



UNIVERSIDAD CENTRAL "MARTA ABREU" DE LAS VILLAS
VERITATE SOLA NOBIS IMPONETUR VIRILISTOGA. 1948

Facultad de Construcciones

Departamento de Ingeniería Civil

TRABAJO DE DIPLOMA

**ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL EN LA PLANTA DE
PREFABRICADO IMS DE SANTA CLARA MEDIANTE EL ANALISIS
DE CICLO DE VIDA**

Autor: Carlos Alejandro Franco Trujillo

Tutores: MSc. Macyuri Alvarez Luna
Dra. Grisel Barrios Castillo

Asesora: Dra. Elena Rosa Domínguez

Santa Clara
2014

CON SU ENTRAÑABLE TRANSPARENCIA





Pensamiento

“La perseverancia es la virtud por la que todas las otras virtudes dan su fruto.”

Arturo Graf



Dedicatoria

En especial a mi mamá Mayra, por todo su apoyo, comprensión, empeño y sacrificio, por lograr cumplir junto conmigo este sueño tan especial de haberme graduado.

A mi hermana Lianny, quien también estuvo presente en toda mi carrera, y me deseó siempre lo mejor para salir adelante.

A mi papá, por su apoyo incondicional durante toda la carrera y en la realización de este trabajo.

A mis abuelos que ya no están presentes, aunque si en mi corazón.

A mis amigos de la carrera, los de verdad, quienes siempre podrán contar conmigo.



Agradecimientos

A mi mamá que tanto la quiero y ella a mí, por toda la grandeza que significa, por tenerla presente cuando la necesito y poder contar con ella siempre

A mi hermana, que ha sido alguien especial y que quiero mucho, a ella le doy gracias por compartir lo que es suyo para ayudarme

A mi papá que también quiero, por todo el esfuerzo que ha hecho hasta este momento, porque yo consiga mi meta

A Lissa María por haberme dado su amor en este último año de la carrera

A mi tutora Macyuri, por su apoyo absoluto y por dedicar tanto tiempo en alcanzar un resultado de éxito

A Luisito, por las horas extras dedicadas en ayudarme con el trabajo

A todo el personal de la Empresa de Productos Industriales EPI Villa Clara, que tuvo que ver con el resultado del trabajo, por la acogida de último momento y su colaboración especial, en toda la documentación

A Yamir, quien me contactó siempre con el personal que necesitaba y por toda la información que me ofreció

A todos los que me ayudaron en las diferentes Plantas de prefabricados de hormigón, especialmente a Félix, por sus datos ofrecidos que me llevaron al resultado final de la investigación

A la Doctora Elena Rosa por brindarme su ayuda con el programa SIMAPRO7 para obtener los resultados finales

A todos en general, los que tuvieron que ver de una forma u otra con la realización de este trabajo:

MUCHAS CRACIAS



Resumen

Resumen

El presente trabajo aborda aspectos conceptuales sobre los áridos, sus definiciones, clasificación, comportamiento de la producción de los mismos, normativas, así como las herramientas para el análisis de los impactos ambientales utilizadas en su producción. Se hace referencia además al reciclado de áridos como una vía para atenuar los impactos ambientales de la producción y uso de los áridos, la clasificación, ventajas, equipamiento, normativas internacionales y nacionales en el empleo de los áridos reciclados.

Se caracterizan las plantas de prefabricado en la ciudad de Santa Clara y se valora el diagnóstico realizado por cada una de las Unidades Empresariales de Base (UEB) teniendo en cuenta la metodología medioambiental aplicada y aprobada por el organismo de GeoCuba.

Se toma una entidad de estudio entre las tres propuestas, la UEB IMS¹, y se le aplica la herramienta de análisis del ciclo de vida, para lo cual se escoge una unidad funcional que es el Panel PM 20- 15,4, producido en esta planta, realizando el análisis del inventario, la evaluación de impactos por la metodología del Eco indicador 99 y la interpretación de los resultados.

La información se obtuvo a partir de la utilización del análisis documental. Se utilizaron los métodos de investigación teóricos y empíricos y los resultados se obtienen mediante el uso del programa SIMAPRO7.

¹Instituto de Materiales de Serbia, (Referido a un sistema constructivo de origen yugoslavo)

Summary

This work shows conceptual issues about aggregates, definitions, classification, production performance thereof, standards, as well as tools for analysis of the environmental impacts used in its production. Reference to recycled aggregates as a way well done to mitigate the environmental impacts of the production and use of aggregates, classification, benefits, equipment, international and national regulations on the use of recycled aggregates.

Precast plants are characterized in Santa Clara city and the diagnosis made by each of the Business Units Base (BUB) taking into account environmental and methodology adopted by the GeoCuba.

Study an entity is taken between the three proposals, BUB IMS, and applies the tool life cycle analysis, for which a functional unit is the PM 20 - 15.4 Panel is chosen, produced in this plant, performing inventory analysis, impact assessment for the Eco indicator 99 methodology and interpretation of results.

The information was obtained from the use of document analysis. Methods of theoretical and empirical research was used and the results obtained by using the program SIMAPRO7.



Índice

Índice

INTRODUCCIÓN	I
CAPÍTULO I: REVISIÓN DOCUMENTAL SOBRE EL USO DEL ÁRIDO EN LA PRODUCCIÓN DE HORMIGÓN PARA PREFABRICADO Y SU IMPACTO MEDIO AMBIENTAL	1
1.1. Áridos naturales usados en la fabricación de hormigón para prefabricado	1
1.1.1. Conceptos generales	1
1.1.2. Clasificación de los áridos.....	2
1.1.3. Comportamiento de la producción de áridos naturales.....	3
1.1.4. Ventajas del uso de prefabricados	6
1.2. Impacto medio-ambiental en la producción de áridos.....	10
1.2.1. Herramientas para el análisis de los impactos medioambientales en la producción y uso de áridos.....	12
1.2.2. Normativas relacionadas con los impactos medioambientales de la producción y uso de los áridos	15
1.3. Reciclado de áridos como vía para atenuar los impactos ambientales	17
1.3.1. Clasificación de los áridos reciclados	18
1.3.2. Ventajas y desventajas del uso de los áridos reciclados	19
1.3.3. Equipamiento para la producción de áridos reciclados. Plantas y equipos.	19
1.3.4. Normativas internacionales y nacionales para la producción y uso de áridos reciclados.....	23
1.4. Conclusiones Parciales	25
CAPITULO II: PLANTAS DE PRODUCCIÓN DE PREFABRICADOS EN SANTA CLARA . 25	
2.1. Caracterización de las plantas de producción de prefabricados de Santa Clara	25
2.1.1. Caracterización General de la UEB Planta de Prefabricado IMS.....	25
2.1.2. Caracterización General de la UEB Planta de Prefabricado Luis Ramírez	28
2.1.3. Caracterización General de Planta de Prefabricado de Traviesas Cuba-71	31
2.2. Principales impactos medioambientales en las Entidades de estudio	32
2.2.1. Planta IMS.....	32
2.2.2. Planta Luis Ramírez López.....	40
2.2.3. Planta Cuba 71	47
2.3. Conclusiones parciales.....	48
CAPITULO III: ESTUDIO DE CASO DE ACV EN LA PLANTA UEB IMS	49
3.1. Definición de los objetivos y alcance del estudio de ACV.....	49

3.2. Análisis del inventario de ACV	50
3.3. Evaluación del impacto	52
3.4. Interpretación de los resultados	54
3.5. Conclusiones Parciales.....	63
CONCLUSIONES GENERALES	64
RECOMENDACIONES	65
BIBLIOGRAFÍA	66
ANEXO	69



Introducción

Introducción

El continuo aumento de la población a lo largo de la historia de la humanidad ha sido sostenido por el desarrollo de actividades productivas cuya realidad siempre se tradujo en la explotación de los recursos del planeta, renovables y no renovables. A causa de ello las últimas décadas han encontrado al mundo en situación de preservar y proteger el medio ambiente de un inminente desequilibrio ecológico. Por otra parte, la gran demanda de recursos básicos para determinadas industrias ha llevado a la escasez de materias primas.

Uno de los recursos que constituye objeto de estudio en esta investigación son los áridos los que han jugado un papel insustituible en el desarrollo de la humanidad. Gracias a ellos la sociedad ha podido crear la infraestructura que le ha permitido a la raza humana vivir, transportarse y continuar desarrollándose.

Cuba no se aleja de esta situación, incrementándose la extracción de los áridos de las canteras desde el año 2007 al 2012 en 18 539 Mt. Por consiguiente, es importante buscar vías que ayuden a atenuar esa problemática con el objetivo de ahorrar las reservas de áridos naturales para las obras más importantes. En esta misma línea se encuentra nuestra provincia y como altas consumidoras de áridos las plantas de prefabricado de la misma, pertenecientes a la Empresa Provincial Industrial (EPI).

En el trabajo han sido objeto de estudio las plantas productoras de prefabricado de Santa Clara que son las Unidades Empresariales de Base IMS, Luis Ramírez y Cuba 71, las que se enfrentan además a la generación de residuos acumulados durante años en el proceso de producción. Es importante señalar que la Planta IMS es la de mayor producción y la que mayor cantidad de residuos genera, razón por la cual ha sido seleccionada como objeto de estudio para la aplicación de la herramienta ACV.

Debido a todo lo abordado anteriormente podemos definir que **la situación problemática**, está dada a partir de la extracción desmedida de áridos naturales de diferentes canteras, los cuales constituyen un recurso no renovable que se puede agotar, ante esta situación que afecta al ecosistema se hace necesario recurrir a

soluciones alternativas y estudios medioambientales a través de herramientas que contribuyan a mitigar esta situación. Además, no se conocen los impactos ambientales de las plantas de producción de elementos prefabricados

Un aspecto fundamental a tratar en esta investigación es el análisis de la herramienta del ciclo de vida de los áridos, (ACV). Ésta es una técnica para estimar los aspectos ambientales y los impactos potenciales asociados con un producto, a través de:

- La compilación de un inventario de entradas y salidas relevantes de un sistema producto.
- La evaluación de los impactos ambientales potenciales asociados con estas entradas y salidas.
- La interpretación de los resultados del inventario y de las etapas de evaluación del impacto en relación con los objetivos del estudio.

Adoptar un enfoque en la planeación y el desarrollo de las plantas puede disminuir los impactos ambientales a partir de los materiales seleccionados, las prácticas de construcción, el manejo de desechos, la energía y el agua, que se usen en el proceso de producción.

La situación problemática existente conlleva a un **problema científico**: ¿Cómo contribuir a la evaluación de los impactos ambientales de la planta de producción de elementos prefabricados IMS, a partir de la aplicación de la herramienta Análisis de Ciclo de Vida?

HIPÓTESIS:

Si se aplica el análisis de ciclo de vida en la planta de producción de elementos prefabricados IMS, es posible contribuir a la evaluación de los impactos ambientales que se generan en dicha entidad.

Objetivo General:

Evaluar los impactos ambientales generados por la planta de producción de elementos prefabricados IMS en Santa Clara, mediante el Análisis del Ciclo de Vida

Para garantizar el alcance de este objetivo general, antes expuesto, se proponen como **objetivos específicos** los siguientes:

Realizar una revisión documental sobre el uso del árido en la producción de hormigón para prefabricado y su impacto medioambiental.

Realizar una caracterización general de las plantas de prefabricado en Santa Clara, así como los principales impactos medioambientales asociados de sus producciones.

Aplicar la metodología de análisis de ciclo de vida en la producción del Panel PM 20-15.4, teniendo en cuenta el ciclo de vida en su fabricación en la planta IMS.

OBJETO DE INVESTIGACIÓN:

El proceso de producción de la plantas de prefabricado de Santa Clara.

CAMPO DE ACCIÓN:

El campo de acción de esta investigación está vinculado al proceso de fabricación del Panel PM 20-15.4 en la planta IMS.

NOVEDAD CIENTÍFICA:

La aplicación del análisis del ciclo de vida como herramienta de gestión ambiental permite identificar los recursos usados, así como los residuos que se generan y se emiten a los vectores ambientales durante el proceso de producción del Panel PM 20-15.4 en la planta IMS.

APORTES DEL TRABAJO:

Orden práctico: Se aplica la herramienta ACV, para evaluar el impacto ambiental de la producción del Panel PM 20-15.4, en la planta IMS.

Aspecto metodológico: Se aplica la herramienta ACV, utilizando la metodología del Eco indicador 99, para el estudio del impacto ambiental de la producción del Panel PM 20-15.4 en la planta IMS.

Aspecto Medioambiental: La aplicación de la herramienta ACV, dota a la empresa del conocimiento de las categorías de impacto, de manera tal que le permita trazar estrategias para atenuar esta problemática.

Orden Social: La aplicación de la herramienta ACV, le permite a la empresa conocer el impacto en las categorías de daños, a la salud humana y al ecosistema, para de esta forma trazar estrategias que mitiguen esta situación.

Metodología:

Métodos Teóricos:

Histórico y lógico: Análisis de la información obtenida a partir de la revisión de la literatura y documentación especializada.

Analítico - sintético: Para desarrollar el análisis del objeto de estudio y el campo de acción, a través de la descomposición en los elementos que lo integran y llegar a conclusiones.

Inductivo - deductivo: Para la formulación de la hipótesis y evaluar las técnicas y herramientas de administración del efectivo.

Materialista dialéctico: Como método universal.

ESTRUCTURA DE LA INVESTIGACIÓN:

Capítulo I: Este aborda aspectos conceptuales sobre los áridos, su clasificación, el comportamiento de la producción, las ventajas del uso de los prefabricados, las herramientas para el análisis de los impactos ambientales; el reciclado de áridos

como vía para atenuar los impactos ambientales de la producción y uso de los mismos, clasificación, ventajas, equipamiento, así como las normas internacionales y nacionales empleadas para su uso.

Capítulo II: Se realiza una valoración del diagnóstico medioambiental de las Plantas de producción de prefabricados en Santa Clara, a partir del desarrollo de la guía metodológica aplicada y aprobada por el organismo de GeoCuba.

Capítulo III: En este último capítulo se aplica la herramienta ACV a la producción del Panel PM 20-15.4, en la UEB IMS, utilizando la metodología del Eco indicador 99. Los resultados se obtienen mediante el procesamiento de los datos a través del programa SIMAPRO7.



Capítulo I

CAPÍTULO I: REVISIÓN DOCUMENTAL SOBRE EL USO DEL ÁRIDO EN LA PRODUCCIÓN DE HORMIGÓN PARA PREFABRICADO Y SU IMPACTO MEDIO AMBIENTAL

1.1. Áridos naturales usados en la fabricación de hormigón para prefabricado

Los áridos de tipo natural han constituido y constituyen un importantísimo grupo de materiales en la construcción de cualquier tipo de obra. A ellos se debe en gran medida, que la sociedad haya podido crear una infraestructura necesaria, para permitirle así a la raza humana poder vivir, transportarse y continuar desarrollándose.

Por sus características generales, entre las que se destacan sus resistencias tanto físico-mecánicas como químicas, se han convertido en materiales apropiados para diversos elementos constructivos que han de resistir elevadas cargas y efectos agresivos del ambiente dentro de la construcción.

1.1.1. Conceptos generales

El árido se define, según como un material granular inerte, como la grava y la arena, que puede ser añadido al cemento y la cal, para lograr conformar así el hormigón o mortero.

