁₉ 6								C	C																			C	I	I-								
	F ₂₀ 6									I	I																		I	I	I-								
Salud	F ₂₁ 6																												S	I	I+								
	F ₂₂ 6																										S	S	I	I-									
	F ₂₃ 4	C	C	C	C																						S	C	I	I+									
	F ₂₄ 4																												S	I	I+								
Desarrollo Urbano	F ₂₅ 4																										S	M	M	I	I+								
	Total Absolutos	S	M	S	S	C	S	S	I	I	S	S	S	I	C	C	C	S	S	M	M	I	M	I	S	S	S	S	S	S									
	Total Relativos	100	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	M-								

I=irrelevante M=moderado S=severo C=crítico +=positivo -= negativo F=factores ambientales A=acciones del proyecto

Tabla 5.24. Matriz Importancia de Impactos de la Planta de Compostaje

Factores Ambientales		Acciones del Proyecto																									Efectos Totales		EIA		
		Etapa de Construcción												Etapa de Operación												Abs.	Rel.				
		UIP	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈	A ₉	A ₁₀	A ₁₁	A ₁₂	A ₁₃	A ₁₄	A ₁₅	A ₁₆	A ₁₇	A ₁₈	A ₁₉	A ₂₀	A ₂₁	A ₂₂	A ₂₃			A ₂₄		A ₂₅	
Medio físico	Agua	F ₁ 4						M-	M-		M+					S-	S-	M-	M+									M-	I-	I-	
	Aire	F ₂ 4														S-	S-	M-	M+									M-	I-	I-	
		F ₃ 4									S-	S-																S-	I-	I-	
		F ₄ 4											M-	M+													M-	S+	I+	I+	
F ₅ 4		S-				M-	S-							S-						S-		M-					M-	I-	I-		
Suelo	F ₆ 4	M-	M-	M-	M-	S-						M-	M-	S-													M-	I-	I-		
	F ₇ 4																					M-						M-	I-	I-	
	F ₈ 4	M-	S-	M-																		M-						M-	I-	I-	
	F ₉ 3	S-								S-												M-						S-	I-	I-	
Medio biótico	F ₁₀ 3	M-							M-	S-	S-																	M-	I-	I-	
	F ₁₁ 4												M-	M-									S+					I-	I-	I-	
	F ₁₂ 4									C-																		C-	I-	I-	
	F ₁₃ 3		M-								S-																	M-	I-	I-	
Medio socio-económico	F ₁₄ 3								S																			S-	I-	I-	
	F ₁₅ 3																											M-	I-	I-	
	F ₁₆ 3																										I-	M+	I-	I-	
	F ₁₇ 3												M-	M+													S+	M+	I+	I+	
Total Absolutos	F ₁₈ 3																											M+	M+	I+	I+
	F ₁₉ 6		M-	M-							S-																	M-	I-	I-	
	F ₂₀ 6								S		S-																	S-	I-	I-	
	F ₂₁ 6												I-															M+	M+	I+	I+
Total Relativos	F ₂₂ 6												M+	M+														M+	M+	I+	I+
	F ₂₃ 4	I+	I+	M+																								M+	M+	I+	I+
	F ₂₄ 4				I+																							M+	M+	I+	I+
	F ₂₅ 4																											M+	M+	I+	I+
Total Relativos.		100	I-	I-	I-	I-	I-	I-	I-	M-	I-	I-	I-	I-	I-	I-	I-	I-	I-	I-	I-	I-	I-	I-	I-	I-	I-	I-	I-	I-	I-

I=irrelevante S=severo C=crítico +=positivo -= negativo F_i=factores ambientales A_i=acciones del proyecto