Los áridos pueden ser gruesos o finos, los primeros quedan al no pasar por un tamiz de 4,76 mm mientras en los segundos las dimensiones del tamiz permiten que éste pase.

Según la Asociación Nacional de Empresarios Fabricantes de Áridos (ANEFA) se denominan **áridos** a los materiales granulares (pequeños trozos de roca) utilizados en la construcción (edificación y obras públicas) y en diversas aplicaciones industriales.

Los **áridos**, son materias primas minerales fundamentales e imprescindibles para la sociedad. En general, son considerados como materiales baratos, abundantes, situados necesariamente cerca de los centros de consumo, que tienen una composición y textura muy diversa y presentan características muy distintas. Esta diversidad comienza con el tipo de yacimiento y el enclave geológico, y continúan

con las técnicas de explotación y procesos de trituración del material extraído del yacimiento.

1.1.2. Clasificación de los áridos

Los **áridos** pueden presentar formas redondeadas (aluviales) o angulosas (materiales triturados); su tamaño responderá a criterios granulométricos relacionados con su utilización, por lo que será necesario su clasificación por tamaños para responder a las necesidades del mercado.

Los **áridos** naturales se pueden obtener explotando yacimientos detríticos no consolidados, tipo arenas y gravas o empleando la trituración de rocas masivas y consolidadas tipo granito, diorita, calizas, cuarcitas.

En general los **áridos** naturales se agrupan, en cuanto a su origen, en tres grandes familias:

- Los aluviales, triturados o no.
- Las calizas
- Los ígneos y metamórficos

A continuación se presenta la clasificación de los áridos (ver tabla 1.1)

Tabla 1.1 Clasificación de áridos

Según Origen	Según proceso mecánico de fabricación
Natural Secundario (Artificial) Reciclado	De Machaqueo Redondeado

Fuente:(ANEFA)

Los materiales pétreos empleados en la construcción se clasifican en naturales y artificiales.

Piedras artificiales: Se preparan con productos diversos en estado pulverulento o pastoso, para comunicarles fácilmente la forma, y se producen por procesos fisicoquímicos.

Piedras naturales: Son las que se extraen directamente de la Naturaleza, no precisando para su empleo nada más que darles forma adecuada.

La clasificación de los áridos, según las bases teóricas de gruesos y finos, a partir del tamaño de los ejes mayores, se brinda en la siguiente tabla.

Tabla 1.2 Bases teóricas de clasificación de los áridos

Clasificación	Fuentes		
	OrusAsso	Diccionario de Arquitectura	Panadero García; Sanz Contreras
Árido Grueso	> 5 mm	> 4,76 mm	> 4 mm
Árido Fino	< 5 mm	< 4,76 mm	< 63 μm
Arena			Entre 4 mm y 63 μm

Fuente: Elaboración propia, a partir de: Orus Asso (1966); Diccionario de Arquitectura (2011); Panadero García; Sanz Contreras (2008), Betancourt Rodríguez (2011) y Seijo (2011)

Como se puede apreciar en la tabla anterior existen diferentes criterios de la clasificación de la granulometría de los áridos. Panadero García y Sanz Contreras, no consideran la arena como árido fino, mientras que el Diccionario de Arquitectura y otros expertos consultados como el Dr. Ing. Sergio Betancourt y el Dr. Ing. Pedro Seijo consideran la arena como árido fino. En la tabla se aprecia también que no existe coincidencia en la granulometría específica para clasificar tanto el árido fino como el árido grueso (Orus, 2010).

Los áridos naturales son extraídos de las canteras, nuestra provincia cuenta con varias de ellas como son: el Purio, Palenque y el Hoyo de Manicaragua. Los tipos de áridos que de allí se extraen son los siguientes: piedra hormigón, polvo de piedra, gravilla, granito, carbonato, arena lavada y arena sucia, para cualquier entidad que requiera de sus servicios.

1.1.3. Comportamiento de la producción de áridos naturales

La producción de áridos naturales va en ascenso, cada vez el uso de este producto, se hace más necesario en el sector de la construcción, lo que a su vez favorece a una mayor explotación de los recursos naturales como las canteras.

A continuación se aborda resumidamente el procedimiento usado tradicionalmente para la explotación de los yacimientos de áridos, desde las canteras, tomando como referencia al autor Orus, en su libro *Materiales de la Construcción* (Orus, 2010).

En el **desbrozo o descubierta de las capas no explotables** (Cubierta vegetal, estériles y rocas alteradas) debe tenerse en cuenta que la capa superficial se halla alterada por los agentes atmosféricos, no siendo tan compacta como las capas profundas de la roca a extraer, por lo cual se debe eliminar una extensión mayor que el área de la roca a desmontar. Esta operación previa se hace a mano, con picos y palas o se emplean excavadoras de acuerdo con el espesor de la cubierta de la cantera o el tamaño de la explotación. La técnica de ataque es denominada por la parte superior, cuando se hace de arriba a abajo, penetrando en la ladera en forma escalonada, de unos 5 a 10 m de altura y anchura, suficiente para poder realizar el desbaste previo de los bloques, con el objetivo de no transportar piedra inútil, reduciéndose los gastos. Estas plataformas se hacen accesibles por los lados para sacar los bloques, debiéndoles dar una pequeña inclinación y talud, con el objetivo de que no se estanque el agua de lluvia o filtraciones y evitar desplomes (Orus, 2010).

El **arranque de las piedras** puede variar de acuerdo a la concepción y el diseño de las explotaciones así como la técnica operativa empleada según sea la dureza y cohesión de las rocas (Orus, 2010).

El **transporte a la planta de tratamiento**, la que generalmente está situada próxima a la propia explotación, se realiza por diferentes vías: o transporte continuo que consiste en cintas transportadoras o, más raramente, tuberías (para sólidos en suspensión) o transporte discontinuo: dumpers y camiones, siendo estos últimos utilizados también en la distribución de los áridos hasta el lugar de consumo y/o comercialización (Orus, 2010).

A continuación se inicia el proceso tecnológico de **tratamiento de los áridos** para obtener los productos terminados. Las fases de este proceso se resumen en el gráfico que sigue:

Gráfico 1.1 Proceso tecnológico de tratamiento de los áridos



Fuente: Elaboración propia, a partir de: ANEFA (2011) y (Herrera de la Rosa y Galloso, 2007)

Después de terminar la etapa del tratamiento de los áridos se procede al almacenamiento y envío. Estos, diferenciados por sus características, se almacenan en silos o en apilamientos a la intemperie o cubiertos; de este modo se evita la segregación y la contaminación.

Por último se realiza **la restauración de los terrenos** una vez culminada la explotación de la cantera o la extracción de los áridos, la empresa que realizó dicha acción tiene la obligación de rehabilitar el terreno donde se encontraba dicho yacimiento (Orus, 2010).

Una vez conocido el funcionamiento del proceso de producción de los áridos naturales, se hace referencia al comportamiento de los índices de extracción de los mismos en las diferentes canteras del país, lo cual se muestra en la gráfico 1.2 que aparece a continuación.

Este gráfico nos demuestra que la producción de los áridos ha sido a gran escala en todo el país, que en un período de seis años transcurridos desde el 2007 hasta el 2012, la extracción de los áridos desde las canteras, para sus diversos fines, en la construcción, principalmente ha sumado ya las **18 539 Mt** (Miles de toneladas de áridos).

Gráfico 1.2 Extracción de los áridos en las diferentes canteras del país



Fuente: (ONEI, 2013)

En el año 2012 el cemento producido fue aproximadamente de 3900 Mt, lo que se traduce en una producción de 11000 millones de m³ de hormigón y equivale a 8400 millones de m³ de áridos (ONEI, 2013).

Se puede afirmar entonces, que a este ritmo de producción insostenible, los áridos naturales tradicionales pueden en algún momento llegar a su fin, pues son recursos naturales no renovables. Si se suma el impacto económico y medioambiental, se llega a la primera conclusión que implica la necesidad de proponer soluciones de materiales alternativos, que aunque inicialmente no sustituyan completamente a los áridos naturales tradicionales, si ofrezcan una opción para atenuar o mejorar esta situación.

1.1.4. Ventajas del uso de prefabricados

Los áridos se emplean en numerosas cantidades en el sector de la construcción, lo que se refleja en la composición del hormigón (ver gráfico 1.3), donde se reporta que el árido alcanza alrededor de un 78 % del peso del mismo, por lo que constituye el material predominante.

Gráfico 1.3 Composición del Hormigón



A lo largo de nuestro país existen plantas que fabrican elementos prefabricados, para lo cual necesitan grandes cantidades de hormigón y se nutren de este material para su funcionamiento continuo, en vísperas de poder cumplir con los objetivos para los que ellas fueron creadas.

La utilización de estos tipos de elementos puede ser diversa, y su uso en la construcción depende de la finalidad que vayan a tener en cualquier proyecto. Los elementos prefabricados, así como su combinación en obras, dan lugar a los llamados sistemas constructivos, que son formas y técnicas diferentes para llevar adelante una obra.

La gran demanda actual de disímiles proyectos constructivos en especial del rango de vivienda de interés social, los altos costos de construcción, la calidad cuestionable de las obras destinadas a personas de escasos recursos, son razones por las cuales se hace necesario generar soluciones a corto plazo. En este ámbito la utilización de estructuras prefabricadas como parte del proceso constructivo en edificaciones, resulta ser el camino a seguir gracias a las ventajas constructivas y organizacionales que brinda, las cuales se ven reflejadas en su duración y costo final.

El progreso en la construcción es alcanzado con el paso de la construcción tradicional, a un sistema más avanzado. La construcción industrializada, incluyendo el sistema de grandes paneles en concreto, incide en los proyectos de construcción cambiando la naturaleza del diseño y construcción de un proyecto, debido a las siguientes características: mayor planificación, control y organización en etapas

tempranas del proyecto, aplicación de parámetros de constructibilidad en el método utilizado con la integración del diseño y construcción.

Además, existe un incremento en la productividad gracias a la mayor eficiencia y eficacia en procesos llevados a cabo y la incorporación del factor humano con el reconocimiento de las habilidades individuales y la asignación de mayor responsabilidad y capacitación. Todo esto con miras al mejoramiento continuo de la calidad de los procesos como parte de la visión gerencial de las empresas constructoras.

Entre las ventajas que se pueden enumerar de las obras prefabricadas se tienen el grado de tecnología utilizada en el diseño de las piezas, especialmente en lo que tiene que ver con uniones, que permitan colocar elementos de diferentes formas y que trabajen adecuadamente respondiendo a los requisitos de diseño y de economía principalmente, el control de calidad de una obra prefabricada, el cual es muy superior al control que se pueda tener en una obra fundida en sitio principalmente por la facilidad para realizar las inspecciones necesarias en cualquier pieza. (Todos los elementos a un mismo nivel contra difíciles accesos en las obras fundidas en sitio), el tiempo requerido en la fabricación e instalación de los elementos que es mucho menor que el tiempo de construcción de los mismos elementos fundidos en sitio y además la obra prefabricada es mucho más limpia con lo cual la construcción es más segura, la obra se encuentra permanentemente aseada y se elimina el posterior mantenimiento de los acabados (Medina-Sánchez and Rodríguez-García, 1980).

Las propiedades térmicas, acústicas y de protección contra el fuego, la durabilidad de los elementos como consecuencia de la tecnología desarrollada en su diseño y construcción, y otras más que lo hacen el producto con mayor proyección hacia el futuro en materia de construcción.

La construcción con grandes paneles permite incorporar en las viviendas parámetros como: la coordinación modular, seguridad antisísmica y contra incendios, además, de habitabilidad, durabilidad y belleza estética.

La progresividad en estos sistemas prefabricados solo es viable con el desarrollo de un mercado que genere la demanda suficiente para comercializar individualmente este tipo de elementos.

Al implementar el sistema prefabricado en el proyecto analizado se abren nuevas posibilidades desde el punto de vista constructivo a diferentes tipos de obras civiles que anteriormente solo se trabajaban en concreto fundido in situ o en mampostería.

La capacitación de la mano de obra que interviene en proyectos de este tipo es superior a la que se emplea en estructuras tradicionales por el grado de exactitud con que se trabaja, tanto en la planta de prefabricados como en la parte de montaje. Así, el adiestramiento del personal de montaje es vital en la ejecución del proyecto por cuanto este disminuye el tiempo de montaje de los diferentes elementos y se minimiza los daños que se producen en los elementos al montarlos.

La estructura de costos de este sistema de construcción muestra como la producción de los elementos de concreto cubre más del 50 % de los costos de construcción, incidencia debida a las múltiples funciones que cumplen los paneles de concreto en la edificación, estructura, distribución de espacios, acabados. Además, gracias a la rapidez del sistema de grandes paneles se obtiene una menor incidencia de los costos indirectos y administrativos en la estructura de costos del proyecto.

El estudio de métodos y alternativas de construcción, diferentes a las conocidas tradicionalmente, debe impulsar el desarrollo de una nueva etapa en la construcción del país, permitiendo incorporar y adaptar nuevas tecnologías que mejoren la calidad de vida.

Las ventajas del uso de los prefabricados expuestas anteriormente, se pueden clasificar específicamente de la siguiente manera.

Desde el punto de vista económico

- Uso repetido de cofres
- Economía total o parcial del uso de la madera
- Reducción de la mano de obra
- Reducción del tiempo de trabajo

- Facilita la producción en marcha mediante la normalización y tipificación de los elementos
- Reduce el consumo de cemento y hormigones en obra

Desde el punto de vista de la producción

- Permite organizar el trabajo en forma industrial
- Permite trabajar en condiciones más ventajosas
- Más calidad y mayor producción
- Mejora la calificación de la mano de obra
- Evita las interrupciones en el hormigonado

Desde el punto de vista del proyecto

- Permite el uso de secciones estructurales más ventajosas
- Requieren en un edificio menos cantidad de juntas de dilatación
- Impulsa el uso del pretensado
- Disminuye considerablemente la retracción
- Posibilita el ensayo de los elementos antes de su elaboración
- Posibilita el uso de estructuras desmontables

1.2. Impacto medio-ambiental en la producción de áridos

Los principales impactos medioambientales producidos por los áridos, se presentan desde la extracción en las canteras hasta en la transportación de los mismos hacia la planta. A algunos de ellos haremos referencia a continuación. En la extracción de las canteras, el mayor impacto es ecológico, afectando los recursos naturales como los suelos, la vegetación, etc. Durante la transportación, los aspectos a medir son la generación de polvo y la generación de gases de combustión por los camiones que intervienen en la actividad. Ambos, producen un impacto que se revierte en la contaminación del aire. El árido está presente también en otras actividades dentro de la producción, como la elaboración de hormigón, ocasionando, generación de residuales líquidos, atraso tecnológico en el proceso productivo, consumo de

portadores energéticos y deficiente funcionamiento de las redes interiores conductoras de agua (Gonzalez-Echenique, 2011).