Tabla 5.25. Matriz de Magnitud de Impactos de la Planta de Compostaje

Factores Ambientales		Acciones del Proyecto																									Efectos Totales		EIA										
		Etapa de Construcción												Etapa de Operación												Abs	Rel												
		UIP	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈	A ₉	A ₁₀	A ₁₁	A ₁₂	A ₁₃	A ₁₄	A ₁₅	A ₁₆	A ₁₇	A ₁₈	A ₁₉	A ₂₀	A ₂₁	A ₂₂	A ₂₃			A ₂₄		A ₂₅									
Medio físico	Agua	F ₁ 4						C	S																							S	I	I-					
		F ₂ 4									C	S																					S	I	I-				
		F ₃ 4									C	S																						S	I	I-			
		F ₄ 4											I	I																				I	I	I+			
	Aire	F ₅ 4	C			S	C	S							C						S	C												C	I	I-			
		F ₆ 4	C	M	S	C	S						S	C	C																			S	I	I-			
		F ₇ 4																					C												C	I	I-		
		F ₈ 4	I	I																		I													I	I	I-		
	Suelo	F ₉ 3	I								I												S												M	I	I-		
		F ₁₀ 3	I								I	M																							I	I	I-		
		F ₁₁ 4																																		I	I	I-	
		F ₁₂ 4																																		C	I	I-	
Medio biótico	F ₁₃ 3		M																																M	I	I-		
	F ₁₄ 3																																			M	I	I-	
	F ₁₅ 3																																			C	I	I-	
	F ₁₆ 3																																			I	I	I-	
	F ₁₇ 3																																			S	I	I+	
Medio socio-económico	F ₁₈ 3																																			S	I	I+	
	F ₁₉ 6		C	C																																S	I	I-	
	F ₂₀ 6																																			I	I	I-	
	F ₂₁ 6																																				M	I	I+
	F ₂₂ 6																																				S	I	I+
Medio socio-económico	F ₂₃ 4	C	M	S																																	S	I	I+
	F ₂₄ 4			S																																	S	I	I+
	F ₂₅ 4																																				M	I	I+
Total Absolutos			S	M	S	S	C	S	C	S	I	M	S	M	S	C	S	S	S	S	S	M	S	M	S	M	S	M	S	M	S	M	S	S	S	S			
Total Relativos		100																																					

I=irrelevante M=moderado S=severo C=crítico +=positivo -= negativo F_i=factores ambientales A_i=acciones del proyecto

5.9 Discusión de resultados

5.9.1 Planta Incineradora

Por Acciones del Proyecto:

Las actividades más impactantes durante la **etapa de construcción**, en términos absolutos son el movimiento de tierras y desbroce, el consumo de combustibles, las excavaciones y cimentaciones y la ocupación del suelo, con una calificación de severo negativo desde el punto de vista de la importancia del impacto y por su magnitud destacan el consumo de energía con carácter de crítico, y en forma severa el movimiento de maquinaria, la generación de escombros de construcción, el transporte de materiales, el consumo de combustibles y el consumo de agua en forma relativa, todos los impactos de las actividades de construcción resultan irrelevantes en el proyecto y no contribuyen significativamente en la actuación al impacto medioambiental global del proyecto en esta etapa.

Durante la **etapa de operación**, destacan desde el punto de vista de la importancia, como actividades con impacto negativo severo, la recepción y almacenamiento de residuos sólidos urbanos, el consumo de energía, el consumo de agua de proceso, el consumo de agua en servicios sanitarios, la ocupación del territorio y presencia de edificios; a su vez, en forma positiva destacan por la importancia del impacto, la depuración de los gases de combustión, la recolección de escorias y cenizas y el control de las condiciones de operación, en forma moderada pero positiva está la actividad de envío de los residuos y rechazos al vertedero. Por la magnitud del impacto, resultan relevantes las siguientes actividades: el transporte rodado de los residuos sólidos urbanos, la incineración de los residuos, el consumo de energía, el consumo de agua de proceso, la producción de electricidad, la depuración de los gases de combustión, la recolección de escorias y cenizas, la ocupación del territorio y presencia de edificios, el tratamiento y reutilización del agua, el funcionamiento de la maquinaria y el equipo y por la iluminación nocturna. De manera relativa, no se tienen actividades que destaquen por la importancia ni por la magnitud de los impactos siendo irrelevantes tanto las positivas como las negativas y solo en forma moderada

sobresale por ser moderada en su magnitud del impacto la actividad de transporte rodado de los residuos sólidos.

Por factores ambientales:

Los factores ambientales que reciben los impactos de importancia severa negativa en una valoración absoluta son del medio físico el aire por radiación lumínica y por ruidos y vibraciones, el suelo por los cambios en el drenaje natural y la pérdida relativa de valor del terreno; del medio biótico la flora por los cambios en la vegetación, la pérdida en la diversidad de especies y la disminución de espacios abiertos o naturales; del medio cultural, el paisaje por la pérdida en calidad y por las alteraciones al paisaje y la visibilidad; del medio socioeconómico, se impacta positivamente en forma severa el factor desarrollo urbano por la gestión de los residuos. En forma moderada pero negativa, desde el punto de vista absoluto, los factores ambientales receptores de impactos son la disponibilidad y calidad del agua, el aire por los gases de combustión y la emisión de partículas y en forma positiva con una intensidad moderada, la salud del personal, la generación de empleo y la inversión en servicios. En forma relativa no hay contribuciones importantes al impacto global del medio por parte de la actuación y resultaron irrelevantes.

Desde el punto de vista de la magnitud del impacto ambiental, los factores que reciben en forma absoluta los impactos críticos son la flora por la disminución de espacios abiertos o naturales y al medio socioeconómico por la generación de empleo; los severos son para el agua en su disponibilidad y su calidad, el aire por los gases de combustión, la emisión de partículas y la radiación lumínica, el suelo por la pérdida de valor relativo del terreno, el paisaje por la pérdida de calidad del paisaje, de manera positiva la mejora en la salud pública y del personal de la planta, la demanda de mano de obra y la inversión en servicios. La magnitud de los impactos sobre los factores ambientales de manera relativa son irrelevantes y no hay un factor que se vea más afectado que los demás o que contribuya de manera significativa al deterioro general del medio.

Valoración global:

El medio ambiente en general no tendrá impactos ambientales relevantes desde el punto de vista de su importancia de manera absoluta ni en forma relativa, teniéndose una valoración total de impactos de nivel irrelevante. Si lo analizamos desde el punto de vista de su magnitud, resulta que se obtiene una calificación del proyecto en términos absolutos de una magnitud del impacto severa en su conjunto, pero en forma relativa con respecto al entorno global, resultan irrelevantes dichos impactos al medio ambiente, esto es debido a la buena selección del sitio y la capacidad de acogida del medio.

5.9.2 Planta Metanizadora

Por Acciones del Proyecto

Durante la **etapa de construcción** las acciones que se hacen notar por la importancia de sus impactos negativos desde el punto de vista de su importancia absoluta son el consumo de combustibles y la ocupación del suelo ambos en un nivel severo y las moderadas negativas son el movimiento de maquinaria, el movimiento de tierras y desbroce el consumo de energía, el consumo de agua y las obras de drenaje y almacenamiento de agua. Por su magnitud absoluta destacan las actividades de movimiento de maquinaria, el consumo de energía, el consumo de agua y las obras de drenaje y almacenamiento de agua con una valoración de severo. De manera relativa, las aportaciones al impacto total del proyecto salvo la ocupación del suelo que es de una importancia moderada, las demás actividades producen un impacto irrelevante.

Así mismo en la **etapa de operación** del proyecto, las acciones que se hacen notar por la importancia de sus impactos severos negativos son el almacenamiento de agua pluvial, la producción de electricidad como aprovechamiento del biogás, la renovación de aire en las naves y purgas de gas, el consumo de energía, el consumo de combustibles, el consumo de agua de proceso, el consumo de agua en los servicios sanitarios, el vertido de lixiviados en la recepción de la fracción biodegradable de los residuos municipales, el funcionamiento de la maquinaria y equipo, el funcionamiento

de motores y turbinas y la iluminación nocturna. En cuanto a la magnitud del impacto, las acciones significativas por ser críticas son el consumo de energía y el consumo de combustibles; severas son la ocupación del territorio y presencia de edificios, el almacenamiento de agua pluvial, la producción de electricidad, el transporte rodado de residuos, el consumo de agua de proceso, el funcionamiento de motores y turbinas, la iluminación nocturna, el control de las condiciones de operación, el tratamiento y vertido de agua y la gestión de los residuos y rechazos a vertedero. Son irrelevantes los impactos de las actividades de este proyecto desde el punto de vista relativo, pues su contribución individual al impacto ambiental total no es significativa desde el punto de vista de su importancia y tampoco lo es desde el punto de vista de su magnitud.

Por factores ambientales:

En términos de la importancia del impacto en valor absoluto, los factores ambientales afectados con impactos severos negativos son del medio físico, la calidad del agua y la recarga de los mantos freáticos, del aire por los gases de combustión, la radiación lumínica y los ruidos y vibración, del suelo el cambio de uso y la pérdida relativa de valor del suelo; del medio biótico, la flora por la pérdida de diversidad y la disminución de espacios abiertos o naturales, el paisaje al disminuir su calidad y el medio socioeconómico en cuanto a la salud del personal. Si el análisis lo hacemos en relación con la magnitud del impacto en términos absolutos, los impactos críticos son sobre el medio físico, el aire por los gases de combustión, sobre el medio biótico, la flora por la disminución de espacios abiertos o naturales y el medio socioeconómico en forma benéfica por la generación de empleo que representa el proyecto. Los impactos con magnitud severa negativa recaen sobre la calidad del agua y la recarga de mantos freáticos, el aire por la emisión de partículas y la radiación lumínica, el suelo por la revalorización del terreno y de manera favorable sobre la salud pública y del personal así como por la gestión de los residuos urbanos. En términos relativos, no hay ningún factor ambiental que se vea más perjudicado que otro, no se tienen situaciones que indiquen que hay un aporte importante al deterioro del medio ambiente en su conjunto.