La consideración de los criterios del desarrollo sostenible en las explotaciones de los áridos, han de concebirse desde el proceso de diseño, como una serie de fases integradas donde se conjuguen desde las labores extractivas, hasta la utilización de los áridos con el respeto por el medio ambiente. La proyección de una imagen empresarial moderna requiere, necesariamente, que las explotaciones reflejen el compromiso medioambiental de las empresas del sector, que se resume en los siguientes objetivos fundamentales:

- Operar de acuerdo con las normas exigidas por la legislación y con arreglo a las buenas prácticas industriales.
- Realizar la explotación y el tratamiento de los áridos previniendo y procurando minimizar los posibles efectos sobre el medio ambiente.
- Favorecer una gestión medioambiental adecuada.
- Cuidar la buena imagen de las canteras y las graveras.
- Contribuir a la conservación de los recursos naturales mediante un uso eficiente de la energía y de las materias primas.
- Restaurar los terrenos afectados por la explotación, las canteras.
- Implicar a trabajadores y contratistas en el cuidado de la explotación y de su entorno ambiental.
- Reconocer los legítimos intereses de las comunidades locales.
- Garantizar económicamente el buen fin de la restauración.
- Aplicar las recomendaciones recogidas en el Código de la Buena Práctica Medioambiental.

1.2.1. Herramientas para el análisis de los impactos medioambientales en la producción y uso de áridos

Las principales herramientas hoy disponibles para la gestión medioambiental de sistemas de producción o producto, en este caso analizando los áridos, son las siguientes (Filho, 2001).

a) Análisis de riesgos ambientales (RA)

El análisis de riesgos ambientales cubre una amplia gama de aplicaciones. Por ejemplo, con esta herramienta se pueden evaluar los riesgos ecológicos ocasionados por fuentes puntuales o difusas de emisiones, emisiones frecuentes o accidentales. También permite evaluar riesgos para la salud humana en el ámbito laboral, así como para ambientes exteriores con un cierto foco contaminante.

En general, esta herramienta se utiliza con enfoque analítico (cualitativo) y con criterios de probabilidad para estimar los riesgos que pueden resultar en situaciones adversas. Habitualmente se consideran los niveles de concentración y/o períodos de exposición de una determinada sustancia peligrosa en el ambiente, para luego estimar comparativamente con los criterios establecidos para definir si están ante niveles aceptables de riesgo.

La principal ventaja de análisis de riesgo es permitir pronosticar posibles impactos reales. Sin embargo, los datos para realizar estos pronósticos, dictan ciertas limitaciones a esta herramienta con respecto al consumo de tiempo y recursos y, consecuentemente, justificando su empleo para actividades de alto riesgo (Filho, 2001).

b) Estudio del impacto ambiental (EIA)

La EIA es utilizada para investigar los cambios ambientales de un sitio específico, tal como los ocasionados por las construcciones (por ejemplo plantas eléctricas, carreteras, ferrocarriles, plantas industriales), la EIA es una herramienta orientada para planteamientos físicos, referidos a la gestión del territorio. Considera los efectos ambientales durante el período de construcción así, como también los que ocurren

durante la operación de la planta, siendo comúnmente requerido para conseguir una licencia de construcción o de operación en una planta.

En general, los datos ambientales de la EIA son detallados con respecto a un impacto específico y, frecuentemente, pueden tener en cuenta la duración y concentración de los contaminantes emitidos mediante la evaluación de su incidencia sobre el ambiente (Filho, 2001).

c) Auditoría ambiental (EAu)

Según la definición de la ISO 14010:1996, la auditoría ambiental es "un proceso sistemático, objetivamente documentado, para verificar y evaluar evidencias y determinar específicamente que aspectos ambientales, eventos, condiciones, sistemas de gestión o informaciones sobre esta materia, están conforme criterios previamente definidos, comunicando los resultados de este proceso al cliente"

El origen de la Auditoría ambiental surge de la necesidad de realizar inspecciones físicas en determinados puntos concretos del proceso para verificar el cumplimiento legal, identificar responsabilidades y riesgos importantes. En este contexto, auditar es propio de la gestión para conseguir la calidad total. Aquí se incluyen chequeos de los sistemas instalados para verificar si operan como deberían, permitiendo así una constante evaluación de mantenimiento de objetivos del conjunto operante. Sin embargo, el foco de la Auditoría ambiental se centra en la actividad que está siendo revisada y no sobre datos retrospectivos o prospectivos del proceso (Filho, 2001).

d) Evaluación del comportamiento ambiental (EPE)

Es una herramienta interna que suministra al sistema de gestión ambiental informaciones fiables, objetivas y verificables, de este modo se ayuda a la organización a determinar los logros en sus objetivos ambientales. Es, por lo tanto, un sistema de auditoría interna, que se basa en indicadores para medir, evaluar y verificar el comportamiento ambiental de una organización con respecto a determinados criterios preestablecido en su sistema de gestión (intenciones y objetivos ambientales).

Permite enfocar tendencias de comportamiento medioambiental para una gama de actividades de una organización, es decir, los recursos consumidos, el proceso utilizado, productos y servicios resultantes (Filho, 2001).

e) Análisis del flujo de sustancia (SFA)

El análisis del flujo de sustancia es una herramienta que permite hacer un balance del flujo de una determinada sustancia, a lo largo de todo el ciclo de vida de un sistema, incluyendo la producción y el uso de cierto producto a través de la contabilización de todas sus entradas y salidas.

Con esta herramienta se puede mejorar la calidad medioambiental de un determinado producto a través de la aplicación de medidas de control o de reducción de una sustancia específica. Sin embargo, presenta el inconveniente de que al hacer referencia a una sola sustancia no es un método holístico y, por lo tanto, si ocurrieran cambios en el sistema como resultado del aumento del flujo de otras sustancias, éstas no podrían ser identificadas con el análisis de flujo de sustancia (Filho, 2001).

f) Análisis de material y energía (EMA)

Se considera como el precursor del análisis del ciclo de vida, de hecho, las dos herramientas se confunden, ya que conceptualmente pueden compartir la misma base de datos. Utilizan como referencia la unidad funcional del sistema y su interpretación también está basada en el impacto potencial al medio ambiente causado por ciertas emisiones.

La herramienta también utiliza algoritmos para cuantificar todos los materiales y energías que entran y salen de un determinado sistema bajo estudio, admitiendo evaluar cierta etapa o fase del ciclo de vida de un producto (Filho, 2001).

g) Gestión integral de sustancia (ISCM)

La gestión integral de sustancia sirve tanto como apoyo a la toma de decisiones, como para comparar diferentes opciones con respecto a ciertas mejoras ambientales o aspectos medioambientales. Esencialmente, se hace un atajo en el de ciclo de vida completo económico de un sistema. Se formula un plano práctico de acción más amplio que un simple análisis de un determinado producto, puesto que con el análisis

de sólo 20 % de elementos, podría conocerse un 80 % de impactos totales en el sistema. Es conocido como el precursor del análisis del ciclo de vida simplificado (Filho, 2001).

h) Análisis de línea de producto (PLA)

Muy similar al análisis del ciclo de vida, utiliza como base de comparación la unidad funcional del sistema. Presenta un espectro más amplio de análisis, ya que incorpora como foco de investigación, además del análisis medioambiental, otros aspectos de tipo económico y social. Es considerada una herramienta conceptualmente correcta, aunque a la práctica se utiliza poco (Filho, 2001).

i) Análisis del ciclo de vida (ACV)

Esta última será la herramienta que usaremos en esta investigación. El ACV es una herramienta de gestión ambiental que identifica tanto a los recursos usados como a los residuos que se generan y se emiten a los vectores² ambientales (aire, agua y suelo) a lo largo de todo el ciclo de vida de un sistema o producto.

El análisis del ciclo de vida se define como la herramienta adecuada para la recopilación y valoración de las entradas (materia y energía), salidas (productos, emisiones y residuos) e impactos potenciales de un sistema o producto a lo largo de su ciclo de vida. Conceptualmente este método se mantiene en natural y constante desarrollo, pues a medida que son divulgados nuevos trabajos prácticos con su aplicación, se intercambian informaciones entre usuarios de esta metodología (Filho, 2001).

1.2.2. Normativas relacionadas con los impactos medioambientales de la producción y uso de los áridos

La normativa principal que rige la gestión ambiental dentro y fuera del país, asociada a la aplicación de la herramienta del ciclo de vida de un sistema o producto, es la ISO 14000.

² Referido a los elementos abióticos de la naturaleza.

La Organización Internacional de Normalización (ISO 14000), según (Salas and Sepúlveda, 2002), es una federación mundial de organismos nacionales de normalización (organismos miembros de ISO). El trabajo de preparación de las Normas Internacionales normalmente se realiza a través de los comités técnicos de ISO. Cada organismo miembro interesado en una materia para la cual se haya establecido un comité técnico, tiene el derecho de estar representado en dicho comité. Las organizaciones Internacionales, públicas y privadas, en coordinación con ISO, también participan en el trabajo (Salas and Sepúlveda, 2002).

Los Proyectos de Normas Internacionales adoptados por los comités técnicos son enviados a los organismos miembros para votación. La publicación como Norma Internacional requiere la aprobación por al menos el 75 % de los organismos miembros requeridos para votar (Salas and Sepúlveda, 2002).

La innegable importancia de esta norma se deriva, sustancialmente, del hecho de que ésta representa una iniciativa pionera en la normalización internacional, con la que se consigue unificar la terminología en el sector de la gestión ambiental en la lengua española (Salas and Sepúlveda, 2002).

Este grupo de normas ISO 14000, está conformado por varias de ellas, dentro de las cuales podemos mencionar las siguientes:

- Gestión Ambiental. Análisis del ciclo de vida. Principios y marco de referencia [ISO 14040:1997 (TRADUCCIÓN CERTIFICADA), IDT] (NC, 2005).
- Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Definición del objetivo y alcance y análisis del inventario [ISO 14041:1997 (TRADUCCIÓN CERTIFICADA), IDT] (NC, 2000a).
- Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Ejemplos de aplicación de la NC-ISO 14041 para la definición del objetivo y alcance y análisis del inventario (ISO/TR 14049: 2000, IDT) (NC, 2000b).
- Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Evaluación del impacto del ciclo de vida (ISO 14042: 2000, IDT) (NC, 2001a).
- Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Interpretación del ciclo de vida (ISO 14043: 2000, IDT) (NC, 2001b).

1.3. Reciclado de áridos como vía para atenuar los impactos ambientales

El reciclado es el método por el cual parte de los residuos generados por la industria o los particulares se recupera para ser nuevamente utilizado en su uso original o no. Recuperación de materiales a partir de residuos y transformación de estos para su reutilización como materia prima. Transformación de residuos dentro de un proceso de producción, para su fin inicial o para otros fines, (Rojas, 2011) incluido el compostaje y la biometanización, pero no la incineración con recuperación de energía (CAT-COACM, 2008).

El término de residuo comprende todo bien u objeto que se obtiene a la vez que el producto principal, haya llegado al fin de su vida útil, e incluye tanto a los que han devenido inaprovechables ("desechos"), como los que simplemente subsisten después de cualquier tipo de proceso ("restos" o "residuos" propiamente dichos)" (Delgado, 1995).

Se entiende por residuos de la construcción todos los generados en una actividad de este tipo, incluyendo los de madera y escombros. Dentro de los escombros, encontramos residuos de concreto de repellos, pedazos de ladrillos y bloques de tierra contaminada, mientras que los residuos de edificios demolidos, calles y veredas levantadas y otras estructuras son clasificados como residuos de demolición, éstos son similares a los anteriores pero pueden incluir vidrios rotos, plásticos y metales (Rojas, 2011, Natalini, 2000).

Es necesario aclarar que los residuos sólidos inertes son los residuos que, por sus características intrínsecas, no ofrecen riesgos para la salud ni para el medio ambiente y que, al ser muestreados de forma representativa, según las normas adecuadas, y sometidos a contacto estático o dinámico con agua destilada a temperatura ambiente (pruebas de disolución), no tuvieran ninguno de sus componentes disueltos en concentraciones superiores a los patrones de potabilidad del agua, excepto los que se refieren a aspecto, color, turbidez y sabor (Monteiro, 2006).

Los residuos de hormigón de cemento con clínquer Portland y áridos naturales, machacados, cribados y procesados en plantas de reciclado dan lugar al material

secundario árido reciclado de hormigón. Éste deriva de un solo tipo de material primario, el hormigón, cuya composición es heterogénea (cemento, agua, áridos, aditivos y adiciones), (Robas, 2008).

El árido reciclado es un árido obtenido mediante el procesamiento de residuos de construcción y demolición (Gutiérrez, 2005).

Los áridos reciclados son los resultantes del tratamiento de material inorgánico previamente utilizado en construcción (Marilda Barra et al., 2011).

Ambas definiciones tienen en común dos aspectos, el primero relacionado a que proceden de la construcción y/o demolición y el segundo es que es necesario procesarlos antes de su reutilización.

1.3.1. Clasificación de los áridos reciclados

La clasificación de los áridos reciclados está relacionada con la naturaleza del origen de los residuos. Estos residuos son:

- Áridos reciclados procedente del hormigón.
- Áridos reciclados cerámicos.
- Áridos mixtos cuando proceden de una mezcla de residuos de distinta naturaleza.

Estos áridos tienen propiedades distintas a los áridos naturales por lo que los hacen ciertamente diferente. Ciertos estudios han demostrado que el árido reciclado puede sustituir al árido natural hasta un 20 % del mismo, para evitar pérdidas de las propiedades del producto hormigón. Algunas de estas propiedades son:

- Que están compuestos por dos materiales de distinta naturaleza: árido natural y mortero de cemento adherido al mismo.
- Contiene arena o impurezas.
- Por sus propiedades es necesario establecer métodos de ensayos adecuados o adaptar los ya existentes para el árido natural a este tipo de árido.

- Que el origen de estos áridos implica una mayor heterogeneidad en su producción.

1.3.2. Ventajas y desventajas del uso de los áridos reciclados

La utilización de árido reciclado procedente de escombros es cada vez más habitual en el campo de la construcción, en ámbitos muy variados como son la construcción de obras de tierras, carreteras, o su utilización en la fabricación de hormigón, de ahí las ventajas que se pueden deducir por su uso (Gutiérrez, 2005). Algunos beneficios que nos aporta el uso de los áridos reciclados son la producción de un material de relativamente buena calidad sin necesidad de grandes inversiones, con un bajo costo. Sus posibilidades de procesamiento in situ posibilitan que no haya que recorrer grandes distancias para el acarreo de las materias primas. Para procesarlo se consume poca energía.

Incorporado a todo esto, el aspecto ambiental se ve favorecido también con el uso del árido reciclado, pues elimina la contaminación ambiental y estética, la creación de micro o macro vertederos, y crea en las personas un efecto moral (estado anímico reflejado por los seres humanos ante la suciedad), (Alvarez-Luna, 2013).

Es prioridad de nuestro país atender esta situación, lo que se refleja en su política económica y social, lineamiento (PCC, 2011).

Aunque también pueden tener varios inconvenientes, como que no pueden sustituir completamente al árido natural debido a las impurezas que contienen, dentro de las que se destacan los yesos y sulfatos, y por esto es debido dosificar de forma diferente las mezclas que contendrán este tipo de árido, con la realización de nuevos estudios que analicen las propiedades del hormigón con este nuevo material, como se reflejó en el acápite anterior.

1.3.3. Equipamiento para la producción de áridos reciclados. Plantas y equipos.

Plantas

Las plantas de producción de árido reciclado son similares a las plantas de producción de árido natural, y sólo requieren además electroimanes para la separación del acero y otros sistemas de eliminación de impurezas. Estas se clasifican, según el nivel tecnológico que alcancen en:

Plantas de **1ra** generación: Carecen de mecanismos de eliminación de contaminantes, a excepción del acero y otros elementos mecánicos.



Figura 1.1 Foto de una Planta de **1ra** generación

Plantas de **2da** generación: Añade al tipo anterior sistemas mecánicos o manuales de eliminación de contaminantes previos al machaqueo, elementos de limpieza y clasificación del producto machacado, por vía seca o húmeda. Son las más extendidas en el reciclado del hormigón.



Figura 1.2 Foto de una Planta de **2da** generación

Plantas de **3ra** generación: Dirigidas a una reutilización prácticamente integral de otros materiales secundarios, considerados como contaminantes de los áridos regenerados.



Figura 1.3 Foto de una Planta de **3ra** generación

Las plantas de tratamiento de áridos pueden ser además, fijas, móviles y semimóviles, atendiendo su capacidad de desplazamiento. A continuación se presentan los casos de plantas fijas y móviles.

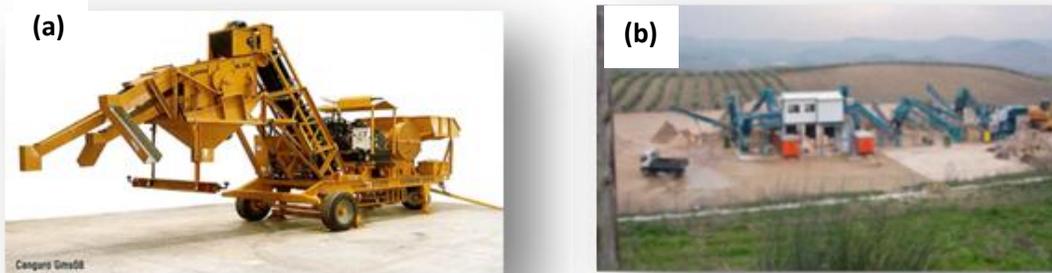


Figura 1.4 Plantas de Tratamiento de Tipo Móviles (inciso (a)) y Fijas (inciso (b))

El objetivo de estas plantas es obtener un material granular con tamaños por debajo de 40 mm. La maquinaria empleada para ese propósito es similar al que se usa en instalaciones mineras, tales como canteras de grava, pero es costumbre construirla para estos tipos de materiales.

Equipos

Molinos de impacto: molinos por impactos rotatorios, los cuales aceptan materiales muy homogéneos, con características físicas muy diferentes.

Trituradora de quijada: sistemas triturador basado en el movimiento de una mordaza móvil en dirección a otra fija, dentro la cual el material cae antes de ser procesado.

Molino de martillos: basado en el principio de molienda a través del impacto de martillos giratorios unidos a un ángulo rotatorio. El diseño permite la entrada de cualquier tipo de material, aunque la presencia de materiales de baja granulometría puede producir atascos.

Equipamiento de separación y cernido:

Cribas: permiten la separación del material por su tamaño de tal manera que ellos tienen una malla en forma de una superficie a través de la cual el material pasa por vibración o debido a la inclinación del equipo.

Clasificación manual: un proceso de clasificación usado principalmente para desechar materiales no deseados (materiales orgánicos, yeso) durante el proceso.

Zaranda: usada para la eliminación de tierra, papel, plástico y otros contaminantes de residuos para dejar el material limpio.

Sopladores o ventiladores: usados para la eliminación de materiales ligeros como papel, plástico o cartón por medios neumáticos.

Ciclones: un ciclón de aire es creado por medio de centrifugación que separa elementos ligeros como papel, madera, plástico y cartón.

Separación infra-rojo: un proceso de selección muy preciso para materiales no deseados tales como materiales no ferrosos, plásticos o yeso por medio de sensores de luz infrarroja.

Separación magnética por electromagnetismo: entendido para detectar y eliminar materiales ferrosos en el proceso.

Recirculación del agregado: permite al agregado de determinado tamaño que retorne a un punto anterior del proceso para obtener la limpieza, textura y calidad deseada.

1.3.4. Normativas internacionales y nacionales para la producción y uso de áridos reciclados

Los documentos, normas, leyes y demás archivos que revelan cómo puede ser el trabajo con los áridos reciclados, son varios y diversos, agotando todas las aristas con que cuenta el manejo y uso de estos materiales. Estas normativas van, desde el reciclaje hasta el empleo de los residuos en la construcción, en este caso como áridos, tal planteamiento se encuentra reflejado en el lineamiento (PCC, 2011).

El Real Decreto 105/2008, conformado por los países de la Unión Europea el 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición (RCDs), junto con distintas iniciativas legales emprendidas en distintas Comunidades Autónomas, constituyen el cuerpo básico de herramientas que la Administración pretende implantar en el sector de la construcción con objeto de dar desarrollo a los objetivos contenidos en el Plan Nacional de Residuos de la Construcción. Esta legislación manifiesta las nuevas tendencias en la gestión de

residuos con mayor respeto al Medio Ambiente y optimización de recursos y materiales (Martinez-Bertrand, 2010).

En la actualidad el número de instalaciones de gestión adecuadas es limitado, ya que es común que se considere a los residuos de la construcción como inertes. Esto ha llevado a desatender su regulación y control, (Fé, 2012).

El nuevo desarrollo normativo no implica únicamente a los productores de los residuos; también a los gestores de residuos inertes, que deberán adaptar sus instalaciones y procesos de tratamiento para dar respuesta a las disposiciones reglamentarias, mejorando el tratamiento ambiental de los residuos y fomentando la valorización de los mismos (Machado, 2008).

A continuación se presentan algunas de las normativas que existen por países:

Estados Unidos: *Specifications for Concrete with Recycled Aggregates, in Materials and Structures.* (RILEM, 1994).

Japón: *Experimental Studies on Placement of Recycled Aggregate Concrete, Demolition and Reuse of Concrete and Masonry, in Second International RILEM Symposium*, p. 699-708. (Kashino and Takahashi, 1988); *The State of Using By-Products in Concrete in Japan and Outline of JIS/TR on Recycled Concrete Using Recycled Aggregate*, (Kawano, 2002); *New Technology for the Recycling of Concrete. Japanese experience. In Concrete Technology for a Sustainable Development*, (Psawa and Noguchi, 2000).

Bélgica: (Vincke and Rousseau, 1994), *Recycling of Construction and Demolition Waste in Belgium: Actual Situation and Future. Demolition and Reuse of Concrete and Masonry Evolution, in Third International RILEM Symposium, E.F. Spoon, Editor.1994: London. p. 57-69.*

Australia: BRE Digest 433: *Recycled Aggregates.* (Collins, 1998).

Alemania: DIN, *Concrete Aggregate.* (DIN, 2000).

Inglaterra: BS, *Concrete-Complementary British Standard to BS EN 206-1. Part 2: Specification for Constituent Materials and Concrete.*(BS, 2002).

España: Orden Circular 8/2001 sobre reciclado de firmes desarrolla el reciclado in situ y en central (autores, 2011).

1.4. Conclusiones Parciales

1. El elevado consumo de áridos (18 539 m³ en el 2012) para la producción de hormigón (la mayor parte en plantas de prefabricado) extraído en canteras provoca un impacto ambiental desfavorable a la vez que constituye un recurso no renovable.
2. Existe un conjunto de Normas Internacionales adoptados por los comités técnicos de los organismos miembros sobre los impactos ambientales, dentro de ellas se encuentra el grupo de normas ISO 14000 donde se define la gestión ambiental, los Análisis del ciclo de vida, así como la evaluación del impacto del ciclo de vida.
3. El reciclaje de los RCDs constituye una vía para atenuar los impactos ambientales en la producción de prefabricados de las Unidades Empresariales de Base y una alternativa relativamente sencilla para sustituir inicialmente de manera parcial a los áridos naturales, lo que evita además la propagación de vertederos. A la vez que ya existen normativas que establecen la gestión de residuos con mayor respeto al Medio Ambiente y optimización de recursos y materiales.



Capítulo II

CAPITULO II: PLANTAS DE PRODUCCIÓN DE PREFABRICADOS EN SANTA CLARA

2.1. Caracterización de las plantas de producción de prefabricados de Santa Clara

El presente capítulo abordará aspectos esenciales sobre la caracterización de tres plantas de producción de elementos prefabricados de la ciudad de Santa Clara, cuyas tres plantas pertenecen a la Empresa de Productos Industriales de Villa Clara (EPI Villa Clara), y las mismas son: UEB Planta de Prefabricado IMS, UEB Planta de Prefabricado Luis Ramírez y UEB Planta de Prefabricado Cuba 71. Además de caracterizar cada planta, se conocerá los principales impactos ambientales que se generan en las mismas, durante el proceso de producción.

2.1.1. Caracterización General de la UEB Planta de Prefabricado IMS

La Planta de Prefabricado IMS, pertenece a la Empresa de Producciones Industriales EPI Villa Clara, y esta a su vez está regida por el organismo del MICONS. La ubicación geográfica de esta Entidad se encuentra Camino al Purial, Finca Vicentico, en el municipio de Santa Clara, provincia de Villa Clara (Figura 2.1).

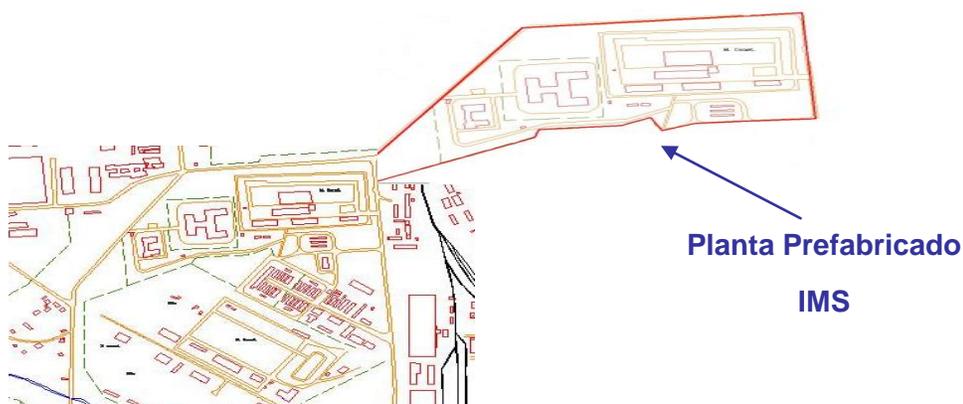


Figura 2.1. Localización de la UEB IMS

La Planta de Prefabricado IMS se encuentra ubicada en la periferia de la ciudad de Santa Clara, provincia de Villa Clara, en una zona industrial (Figura 2.2).

El objeto social de la entidad es producir transportar y comercializar de forma mayorista elementos prefabricados de hormigón u otros materiales, incluyendo su montaje, hormigones hidráulicos morteros; elementos separadores para garantizar los recubrimientos en elementos prefabricados de hormigón y conos de hormigón para la tecnología de pos tensado, materiales alternativos complementarios de viviendas y otras edificaciones pinturas, estructuras metálicas y/o dispositivos y aditamentos para tecnologías de prefabricados y construcción de herramientas para la construcción; ofrecer servicios de laboratorios para ensayos de hormigón, acero y materiales de la construcción y de posventa todo ello en Moneda Nacional y CUC.

Prestar servicios de estimaciones en tecnologías de prefabricación y pre esfuerzo, asistencia técnica, consultaría y asesoría especializada de desarrollo científico-técnico y de ejecución de proyectos de I+D innovación tecnológica de reparación y mantenimiento a equipos especializados en la producción de prefabricado, de alquiler de locales y almacenes, de parqueo, de alquiler de equipos especializados de la construcción, de transporte de carga general y especializados, de reparación y mantenimiento a equipos y agregados de reparación y mantenimiento de viviendas para sus trabajadores y efectuar el proyecto de elementos y sistemas en tecnologías de prefabricación, todos ellos en pesos cubanos.

Brindar servicios de elaboración de acero y efectuar su posterior comercialización de forma mayorista, solo a entidades del sistema del Ministerio de la Construcción, en pesos cubanos y pesos convertibles.

Área que ocupa: El área que ocupa es aproximadamente de 60 000 m².

Área de desecho: El área que ocupa de desecho es aproximadamente de 5957,25 m² para un 9,9 % del área total.

Los insumos, materias primas y materiales existentes son suministrados por la propia Empresa a través de pedidos que se realizan teniendo en cuenta los volúmenes de producción mensual a realizar.

Teniendo en cuenta que las compras se realizan de forma centralizada no existe en la entidad una política de compras dirigida a la adquisición de productos amigables con el medio ambiente.

Existe un patio- almacén a cielo abierto donde son ubicados los áridos que se emplean en la producción. Estas dovelas se encuentran señalizadas y debidamente delimitadas por muros de hormigón armado. El almacenamiento se realiza teniendo en cuenta el tipo de árido y la capacidad que poseen. Tabla 2.1

Tabla 2.1. Capacidades de las dovelas de áridos.

Descripción	Capacidad
Dovelas del Batching Plant CH-15	
Gravilla 19,5 mm	100 m ³
Polvo de piedra	100 m ³
Arena artificial	100 m ³
Granito 15,7 mm	100 m ³
Dovelas del Batching Plant CENTRO-MAT	
Gravilla 19,5 mm	100 m ³
Polvo de piedra	100 m ³
Arena artificial	100 m ³
Arena lavada	100 m ³

Fuente: (GeoCuba, 2011)

Para el almacenamiento de cemento existen tres silos; dos se ubican en el área del Batching Plant CH-15 y uno en el Batching Plant CENTRO-MAT. Las capacidades que poseen estos depósitos de cemento se relejan en la Tabla 2.1

Tabla 2.2 Capacidades de los silos de cemento.

Descripción	Capacidad
Silos del Batching Plant CH-15	
Silo de Cemento	54 t
Silo de Cemento	48 t
Silos del Batching Plant CENTRO-MAT	
Silo de Cemento	42 t

Fuente: (GeoCuba, 2011)

El acero empleado en las producciones se almacena a cielo abierto en un área oficializada para ello, ubicándose según su tipo sobre calzos de hormigón y correctamente sellado.

Tipos de Producción

Esta Planta cuenta con tipos de producción muy variados. Su principal objetivo es construir elementos estructurales para edificios, pero también en ella se producen Losas para Puentes, Cimientos para cercas, Losas Varadero (para tapar zanjias

alrededor de las carreteras), elementos T-26³ para la Constructora Militar (elementos de cubiertas), Losas Canales para alevines, objetos de miscelánea de edificios, bateas, así como sus bases. Además de producir postes de cercas y vigas escaleras para edificios también.

2.1.2. Caracterización General de la UEB Planta de Prefabricado Luis Ramírez

Esta empresa se nombra Unidad Empresarial de Base Luís Ramírez López perteneciente a la Empresa Producciones Industriales EPI Villa Clara, regida por el Organismo del MICONS. Su localización yace en la Finca “Vicentina”, Carretera Central, Banda a Esperanza, Municipio Santa Clara, Provincia de Villa Clara.

El objeto social de la entidad es producir transportar y comercializar de forma mayorista elementos prefabricados de hormigón u otros materiales, incluyendo su montaje, hormigones hidráulicos morteros; elementos separadores para garantizar los recubrimientos en elementos prefabricados de hormigón y conos de hormigón para la tecnología de pos tensado, todo ello en pesos cubanos y pesos convertibles.