Valoración Global

En su conjunto, este proyecto es de un impacto total moderado negativo, con una valoración de importancia también moderada negativa en términos absolutos y su aportación relativa al deterioro ambiental será de una importancia irrelevante, se debe tener en cuenta que las magnitudes del impacto ambiental absolutas son severas, pero que igualmente las relativas son irrelevantes. Esto indica deberá que aunque de manera individual hay acciones con importancia crítica y severa, su contribución al impacto total no es significativa en importancia ni en magnitud. No está de más decir que debe mantenerse siempre un buen control sobre sus condiciones de operación y una vigilancia sobre sus emisiones.

5.9.3 Planta de Compostaje

Por Acciones del Proyecto:

En este proyecto las actividades relacionadas con la **etapa de construcción**, en términos absolutos producen impactos de una importancia moderada e irrelevante, las únicas actividades que se hacen notar como severas negativas son el consumo de energía y la ocupación del suelo, en cambio la magnitud de los impactos en esta etapa resultan críticos en la valoración de las actividades de consumo de energía y en consumo de agua y son de magnitudes severas por el movimiento de maquinaria, la generación de escombros de construcción, transporte de materiales, consumo de combustibles y las obras de drenaje y almacenamiento de agua. De manera relativa, ninguna actividad de esta etapa representa una aportación significativa al impacto ambiental total del proyecto, ya que todas son relativamente de importancia y magnitud irrelevante.

La **etapa de operación** de la planta de compostaje tiene actividades que en términos absolutos pueden considerarse que tienen un impacto de importancia severa negativa como la ocupación del territorio y presencia de edificios, el consumo de energía, el consumo de agua de proceso y el consumo de agua en servicios sanitarios; resultan con una importancia del impacto moderado negativo el almacenamiento de agua

pluvial, la pérdida de lixiviados y la humectación del compost; de importancia positiva y moderada son las actividades relacionadas con el uso de biofiltros, el tratamiento y reutilización de agua, el control de las condiciones de operación y el tratamiento de los residuos fermentables. Con respecto a la magnitud de los impactos, es crítica negativa la actividad de consumo de energía y son severas las actividades de almacenamiento de agua pluvial, el uso de biofiltros, el consumo de agua de proceso, el consumo de agua en servicios sanitarios, el vertido de lixiviados, el funcionamiento de la maquinaria y equipo, la iluminación nocturna, el transporte rodado de residuos y el tratamiento de residuos fermentables. Las actividades de esta etapa producen individualmente un impacto relativo de importancia y magnitud irrelevantes, a excepción de la ocupación del territorio y presencia de edificios que es de una importancia moderada con magnitud irrelevante.

Por factores ambientales:

La valoración absoluta de la *importancia de los impactos ambientales* sobre los factores ambientales dio como resultado que se alcanza un nivel *crítico negativo* por la pérdida de valor relativo del terreno y los niveles de importancia de impactos severos negativos se reciben en el medio físico sobre el agua al limitarse la recarga de mantos freáticos en el sitio de la planta por la ocupación del territorio y por la captación del agua pluvial para autoconsumo, en este mismo nivel se impacta el suelo por el cambio de uso, a su vez, en el medio biótico el factor afectado es la flora por limitarse la diversidad de especies así como el paisaje porque sufrirá ciertas alteraciones y se limita la visibilidad; con un nivel de importancia del impacto *moderado negativo*, tenemos al factor agua sobre su disponibilidad y calidad, el aire por los gases de combustión, la emisión de partículas, la radiación lumínica y los ruidos y vibraciones en funcionamiento de la instalación; el factor suelo por los cambios que se producen en el drenaje natural, la flora por los cambios en la vegetación y la disminución de espacios abiertos o naturales, la fauna por los posibles vectores enfermedades-insectos que se atraen con los residuos urbanos cuando no hay una correcta operación del proceso y el paisaje por la disminución de su calidad. En términos relativos, los impactos sobre los factores ambientales son de una importancia

irrelevante al no haber un aporte significativo de alguno de ellos al desequilibrio del medio ambiente, es decir, los impactos son homogéneos en importancia relativa.