Producir, transportar y comercializar de forma mayorista materiales alternativos complementarias de viviendas y otras edificaciones, pinturas, estructuras metálicas y/o dispositivos y aditamentos para tecnologías de prefabricados y construcción de herramientas para la construcción; triturar y comercializar de forma mayorista polvo de carbonato micronizado⁴, todo ello en pesos cubanos y pesos convertibles.

Brindar servicios de posventa en pesos cubanos y pesos convertibles.

Ofrecer servicios de laboratorios para ensayos de hormigón, acero y materiales de la construcción, en pesos cubanos y pesos convertibles al costo.

Prestar servicios de estimaciones económicas en tecnologías de prefabricación refuerzo, asistencia técnica, consultoría y asesoría especializada de desarrollo científico- técnico y de ejecución de proyectos de innovación tecnológica de reparación y mantenimiento a equipos especializados en la producción de

³Referido a lozas de cubierta

⁴ Referido a formación de pequeñas partículas de iones

prefabricado, de alquiler de locales y almacenes, de parqueo, de alquiler de equipos especializados de la construcción, de transporte de carga general y especializados, de reparación y mantenimiento a equipos y agregados de reparación y mantenimiento de viviendas y de recreación para sus trabajadores y efectuar el proyecto de elementos y sistemas en tecnologías de prefabricación, todos ellos en pesos cubanos.

Brindar servicios de elaboración de acero y efectuar su posterior comercialización de forma mayorista, solo a entidades del sistema del Ministerio de la Construcción, en pesos cubanos y pesos convertibles.

Área que ocupa: El área que ocupa es aproximadamente de 13598 m².

Área de desecho: El área que ocupa de desecho es aproximadamente de 679 m² para un 5 % del área total.

La ubicación de esta entidad dentro del perímetro urbano de la ciudad de Santa Clara infiere la no existencia de relictos de vegetación original que conserve en alguna medida los elementos de la flora que la caracterizaba. Un análisis de las características del sustrato, el relieve y la vegetación circundante a este lugar permite inferir que la vegetación original debió corresponderse con el denominado matorral xeromorfo⁵ espinoso sobre serpentinita, conocido con el nombre de cuabal y generalmente en nuestro territorio como sabanas de Santa Clara, caracterizado por la riqueza y diversidad de la flora y un alto endemismo; sin embargo producto de la fuerte antropización⁶ que ha tenido lugar en la zona, los espacios están dominados por el marabú⁷, aroma, y otras.

Los insumos, materias primas y materiales existentes son suministrados por la propia Empresa a través de pedidos que se realizan teniendo en cuenta los volúmenes de producción mensual a realizar.

⁵ Que posee forma seca. Relativo a cambios en un ambiente seco

⁶ Cambios naturales en el transcurso del tiempo debido a la acción del hombre en dicha área

⁷ Perteneciente a la familia Mimosaceae del orden botánico Fabales o Phacilales, cuyo nombre científico es *Dichrostachys cinérea*

Existe un patio- almacén a cielo abierto donde son ubicados los áridos que se emplean en la producción. Estas dovelas se encuentran señalizadas y debidamente delimitadas por muros de hormigón armado y están en correspondencia de los dos Batching Plant existentes, el CH-15 y el CH-30. El almacenamiento se realiza teniendo en cuenta el tipo de árido y la capacidad que poseen las dovelas. Tabla 2.3

Tabla 2.3 Capacidades de las dovelas de áridos.

Descripción	Capacidad
Batching Plant CH-30	
Gravilla	400 m ³
Arena	400 m ³
Batching Plant CH-15	
Gravilla	400 m ³
Arena	400 m ³
Piedra	400 m ³
Arena o gravilla	400 m ³

Fuente: (GeoCuba, 2011)

Para el almacenamiento de cemento existen seis silos; para el Batching Plant CH- 30 de los cuales solamente tres están activados. Los mismos poseen una capacidad de 79 toneladas cada uno. El Batching Plant CH-15 posee dos silos de cemento que cuentan con una capacidad de 58 toneladas cada uno.

El acero empleado en las producciones se almacena a cielo abierto en un área oficializada para ello. Este se ubica según su tipo sobre calzos de hormigón y correctamente sellado.

Tipos de Producción

Esta planta cuenta con tipos de producción menos variados que la UEB IMS, y su objetivo principal es la producción de Losas Spiroll para las redes eléctricas de tipo armados y pretensados, aunque también produce otros elementos estructurales de interés al país como, PH (Postes H, pretensado), los cuales por ejemplo, fueron empleados en los puentes, a todo lo largo de la autopista nacional, también se fabrican Losas de Puentes (intermedias) y elementos T-26⁸ para muros o paredes.

⁸Referidos a muros o paredes

2.1.3. Caracterización General de Planta de Prefabricado de Traviesas Cuba-71

La Planta de Traviesa-Cuba 71, tiene como objetivo, como lo indica su nombre, la producción de elementos de traviesas de hormigón para vías férreas, con vista a satisfacer las demandas de este tipo de elemento prefabricado en el país. Además de transportar y comercializar de forma mayorista estos elementos prefabricados de hormigón, por todo el país. Esta se ubica en Carretera Central # 441 Banda Esperanza Santa Clara. Villa Clara. El **Área que ocupa:** El área que ocupa es aproximadamente de 14000 m². El **Área de desecho:** El área que ocupa de desecho es aproximadamente de 336 m² para un 2,4 % del área total.

Los insumos, materias primas y materiales existentes son suministrados por la propia Empresa a través de pedidos que se realizan teniendo en cuenta los volúmenes de producción mensual a realizar.

Las capacidades de las dovelas son de 400 m³, para todo tipo de áridos, como gravilla, arena y piedra.

Las capacidades de los silos de cementos son de 58 toneladas, y este cuenta con solo dos silos.

Los materiales a emplear en la producción de traviesas serán, alambre ALE⁹ Ø = 5 mm, cemento, arena y gravilla que estarán depositados en las dovelas correspondientes al Batching Plant, para lograr un buen manejo de las materias primas a emplear.

Tipos de producción

Los elementos prefabricados que se realizan en esta UEB, son solo traviesas para vías ferroviarias.

⁹ Acero de alto límite elástico

2.2. Principales impactos medioambientales en las Entidades de estudio

2.2.1. Planta IMS

El funcionamiento de la Planta de Prefabricado IMS, ha ido introduciendo toda una serie de impactos ambientales durante su período de funcionamiento a lo largo de los años, los que se pueden convertir en impactos acumulativos o reforzados. La empresa EPI Villa Clara cuenta una guía llamada Metodología para la ejecución de los diagnósticos ambientales, para la obtención del reconocimiento ambiental nacional (RAN), mediante la cual mide una serie de aspectos ambientales a tener en cuenta (Anexo 1). Esta guía metodológica es la que se emplea por parte de la empresa EPI de Villa Clara, en las distintas entidades de estudio que desarrollamos en el capítulo.

A continuación se evidencia la tabla 2.4 Identificación de Impactos Ambientales, en la que se puede determinar, que los caracteres de impactos generados en los diferentes aspectos de cada actividad son negativos, y la valoración de los impactos solo es alta en la contaminación de los suelos producidos en el almacenamiento de materias primas y materiales, siendo en los demás casos baja y moderada.

Tabla 2.4. Identificación de Impactos Ambientales

ACTIVIDAD	ASPECTO	IMPACTO	CI	VI
Transportación de áridos	Generación de polvo	Contaminación de aire	Negativo	Bajo
	Generación de gases de combustión por los camiones que intervienen en la actividad.	Contaminación de aire	Negativo	Bajo
Almacenamiento de materias primas y materiales	Generación de polvo	Contaminación de aire	Negativo	Bajo
	Vertimiento al suelo de aceite separador fibra 100	Contaminación del suelo	Negativo	Alto
		Pérdida de la imagen visual de la entidad	Negativo	Moderado
Elaboración de hormigón	Consumo de agua	Reducción de la disponibilidad del recurso.	Negativo	Moderado

	Deficiente funcionamiento de las redes interiores conductoras de agua.	Afectación de la salud del personal que labora de manera continua por la incidencia de las concentraciones de polvo y gases.	Negativo	Moderado
	Atraso tecnológico en el proceso productivo	Contaminación de aire	Negativo	Moderado
	Generación de polvo	Contaminación de las aguas superficiales y el suelo.	Negativo	Moderado
	Generación de residuales líquidos	Reducción de la disponibilidad del recurso.	Negativo	Moderado
Fundición y montaje	Consumo de portadores energéticos	Reducción de la disponibilidad del recurso	Negativo	Bajo
	Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo y afectación de la imagen del lugar.	Negativo	Moderado
	Elaboración de elementos prefabricados de hormigón para diferentes sectores	Mejora socioeconómica de la localidad.	Negativo	Moderado

CI = Carácter del Impacto; VI = Valoración del Impacto
Fuente: (GeoCuba, 2011)

La siguiente tabla 2.5 Valoración de Impactos Ambientales, se elaboró a partir de la medición de diferentes parámetros en cada impacto, los cuales vienen enunciados en la leyenda al final de la tabla, teniendo en cuenta indicadores numéricos que se encuentran plasmados en la Guía Metodológica con que cuenta la entidad para cuantificar el impacto en cada parámetro expuesto en la leyenda de la tabla.

Tabla 2.5 Valoración de Impactos Ambientales.

Impactos	N	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I
Contaminación del medio ambiente por manejo inadecuado de residuos sólidos.	-	4	1	4	2	2	2	3	4	4	3	38
Incremento de la demanda de portadores energéticos y reducción de la disponibilidad para otros usos.	-	1	1	4	1	1	1	1	2	2	4	21
Contaminación del aire por la generación de polvo y gases de combustión.	-	1	1	2	2	2	2	3	1	1	1	19
Afectación de la salud del personal que labora de manera continua por la incidencia de las concentraciones de polvo y gases.	-	1	1	2	2	2	2	3	1	1	1	19
Reducción de la disponibilidad del recurso agua	-	2	1	3	3	2	2	3	2	3	2	28
Contaminación de las aguas superficiales y el suelo por la generación de residuales líquidos.	-	2	1	4	2	1	2	4	4	4	2	31
Contaminación de los suelos por mal manejo de los residuos peligrosos (aceites Fibra 100).	-	4	1	4	2	2	2	3	4	4	3	38
Disminución de la contaminación por el aprovechamiento y reutilización de acero. (buen manejo)	+	1	1	2	2	4	2	2	1	2	8	28
Mejora Socio-económica de la localidad por la elaboración de elementos prefabricados de hormigón para diferentes sectores	+	2	4	4	4	4	4	4	2	4	8	48

Fuente: (GeoCuba, 2011)

Leyenda de la Tabla 2.5

N = Naturaleza; **I** = Intensidad del impacto; **EX** = Extensión (Área de influencia); **MO** = Momento (Plazo de manifestación); **PE** = Persistencia (Permanencia del efecto);

RV = Reversibilidad; **SI** = Sinergia (Regularidad de la manifestación); **EF** = Efecto (Relación Causa-Efecto); **PR** = Periodicidad (Regularidad de la manifestación); **MC** = Recuperabilidad (Reconstrucción por medios humanos); **AC** = Acumulación; **I** = Importancia (**I** < **25** Irrelevante o compatibles, **26** < **I** < **50** Moderado, **51** < **I** < **75** Severos, **76** < **I** < **100** Críticos).

Naturaleza: Carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los factores considerados

Intensidad: Grado de incidencia de la acción sobre el factor, baja 1, media 2, alta 4, muy alta 8 y total 12.

Extensión: Puntual 1, Parcial 2, Extenso 4 y Total 8.

Momento: Menor de un año es corto plazo, valor 4, entre 1 y 5 años es medio plazo valor 2 y si el efecto tarda en manifestarse más de 5 años el valor asignado es 1.

Persistencia: Si la permanencia del efecto tiene lugar durante menos de un año, la acción produce un efecto fugaz, asignándole valor de 1. Si dura entre 1 y 10 años es temporal (2) y superior a 10 años, permanente (4).

Reversibilidad: Posibilidad de reconstrucción del factor afectado por medios naturales, corto plazo valor 1, Medio plazo valor 2 e irreversible se le asigna 4.

Sinergia: Cuando una acción actuando sobre un factor no es sinérgica con otras acciones, toma el valor de 1, sinergismo moderado (2) y si es altamente sinérgico (4).

Acumulación: Acumulación simple (1), si el efecto es acumulativo el valor se incrementa a 4.

Efecto: Valor 1 si el efecto es secundario y valor 4 cuando sea directo.

Periodicidad: A los efectos continuos se le asigna 4, a los periódicos 2 y a los discontinuos 1.

Recuperabilidad: Posibilidad de reconstrucción total o parcial del factor afectado (Introducción de medidas correctoras), recuperable de manera inmediata 1, recuperable a mediano plazo 2, mitigable 4 e irrecuperable 8.

IMPORTANCIA = +/- (3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)

La evaluación de los impactos ambientales se realizó según (Conesa-Fernandez, 2000), mediante la “Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental” Ediciones Mundo-Prensa, 2000. Como resultado de la valoración de los impactos, tres de ellos están en la categoría de irrelevantes o compatibles y el resto se consideran en la categoría de moderados. De un total de diez impactos declarados el 80 % se consideran negativos, originados por el propio proceso productivo; que con la aplicación y puesta en marcha del conjunto de medidas correctivas estos pueden ser minimizados. El 20 % de los impactos se consideran positivos y están referidos básicamente a la disminución de la contaminación por el manejo adecuado de los residuos sólidos (acero); así como las mejoras socioeconómicas que proporcionan a la localidad por la elaboración de elementos prefabricados de hormigón para diferentes sectores. El incremento de la demanda de portadores energéticos y la reducción de la disponibilidad del recurso agua son los impactos que se encuentran en la categoría de irrelevantes o compatibles y moderados respectivamente, los cuales se mitigan con el cumplimiento de los Programas de Ahorro de Energía y de Agua.

Ruidos y vibraciones**Ejecución de las mediciones**

Para conocer el comportamiento de los niveles acústicos se realizaron mediciones en las diferentes áreas de trabajo coincidiendo con la ubicación de las principales fuentes generadoras de ruidos. Las mediciones se efectuaron con un Sonómetro marca SOLO 01 dB Stell, con filtro de valoración A, de nacionalidad francesa, considerando la determinación automática (por microprocesador) y los parámetros medidos fueron:

Leq. Nivel de presión sonora equivalente continuo.

Leq. Máx. Nivel de presión sonora equivalente máximo.

Lc_{pk} máx. Mayor valor absoluto de la presión sonora instantánea.

Para las mediciones se tuvo en cuenta que por lo menos estaban operando en un régimen normal de trabajo, tomándose muestras en intervalos de tiempo de 20 minutos en el transcurso de la jornada laboral en cada uno de los puntos seleccionados.

Puntos de muestreo

- ⇒ Área de Elaboración de acero.
- ⇒ Área de producción.
- ⇒ Área de grúa pórtico.
- ⇒ Área de grúa Torre.
- ⇒ Batching Plant CH-15

Inicialmente se realizaron mediciones del ruido de fondo existente y posteriormente se tomaron mediciones en cada uno de los puntos seleccionados.