En forma absoluta, la *magnitud de los impactos* es crítica para el medio físico aire por los gases de combustión y la radiación lumínica, para el suelo por la revalorización del valor del terreno y sobre la flora por la disminución de espacios abiertos o naturales; los factores con una magnitud de impacto severa negativa son el agua que se ve afectada en su disponibilidad y calidad además de las barreras para la recarga de mantos freáticos, el aire por la emisión de partículas, la fauna por los agentes patógenos y los vectores enfermedades-insectos que son atraídos por este tipo de instalación, el paisaje por la merma en su calidad y con carácter benéfico la generación de empleo y la gestión de los residuos. Igual que con la importancia, la magnitud valorada en términos relativos, no nos señala ninguno de los factores ambientales dañado de una manera significativa ni tampoco indica que alguno en lo particular contribuya más que los demás al deterioro del medio ambiente.

Valoración Global

En términos generales, el impacto ambiental global de este proyecto es irrelevante, en términos relativos también es irrelevante; en términos absolutos en cuanto a su importancia, los impactos son moderados negativos y su magnitud es severa, esto nos revela que si bien es cierto, el proyecto impacta al medio ambiente en forma moderada, en relación con el lugar donde se localiza, no representa una amenaza ambiental ni mucho menos, dado que se trata de un proyecto que pretende resolver una problemática de gestión de residuos urbanos.

5.10 Análisis Comparativo

La secuencia propuesta de partir de un inventario ambiental y describir el medio ambiente como un conjunto de factores, describir el proyecto como un conjunto de acciones, identificar los impactos como los efectos de las acciones sobre los factores,

caracterizar los impactos mediante la estimación de la importancia de cada uno de ellos, determinar la magnitud del impacto y trasladarla a calidad ambiental basándose en un conjunto de funciones de transformación asociadas a los factores ambientales, para finalmente evaluar el impacto en términos absolutos por factor o conjunto de factores, por actividad o por etapas, en términos absolutos y relativos que nos llevan a determinar el impacto ambiental total del proyecto, nos da la oportunidad de hacer un análisis más metódico de la situación, en términos parciales y en términos generales y nos permite sacar conclusiones de qué acciones son las más impactantes y qué factores son los más impactados, en un entorno de trabajo que permite el manejo de valores numéricos muy precisos y cuantitativos (en los parámetros ambientales de los que se cuenta con datos) combinado con apreciaciones cualitativas subjetivas e imprecisas es quizá el mayor capital de trabajo de este sistema de evaluación de impactos ambientales. Combinar una estructura metodológica secuenciada y con pasos muy bien definidos con una flexibilidad en el manejo de la información ambiental, que puede ser en números *crisp* (naturales), intervalos de números, en números difusos, en palabras o etiquetas lingüísticas predefinidas implica una ventaja por encima de muchos otros métodos que hacen valoraciones cualitativas utilizando variables cuantitativas para posteriormente traducirlas a cualidades o palabras, con la desventaja de que no se modela la incertidumbre ni la imprecisión.

Una ventaja adicional de este método es que incluye la aplicación de medidas correctoras dentro de la propia evaluación, haciendo una autocorrección del impacto, con el único requisito de que se conozca la cuantía económica de la medida correctora y su impacto positivo se valora como una nueva acción, para posteriormente hacer una valoración en unidades monetarias de la medida y sopesar su ejecución o la modificación e incluso suspensión de la acción que causa el problema. Bajo el principio de que es mejor prevenir que remediar, esta ayuda es muy valiosa y hace que supere a otros métodos que no cuentan con ella.

Los resultados logrados con la metodología propuesta, comparados con los obtenidos por un grupo consultor que realizó el mismo estudio por otro método a los proyectos en cuestión, son más objetivos e incluyen más información en su valoración parcial y total, de modo que podríamos aseverar que se han llegado a conclusiones que incluyen las ya reportadas por ellos, junto con otras que no fueron consideradas y

además se genera información de apoyo a la decisión en términos cualitativos y cuantitativos, por grupos de acciones, por etapas del proyecto, por factores y por grupos de factores ambientales, pudiendo compararse entre si y con respecto al conjunto, además de poderse comparar entre proyectos y con respecto al entorno ambiental.

Las ventajas que proporciona el uso de esta metodología de evaluación de impactos ambientales con respecto a la usada por el grupo consultor antes mencionado están sustentadas en un manejo sistemático de la información y un trabajo más metódico en cuanto a que requiere de seguir una secuencia preestablecida, ese mismo trabajo es el que finalmente proporciona la trasabilidad del método y los resultados que con una adecuada interpretación, conducen a formular juicios que contribuyen a la decisión final de aceptación del proyecto o a proponer mejoras para su implementación.