No se monitorearon los niveles de ruido en las oficinas del área socio administrativa, ya que estos locales se encuentran aislados del resto del área productiva y el aislamiento acústico garantiza la atenuación de los ruidos que provienen del entorno, que no son significativos.

Resultados de las mediciones

- ⇒ Área de Elaboración de Acero: Es una nave techada (área abierta), donde se realiza fundamentalmente el corte de alambión y cabilla para la preparación de las mallas. Se realizaron mediciones teniendo en cuenta la existencia de varios equipos para la producción tales como: máquina de enderezar alambión, máquinas cortadoras de cabilla máquina de cortar alambión. En la Tabla 2.6, se reflejan los resultados.

Tabla 2.6 Resultados de las mediciones en el área de elaboración de acero (GeoCuba, 2011)

Puntos Muestreados	Nivel de Ruido obtenido (dB)			
	Fondo	Leq.	Leq.máx	Lcpk.
Área de elaboración de acero	65,1	78,1	84,4	93,7

Área de Producción: está compuesta por dos locales de trabajo, uno ubicado en el exterior a cielo abierto y el otro es una nave techada (área abierta), donde se ubica una grúa utilizada en la transportación de la producción. El resultado de las mediciones en ambos locales de trabajo aparece reflejado en la Tabla 2.7

Tabla 2.7 Resultados de las mediciones en el área de producción (GeoCuba, 2011)

Puntos Muestreados	Nivel de Ruido obtenido (dB)			
	Fondo	Leq.	Leq. Máx.	Lcpk.
Área de producción (exterior)	65,2	69,7	82,1	86,9
Área de producción (nave techada)	62,3	70,2	84,7	93,5

Área de grúa pórtico: es un área a cielo abierto y en ella no se encuentran fuentes generadoras de ruidos. Los resultados de las mediciones aparecen reflejados en la Tabla 2.8

Tabla 2.8 Resultados de las mediciones en el área de la grúa pórtico (GeoCuba, 2011)

Puntos Muestreados	Nivel de Ruido obtenido (dB)			
	Fondo	Leq.	Leq. Máx.	Lcpk.
Área de grúa pórtico	64,3	73,5	76,0	87,8

Área de grúa torre: al igual que la grúa pórtico esta se ubica en un área a cielo abierto donde se almacena parte de la producción terminada de la entidad. A continuación en la Tabla 2.9, se muestran los resultados de las mediciones.

Tabla 2.9 Resultados de las mediciones en el área de grúa torre (GeoCuba, 2011)

Puntos Muestreados	Nivel de Ruido obtenido (dB)			
	Fondo	Leq.	Leq. Máx.	Lcpk.
Área de grúa torre	63,2	79,6	95,2	112,5

Batching Plant CH-15: es un local semiabierto, donde se elabora todo el hormigón empleado en la producción de la entidad, (de los dos existentes, actualmente es el único que se encuentra en funcionamiento). Los resultados se muestran en la Tabla 2.10.

Tabla 2.10 Resultados de las mediciones en Batching Plant CH-15(GeoCuba, 2011)

Puntos Muestreados	Nivel de Ruido obtenido (dB)			
	Fondo	Leq.	Leq. máx	Lcpk.
Area del Batching Plant CH-15	-	82,3	93,9	105,6

Evaluación de los resultados

La evaluación de las mediciones se realizó comparando el nivel sonoro equivalente continuo (Leq.) a partir de los valores medidos con el máximo admisible según establece la NC: 19-01-04:80. Ruido. Requisitos Generales Higiénico Sanitarios.

Para el nivel sonoro equivalente continuo, el nivel máximo admisible es de 85 dB, por lo que al sobrepasarse este valor existen riesgos de daños auditivos para los trabajadores expuestos durante 8 horas de trabajo. En correspondencia con este criterio se observan que los niveles sonoros medidos en las diferentes áreas de la instalación se encuentran dentro de los límites permisibles según la norma cubana, antes mencionada por lo que no existe en las condiciones de trabajo actuales riesgos para los trabajadores que laboran durante 8 horas diarias.

Residuales sólidos

Los desechos sólidos generados son: papeles de oficinas, residuos de hormigón, recortería de acero, entre otros.

En el caso de los desechos sólidos de hormigón que se generan del proceso, se depositan en un área dentro de la instalación. (Figura. 2.2, (a)), lo que constituye un factor de contaminación del suelo, afectando así la imagen visual de la instalación y la proliferación de contaminantes. Generalmente se depositan un aproximado de 25 m³/mes.

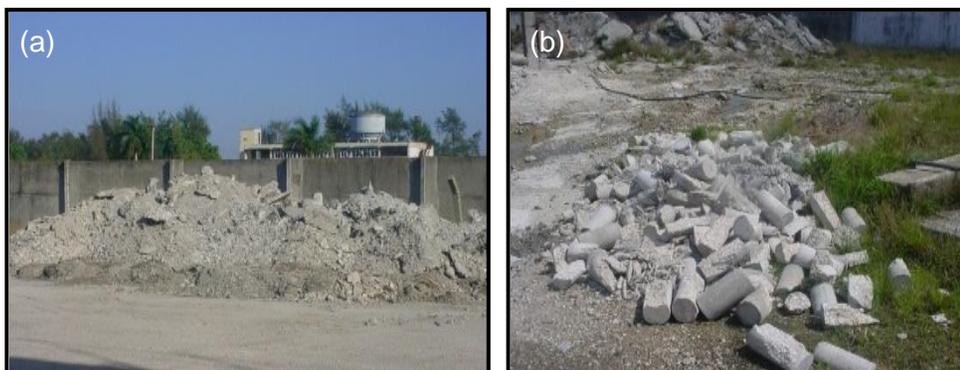


Figura. 2.2 Área donde se depositan los desechos sólidos de la producción (GeoCuba, 2011): (a) desecho de hormigón, (b) desecho de probetas de laboratorio físico.

Los desechos provenientes de los análisis (físicos) realizados a las materias primas en el laboratorio son fundamentalmente probetas de hormigón (Figura 2.2, (b)). Las cantidades generadas ($\approx 0,81 \text{ m}^3/\text{mes}$) dependen de las muestras que se tomen y su disposición final es en la misma área donde se depositan otros desechos del proceso.

2.2.2. Planta Luis Ramírez López

El paisaje actual donde se encuentra enclavada la fábrica es de tipo rural–industrial muy fuertemente modificado, presentando una pérdida total de su capacidad de autorregulación, con una estabilidad ecológica nula y con requerimiento de altos volúmenes de sustancias y energía para su funcionamiento.

Debido a la ocupación de una parte del territorio ocurrieron toda una serie de acciones impactantes negativas, cuyas huellas persisten en la actualidad, en muchos casos con un reforzamiento de génesis producido por las mismas, estando relacionadas con el elevado enyerbamiento y maleza en toda la periferia e interior de la instalación, la presencia de contaminación del suelo y las aguas superficiales por el vertimiento de residuales sólidos y líquidos de materiales de la construcción derivados de su proceso productivo, afectando el entorno del ecosistema terrestre y la visión paisajística del lugar. Unido a todo esto se aprecia la práctica inadecuada de lavado de los cubos utilizados en las labores de fundición, con marcada influencia en

el interior de la planta, pudiéndose agregar que el sistema de drenaje no funciona, derivándose el calificativo superficial e interno como deficiente.

Todos estos factores influyen de manera directa en el entorno donde se localiza la unidad y que tiene que ver de una forma muy marcada con el área de influencia de las actividades que realiza. El área que ocupa la fábrica constituye un paisaje tecnógeno¹⁰ con más del 90 % de su superficie libre pavimentada con pobre cobertura vegetal, lo que provoca un incremento de la temperatura atmosférica.

Toda esta zona se encuentra bajo la influencia de emanaciones de polvo y ruido por la actividad de fundición y transportación de sus producciones agregándose además el funcionamiento de los Batching Plant.

Partiendo de las características propias de la entidad y teniendo en cuenta que su objeto social está estrechamente vinculado con la actividad constructiva, donde se llevan a cabo como consecuencia de las interacciones entre los cambios ambientales notables y los receptores ambientales en riesgos, la generación de un conjunto de impactos ambientales negativos que pueden atentar contra el cuidado y conservación del medio ambiente, se identificaron (Tabla 2.11 y valoraron (Tabla 2.12), aquellos que resultan más significativos en el desempeño de sus actividades con vista a proponer las medidas correctivas para su mitigación o eliminación.

Tabla 2.11 Identificación de Impactos Ambientales

ACTIVIDAD	ASPECTO	IMPACTO	CI	VI
Transportación de áridos	Generación de polvo	Contaminación de aire	Negativo	Bajo
	Generación de gases de combustión por los camiones que intervienen en la actividad.	Contaminación de aire	Negativo	Bajo
Almacenamiento de materias primas y materiales	Generación de polvo	Contaminación de aire	Negativo	Bajo
Elaboración de hormigón	Consumo de agua	Reducción de la disponibilidad del recurso.	Negativo	Elevado

¹⁰ Originado y modificado a partir de la tecnología implementada por el hombre en el lugar

	Deficiente funcionamiento de las redes interiores conductoras de agua.	Afectación de la salud del personal que labora de manera continua por la incidencia de las concentraciones de polvo y gases.	Negativo	Moderado
	Generación de polvo	Contaminación de las aguas superficiales y el suelo.	Negativo	Moderado
	Generación de residuales líquidos	Reducción de la disponibilidad del recurso.	Negativo	Moderado
Fundición y montaje	Consumo de portadores energéticos	Reducción de la disponibilidad del recurso	Negativo	Bajo
	Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo y afectación de la imagen del lugar.	Negativo	Moderado
	Elaboración de prefabricados de hormigón para diferentes sectores	Mejora socioeconómica de la localidad.	Positivo	Moderado

Fuente: (GeoCuba, 2011)

CI = Carácter del Impacto; VI = Valoración del Impacto

En la tabla de Identificación de Impactos Ambientales los caracteres de impactos son negativos en todos los aspectos de cada actividad, excepto en el aspecto de la elaboración de los prefabricados en la actividad de fundición y montaje, que es positivo. El orden de impacto está entre bajo y moderado en todos los aspectos de cada actividad, solo es elevado en el consumo de agua en la elaboración de hormigón.

En la siguiente tabla 2.12 Valoración de Impactos Ambientales, se tuvieron en cuenta los mismos parámetros que en la tabla 2.5, y se usó la misma Guía Metodológica que la Planta IMS.

Tabla 2.12 Valoración de Impactos Ambientales.

Impactos	N	I	EX	MO	PE	RV	S I	AC	EF	PR	MC	I
Contaminación del medio ambiente por manejo inadecuado de residuos sólidos.	-	4	1	4	2	2	2	3	4	4	3	38
Incremento de la demanda de portadores energéticos y reducción de la disponibilidad para otros usos.	-	1	1	4	1	1	1	1	2	2	4	21
Contaminación del aire por la generación de polvo y gases de combustión.	-	1	1	2	2	2	2	3	1	1	1	19
Reducción de la disponibilidad del recurso agua	-	4	1	4	2	2	2	3	4	4	3	38
Contaminación de las aguas superficiales y el suelo por la generación de residuales líquidos.	-	2	1	4	2	1	2	4	4	4	2	31
Disminución de la contaminación por el aprovechamiento y reutilización de acero. (buen manejo)	+	1	1	2	2	4	2	2	1	2	8	28
Mejora Socio – económica de la localidad por la elaboración de elementos prefabricados de hormigón para diferentes sectores	+	2	4	4	4	4	4	4	2	4	8	48

Fuente:(GeoCuba, 2011)Nota: La simbología es igual a la Tabla 2.5

La evaluación de los impactos ambientales se realizó según metodología de Vicente Conesa Fernández “Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental” Ediciones Mundi-Prensa, 2000. Como resultado de la valoración de los impactos, dos de ellos están en la categoría de irrelevantes o compatibles y el resto se consideran en la categoría de moderados. De un total de siete impactos declarados el 71,4 % se consideran negativos, originados por el propio proceso productivo; que con la

aplicación y puesta en marcha del conjunto de medidas correctivas estos pueden ser minimizados. El 28.6 % de los impactos se consideran positivos y están referidos básicamente a la disminución de la contaminación por el manejo adecuado de los residuos sólidos (acero); así como las mejoras socioeconómicas que proporcionan a la localidad por la elaboración de elementos prefabricados de hormigón para diferentes sectores.

Ruidos y vibraciones

Ejecución de las mediciones

Se realizaron mediciones en las diferentes áreas de trabajo coincidiendo con la ubicación de las principales fuentes generadoras de ruidos. Las mediciones se efectuaron con un Sonómetro marca *SOLO 01 dB Stell*, con filtro de valoración A, de nacionalidad francesa, considerando la determinación automática (por microprocesador) y los parámetros medidos fueron:

Leq. Nivel de presión sonora equivalente continuo.

Leq. Máx. Nivel de presión sonora equivalente máximo.

Lcpk. max. Mayor valor absoluto de la presión sonora instantánea.

Para las mediciones se tuvo en cuenta que por lo menos estaban operando en un régimen normal de trabajo, tomándose muestras en intervalos de tiempo de 20 minutos en el transcurso de la jornada laboral en cada uno de los puntos seleccionados.

Puntos de muestreo

- ⇒ Taller de acero.
- ⇒ Área de fundición de losas spiroll.
- ⇒ Área de grúa pórtico.
- ⇒ Mecanización

Resultados de las mediciones

Área de Elaboración de acero: Es una nave separada por cubículos donde se ubican las diferentes máquinas que se emplean en el corte y enderezado de acero. En la Tabla 2.13, se reflejan los resultados.

Tabla 2.13 Resultados de las mediciones en el área de elaboración de acero (GeoCuba, 2011)

Puntos Muestreados	Nivel de Ruido obtenido (dB)		
	Leq.	Leq.máx	Lcpk.
Máquina cortadora alambión	75,4	89,3	110,1
Máquina de cortar cabilla.	83,9	104,5	115,4
Taller de acero con la incidencia de la grúa	83,6	103,8	112,3

Área de fundición de losas spirolls: es un área abierta, donde se realiza la fundición de las losas spirolls, la cual constituye la producción principal de la instalación. El resultado de las mediciones aparece en la Tabla 2.14.

Tabla 2.14 Resultados de las mediciones en el área de fundición de losas spiroll (GeoCuba, 2011)

Puntos Muestreados	Nivel de Ruido obtenido (dB)		
	Leq,	Leq, Máx,	Lcpk,
Área de fundición de losas spiroll,	74,8	94,2	105,5

Área de grúa pórtico: es un área abierta donde se realiza la producción de elementos para la defensa. Los resultados de las mediciones aparecen reflejados en la Tabla 2.15

Tabla 2.15 Resultados de las mediciones en el área de la grúa pórtico (GeoCuba, 2011)

Puntos Muestreados	Nivel de Ruido obtenido (dB)		
	Leq.	Leq. Máx.	Lcpk.
Área de grúa pórtico	75,6	86,5	89,1

Área de mecanización: se monitorearon los niveles sonoros en el área de mecanización por encontrarse próxima al área productiva. Es una nave semiabierto y en ella no se ubican fuentes generadoras de ruido. El resultado de las mediciones aparece en la Tabla 2.16

Tabla 2.16 Resultados de las mediciones el área de mecanización (GeoCuba, 2011)

Puntos Muestreados	Nivel de Ruido obtenido (dB)		
	Leq.	Leq. Máx.	Lcpk.
Mecanización	68,6	74,4	90,3

Evaluación de los resultados

La evaluación de las mediciones se realizó comparando el nivel sonoro equivalente continuo (Leq.) a partir de los valores medidos con el máximo admisible según establece la NC: 19-01-04:80. Ruido. Requisitos Generales Higiénico Sanitarios.

Para el nivel sonoro equivalente continuo, el nivel máximo admisible es de 85 dB, por lo que al sobrepasarse este valor, existen riesgos de daños auditivos para los trabajadores expuestos durante 8 horas de trabajo. En correspondencia con este criterio se puede afirmar que en las actividades monitoreadas no se evidencian valores por encima de los permisibles, aunque es importante destacar que durante la ejecución del diagnóstico no fue posible realizar la medición de ruido en todos los locales de trabajo de la entidad.

Residuales sólidos

Los desechos sólidos generados son: papeles de oficinas, residuos de hormigón, elementos de prefabricados, acero, chatarra, entre otros. Los desechos sólidos de hormigón que se generan del proceso, se depositan en diferentes áreas dentro de la instalación. (Figura 2.3) lo que constituye un factor que afecta la imagen visual de la instalación y propicia la proliferación de contaminantes.

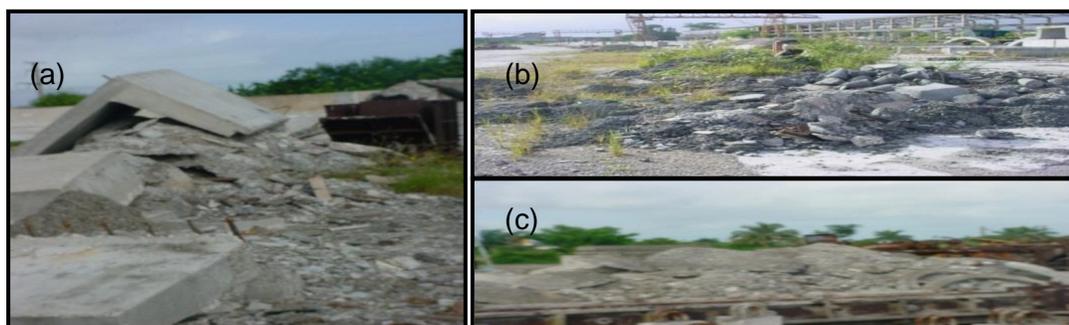


Figura 2.3 Fotos de áreas de desechos sólidos, (a) elementos de rechazo, (b) y (c) residuos de la construcción

En la Tabla 2.17, se muestra un resumen de la generación de residuales sólidos provenientes de hormigón.

Tabla 2.17 Resumen de las cantidades de desechos sólidos generados en la instalación (GeoCuba, 2011)

Tipo de Residual	Cantidad Generada	Destino Final
Desechos de hormigón	25 m ³ (mensual)	Diferentes áreas dentro de la instalación
Elementos prefabricado de rechazo	10 m ³ (mensual)	Materia Prima

En ella se observa que el mayor volumen generado corresponde a los desechos de hormigón con un volumen 25 m³/mes. En el caso de los elementos de rechazo se tienen en cuenta además, aquellas producciones que están retenidas por problemas de no conformidad del hormigón y elementos ya elaborados que no cumplan con las características requeridas por la norma.

2.2.3. Planta Cuba 71

Esta planta es de nueva incorporación a la empresa EPI de Villa Clara, por lo que no cuenta con un Diagnóstico Ambiental realizado a la misma en estos momentos. Por lo que carece de documentación técnica para conocer aspectos ambientales necesarios, producidos en la planta, como ya se ha reflejado en las entidades anteriores, IMS y Luis Ramírez. La información aquí brindada es con la que cuenta la empresa, a pesar de ser muy preliminar. A partir de esto se están tomando iniciativas para una valoración ambiental de la planta en el menor tiempo posible.

Los impactos ambientales, son consecuencias directas o indirectas de carácter benéfico o adverso, que se vinculan con el hombre y los sistemas naturales y socioeconómicos, de los cuales depende su bienestar, como resultado de un cambio ambiental, provocado por una acción o conjunto de acciones de origen natural o humano.

Ruidos y vibraciones

Los equipos que emiten ruidos son: el Batching Plant, los tractores y vibradores, emitiendo una baja contaminación acústica ya que estos equipos están diseñados para este propósito, los operarios del mismo cumplen con las regulaciones

establecidas en las plantas de prefabricado, en cuanto al uso de medios de protección acústicos y sonoros.

Residuales sólidos

Los residuales sólidos no se encuentran cuantificados en la planta y provienen de las probetas de rechazo, de elementos de traviesas de rechazo y hormigón no conforme, la planta no cuenta con un valor exacto del volumen de residuos que aquí se genera.

A partir del Diagnóstico Ambiental realizado a las plantas de prefabricados que han sido objeto de estudio en este capítulo, se concluye que este diagnóstico no evalúa todos los parámetros ambientales con que cuenta la metodología que se asigna para la realización del mismo. Algunos aspectos que no se tienen en cuenta son los equipos de refrigeración y climatización, así como los gases refrigerantes que se emplean en los mismos. Además de no evaluar la calidad del aire o de las emisiones en cada entidad. Existen diferentes herramientas, como el análisis del ciclo de vida (ACV), que permiten evaluar el impacto ambiental producido en las plantas de prefabricados lo cual se abordará en el siguiente capítulo.

2.3. Conclusiones parciales

1. La metodología aplicada en las plantas para evaluar las condiciones ambientales en la misma carece de un análisis profundo, y de parámetros para evaluar, por tanto esta metodología se considera de carácter muy preliminar.
2. La acumulación de los escombros de hormigón en cada planta data desde varios años atrás, de manera acumulada, por lo que se debe gestionar como darle alguna aplicación a estos residuos.
3. El cálculo de los ruidos y vibraciones en cada planta, fue obtenido a partir del uso de los equipos requeridos para dicho trabajo, y de un buen nivel.
4. La UEB Cuba 71 no cuenta con la documentación requerida para la realización de un Diagnóstico Ambiental de calidad en dicha planta.



Capítulo III

CAPITULO III: ESTUDIO DE CASO DE ACV EN LA PLANTA UEB IMS

En este capítulo se mide el impacto ambiental en el proceso de producción de los elementos prefabricados en dicha planta, a través de la herramienta de análisis del ciclo de vida (ACV), que tiene en cuenta el ciclo de vida del sistema y las entradas (materias primas) y salidas (emisiones al aire, agua y suelo) en el proceso (Wiertz, 2010).

Este impacto ambiental se refleja mediante los llamados Eco indicadores, que no son más que números que expresan valores de impactos totales de un proceso o producto, en cuanto mayor sea el número, mayor será el impacto ambiental. Además, el valor absoluto de los puntos no es relevante ya que el objetivo principal es el de comparar las diferencias relativas entre las categorías de impacto y los daños en el sistema o proceso.

Los resultados de la investigación se obtienen con la aplicación del programa computarizado SIMAPRO7 y la metodología que se le aplica es Eco indicador 99.

El análisis del ciclo de vida es un método que se mantiene en natural y constante desarrollo, pues a medida que son divulgados nuevos trabajos prácticos con su aplicación, se intercambian informaciones entre usuarios de esta metodología. El ACV propuesto en la ISO 14040:1997, está compuesto por cuatro etapas o elementos básicos:

- ✓ Definición del objetivo y alcance
- ✓ Análisis del inventario
- ✓ Evaluación del impacto
- ✓ Interpretación de los resultados

3.1. Definición de los objetivos y alcance del estudio de ACV

En esta primera etapa el ACV trata de definir cuáles son las metas del estudio, o sea, los objetivos, (Suppen, 2009). En el presente trabajo, el objetivo de la herramienta es medir y valorar el impacto medioambiental que se produce en la Planta IMS de

prefabricado de Santa Clara, durante el proceso de producción de un elemento prefabricado.

En esta etapa inicial el ACV tiene que definir además, una unidad funcional, que no es más que el sistema o producto que vaya a ser analizado, y en este caso nuestro producto a medir es un Panel PM 20-15.4, que es un tipo de producción que se realiza en la Planta. Lo anteriormente planteado significa que el programa SIMAPRO7, medirá índices de impactos medioambientales, en la fabricación de un 1 m³ de Panel PM 20-15.4, teniendo en cuenta el ciclo de vida en su fabricación.

3.2. Análisis del inventario de ACV

La ISO 14041:1998, define el análisis del inventario como el elemento del ACV que se preocupa por la colección de los datos y los procedimientos de cálculos para cuantificar las entradas y salidas relevantes del sistema de producción en estudio. Estos datos fueron recogidos mediante el trabajo en conjunto con el jefe técnico de la UEB IMS Félix Granela, a partir de la documentación propia de la planta que allí se archiva. Los resultados obtenidos se reflejan en la siguiente Tabla 3.1 Inventario de Entradas y Salidas de la Unidad Funcional (Panel PM 20-15.4), (Granela, 2014)

Tabla 3.1 Inventario de Entradas y Salidas de la Unidad Funcional (Panel PM 20-15.4)

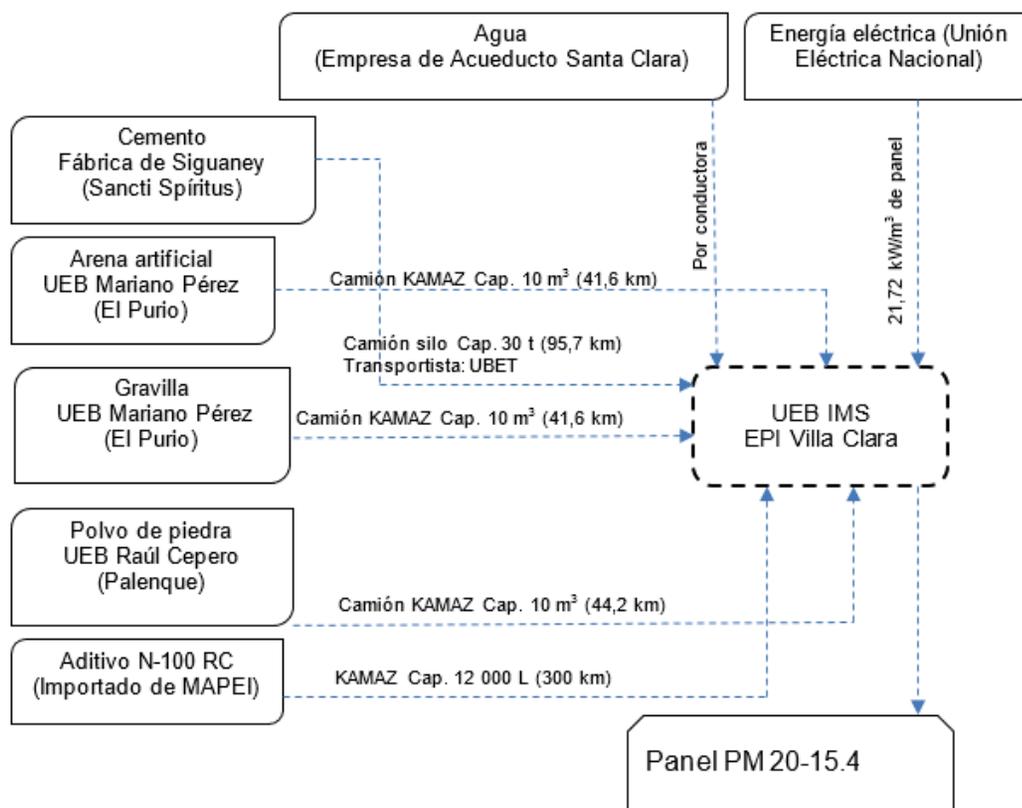
Entradas y Salidas del sistema o producto	Unidad de Medida	Valor Numérico
<i>Entradas de la Naturaleza</i>		
Agua	L/m ³	158,47
Árido		
• Arena	kg/m ³	728,30
• Gravilla	kg/m ³	820,96
Terreno Ocupado	m ² /año	34707,043
<i>Entradas de la tecnosfera</i>		
Electricidad		
• 220 V	kW/h	8,51
• 440 V	kW/h	13,21
Transporte áridos		
• Arena	m ³ .km	0,115
• Gravilla	m ³ .km	0,24
• Polvo	m ³ .km	0,226

Transporte cemento	t.km	0,31
Cemento	kg/m ³	298,77
Aditivos	L/m ³	3,351
<i>Salidas (1 Panel)</i>		
Emisiones		
Agua	L/m ³	0,5
Aire (polvo)	kg/m ³	1,82
Suelo (Residuos sólidos)		
• Probetas	m ³	8,44
• Elementos de rechazo y hormigón no conforme	m ³	3,56

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos en la Planta IMS

En esta etapa de análisis de inventario, el ACV debe contar con el diagrama de flujo sobre el proceso, (Prox, 2012), tomando como base el sistema de producción de la unidad funcional, agregando inmediatamente, los procesos adyacentes correspondientes, entre los que se encuentran: los procesos auxiliares, el transporte y el suministro de energía, como se observa en la figura 3.2 .

Figura 3.2 Diagrama de flujo sobre el proceso de producción del Panel PM 20-15.4



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos en la Planta IMS

3.3. Evaluación del impacto

Este tercer elemento del ACV, tiene por objetivo valorar los resultados del análisis del inventario del producto en cuestión, cuantificando los posibles impactos medioambientales (Casas, 2012).

Para esto se utiliza la metodología Eco indicador 99, aunque ya existía un método anterior a este denominado Eco indicador 95.

La diferencia entre una metodología y otra es que la metodología Eco indicador 95 ha sido muy criticada por los expertos medioambientales por no tener en cuenta algunos aspectos medioambientales importantes a la hora de desarrollar este método. El Eco indicador 95, empleaba lo que se conoce como aproximación de Distancia al Objetivo, y esto no establecía objetivos claros para definir niveles objetivos sostenibles. Pero tal problema fue superado con Eco indicador 99.

Esta metodología incluye más aspectos que la versión 95, y lo hace más complejo que el mismo, ya que introduce a la metodología una nueva aproximación en función de daños, o sea, la relación entre el impacto y el daño a la salud humana, al ecosistema y a los recursos. A su vez el nuevo Eco indicador 99, incluye más aspectos que la versión 95, y lo hace más complejo que el mismo.

A continuación se presentan las mejoras incorporadas con el uso de la metodología Eco indicador 99, sobre Eco indicador 95:

- Procedimiento mejor y más explícito para establecer coeficientes entre las categorías de daños.
- Mejor descripción y definición de los modelos de daños.
- Introducción del factor suerte (dispersión y degradación) de las emisiones en el medio ambiente.
- Mayor conjunto de emisiones e impactos, como la disminución de recursos, el uso del suelo y la radiación de los iones.

La metodología Eco indicador 99 define el término medio ambiente, según tres tipos de daños, los cuales se mencionaban anteriormente y ellos son: a la salud humana, al ecosistema y a los recursos (Goedkoop et al., 1999).

- **A la salud humana:** En esta categoría se incluye el número y la duración de las enfermedades, y los años de vidas perdidos debido a la muerte prematura por causas ambientales. Los efectos aquí incluidos son: cambio climático, disminución de la capa de ozono, efectos cancerígenos y respiratorios y radiación ionizante.
- **A la calidad del medio ambiente:** En esta categoría se incluye el efecto sobre la diversidad de especies, especialmente en las plantas vasculares y los organismos sencillos. Entre los efectos incluidos están: la eco toxicidad, la acidificación, la eutrofización y el uso del suelo.
- **A los recursos:** En esta categoría se incluye la necesidad extra de energía requerida en el futuro para extraer mineral de baja calidad y recursos fósiles. La disminución de los recursos brutos, como arena y gravilla se incluyen dentro del uso del suelo.

Los impactos ambientales medidos en el programa constan de once categorías de impactos y tres categorías de daños. Las categorías de impacto son: Carcinógenos, Respiración de Orgánicos, Respiración de Inorgánicos, Cambio Climático, Radiación, Capa de Ozono, Eco toxicidad, Acidificación/ Eutrofización, Uso del Suelo, Minerales y Combustibles Fósiles; y las categorías de daños son: Salud Humana, Calidad del Ecosistema y Recursos.

Las categorías de impactos son los efectos sobre el medio ambiente que causan los aspectos medioambientales del sistema o producto en estudio. Estos efectos serán seleccionados y definidos teniendo en cuenta el potencial de impacto que pueda generar el sistema o producto en estudio, de hecho, estos son los objetivos y alcance del ACV. Estas categorías a su vez, se clasifican según el alcance de su efecto en: global, regional o local.

Efecto Global:

A esta clasificación pertenece el efecto del *Calentamiento Global*. En el proceso, los gases del efecto invernadero forman un escudo que atrapa localmente parte de la energía irradiada. Debido a ello las capas más bajas de la atmosfera se calientan, lo que propicia el calentamiento de la superficie del planeta. Según las consecuencias previstas por los expertos en climatología, la temperatura media se elevará de 1,4 °C

a 5,8 °C en los próximos 100 años en la tierra. Este cambio del clima, traerá aumento de las temperaturas en los polos terrestres, con deshielo de los glaciares; aumento del nivel de los océanos; pérdidas de algunos países insulares; propagación de enfermedades tropicales a otros países de clima temperado; etc. El gas emitido por el efecto invernadero es el dióxido de carbono (CO₂).

Efecto regional:

Entre las categorías de este efecto se encuentran la Acidificación y la Eutrofización cuyos impactos medioambientales son originados, principalmente por emisiones del dióxido de azufre (SO₂) y óxido de nitrógeno (NO_x). La acidificación se produce debido a la degradación de las edificaciones y otras instalaciones cercanas a los grandes centros urbanos, y a la disminución de zonas forestales cercanas a las zonas industriales, lo que conlleva al deterioro del medioambiente. La eutrofización no es más que el enriquecimiento en nutrientes de un ecosistema. Esto produce de manera general, un aumento de la biomasa y un empobrecimiento de la diversidad, ya que es un proceso que altera el equilibrio ecológico de la región.

Efecto local

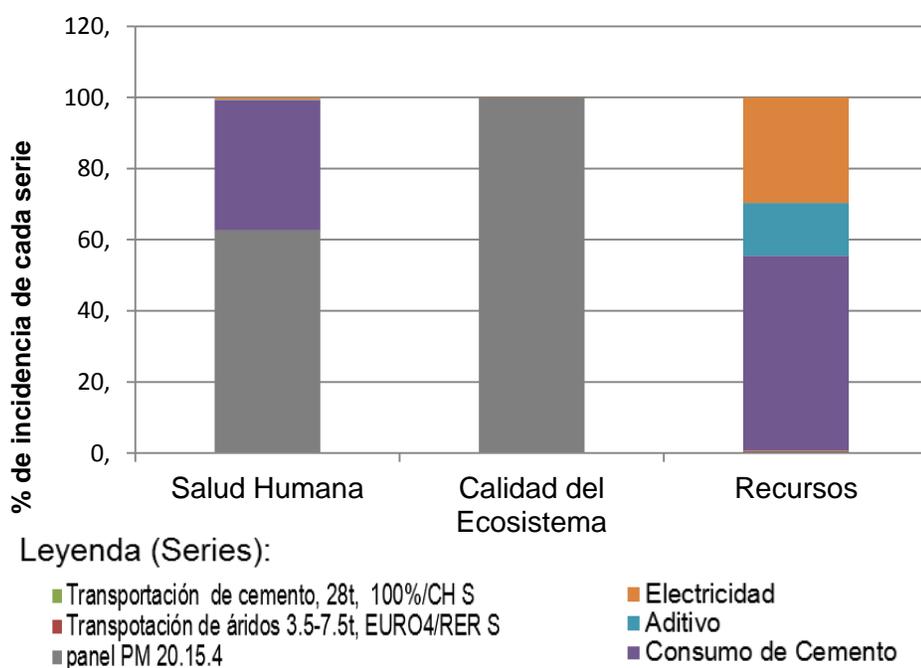
Como ejemplo de las categorías de impacto de efecto local se presenta el mecanismo de impacto desencadenado a través del polvo. Este tipo de contaminante de la atmósfera conduce a una categoría conocida como contaminación del aire por partículas (conocidas como sílice), que se manifiesta con más intensidad en períodos de invierno, por lo tanto se le conoce también como contaminación de invierno.

3.4. Interpretación de los resultados

Para mayor entendimiento de estos impactos, a continuación se presentan varios gráficos, que se obtuvieron con la aplicación del programa SIMAPRO7, analizando 1 m³ de Panel 20-15,4 con la metodología referida, que demuestran la contribución de las series, a las categorías de impactos y de daños respectivamente, las cuales han sido referidas al inicio del capítulo.

En el siguiente gráfico 3.1 Caracterización de categorías de daños, se puede ver la incidencia de impacto de cada serie (%), contra las tres categorías de daños. Las series no son más que las entradas y salidas del sistema que estamos analizando, en este caso la producción de panel. El gráfico da una visión de que la serie que mayor impacto tiene, es la producción de panel (señalada en gris), incidiendo principalmente en la salud humana en un 62,60 % y con más fuerza en la calidad del ecosistema 99,97 %. Todo esto se debe a que la producción del panel, abarca todas las etapas del proceso constructivo, y por tanto el impacto en cada una de ellas, por lo que su alcance es elevado. Debemos tener presente que el consumo del cemento tiene la segunda mayor incidencia, primero sobre los recursos 54,68%, y después sobre la salud humana (36,62%), debido al desprendimiento de partículas muy finas y dañinas, tanto para los recursos naturales como para la salud humana.

Gráfico 3.1 Caracterización de Categorías de Daños



Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del SIMAPRO7

En la tabla 3.2, que aparece a continuación se recogen los valores de porcentaje de incidencia de los impactos en cada serie por las diferentes categorías de daños, cuyos resultados significativos fueron ya enunciados en el párrafo anterior.

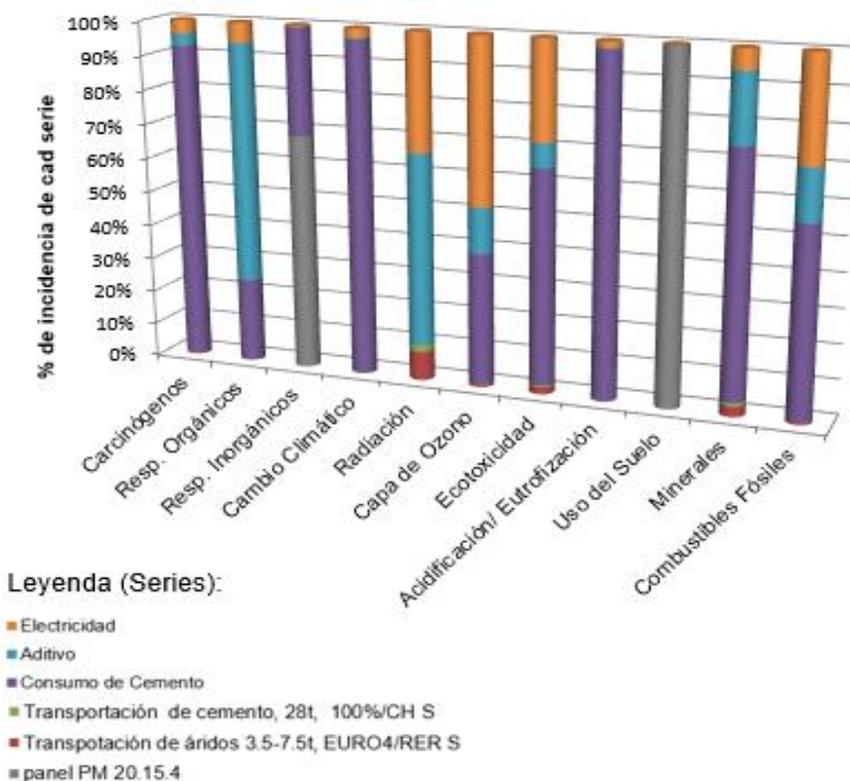
Tabla 3.2 Caracterización de Categorías de Daños

Categ. Daños	Series (%)					
	Panel PM 20.15.4	Transp. de áridos	Transp. de cemento	Consumo de Cemento	Aditivo	Electricidad
Salud Humana	62,5979	0,0259	0,0067	36,6193	0,1518	0,5984
Calidad del Ecosistema	99,9753	$7,47 \cdot 10^{-5}$	0,0004	0,023	0,0003	0,0009
Recursos	0	0,6883	0,0812	54,6783	14,8569	29,6952

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del SIMAPRO7

El gráfico 3.2 Caracterización de categorías de impactos, representa el porcentaje de incidencia de las distintas series, sobre las categorías de impactos, con el cual, nos podemos percatar de que el consumo del cemento, es el que incide sobre el mayor número de categorías de impactos, siendo mayor en la acidificación y la eutrofización.

Gráfico 3.2 Caracterización de Categorías de Impactos



Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del SIMAPRO7

Los resultados específicos del porcentaje de incidencia de cada serie sobre cada categoría de impacto se encuentran tabulados en la siguiente tabla 3.3

Tabla 3.3 Caracterización de Categorías de Impactos

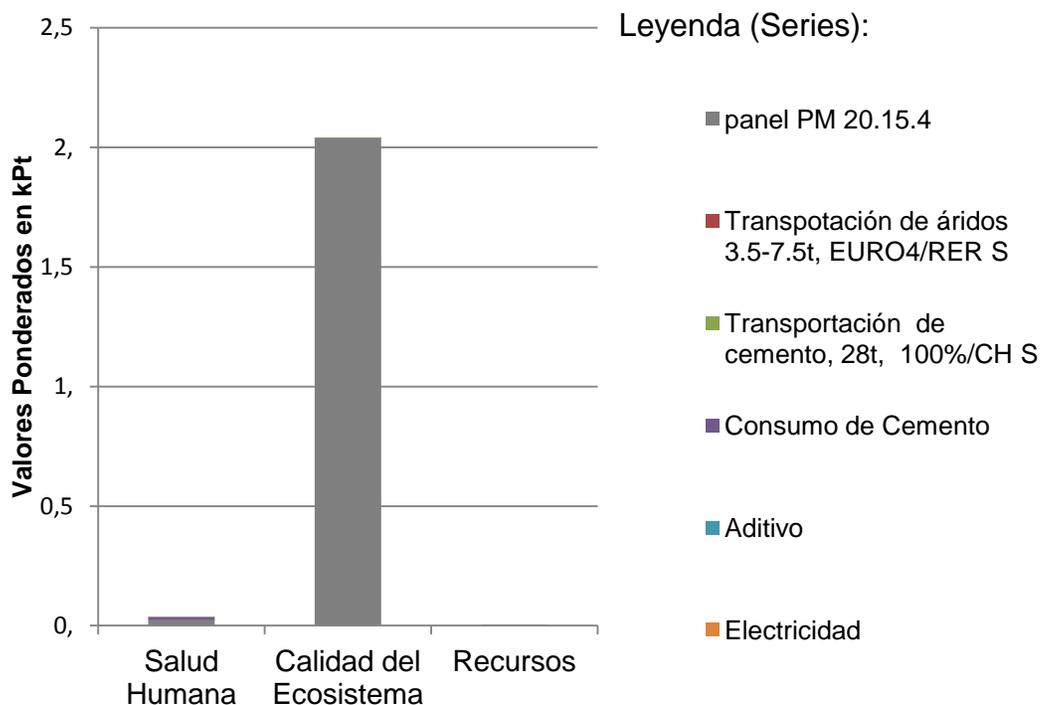
Categ. Impactos	Series (%)					
	Panel PM 20.15.4	Transp. de áridos	Transp. de cemento	Consumo de Cemento	Aditivo	Electricidad
Carcinógenos	0	0,4785	0	92,1401	3,5163	3,865
Resp. Orgánicos	0	0,1364	0,0328	24,4111	69,645	5,7701
Resp. Inorgánicos	68,614	0,0194	0,0081	30,8709	0,0964	0,3909
Cambio Climático	0	0,0641	0,0106	96,9497	0,3165	2,659
Radiación	0	8,4349	1,9862	0	55,839	33,7392
Capa de Ozono	0	0,8401	0,1306	38,0372	13,229	47,7631
Eco toxicidad	0	2,0186	0,5682	62,0898	6,9089	28,4145

Acidificación/ Eutrofización	0	0,0975	0,0726	97,7741	0,3652	1,6905
Uso del Suelo	99,994	$2,08 \cdot 10^{-5}$	0,0003	0	0,0001	0,0001
Minerales	0	3,0037	1,0188	70,351	19,885	5,7409
Combustibles Fósiles	0	0,6833	0,0792	54,6444	14,846	29,747

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del SIMAPRO7

A continuación se darán a conocer los valores por unidades de puntos Eco indicador (kPt) de la influencia de cada serie sobre cada categoría de daños. Es preciso conocer que el programa refleja los datos en esa unidad, y que estos valores se pueden considerar como cifras sin dimensión, puesto que su valor absoluto no tiene relevancia, ya que su objetivo principal, es comparar las diferencias relativas entre los productos o componentes. Los valores ponderados de cada serie respecto a cada categoría de daño se demuestran a continuación en el siguiente gráfico 3.3, en el cual se distingue que la producción de panel, repercute en la calidad del ecosistema en un valor de 2,0384, lo cual es significativo respecto a los demás valores.

Gráfico 3.3 Ponderación en Categorías de Daños



Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del SIMAPRO7

En la tabla 3.4 se encuentran todos estos valores ponderados arrojados por el programa para cada serie específicamente sobre cada categoría de daño.

Tabla 3.4 Ponderación en Categorías de Daños

Categ. de Daño	Series (%)					
	Panel PM 20-15.4	Transp. de áridos	Transp. de cemento	Consumo de Cemento	Aditivo	Electricidad
Salud Humana	0,0234	9,67*10 ⁻⁶	2,51E-06	0,0137	5,66*10 ⁻⁵	0,0002
Calidad del Ecosistema	2,0384	1,74*10 ⁻⁶	8,32*10 ⁻⁶	0,0005	7,94*10 ⁻⁶	2,19*10 ⁻⁵
Recursos	0	2,11*10 ⁻⁵	2,49*10 ⁻⁶	0,0017	0,0005	0,0009

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del SIMAPRO7

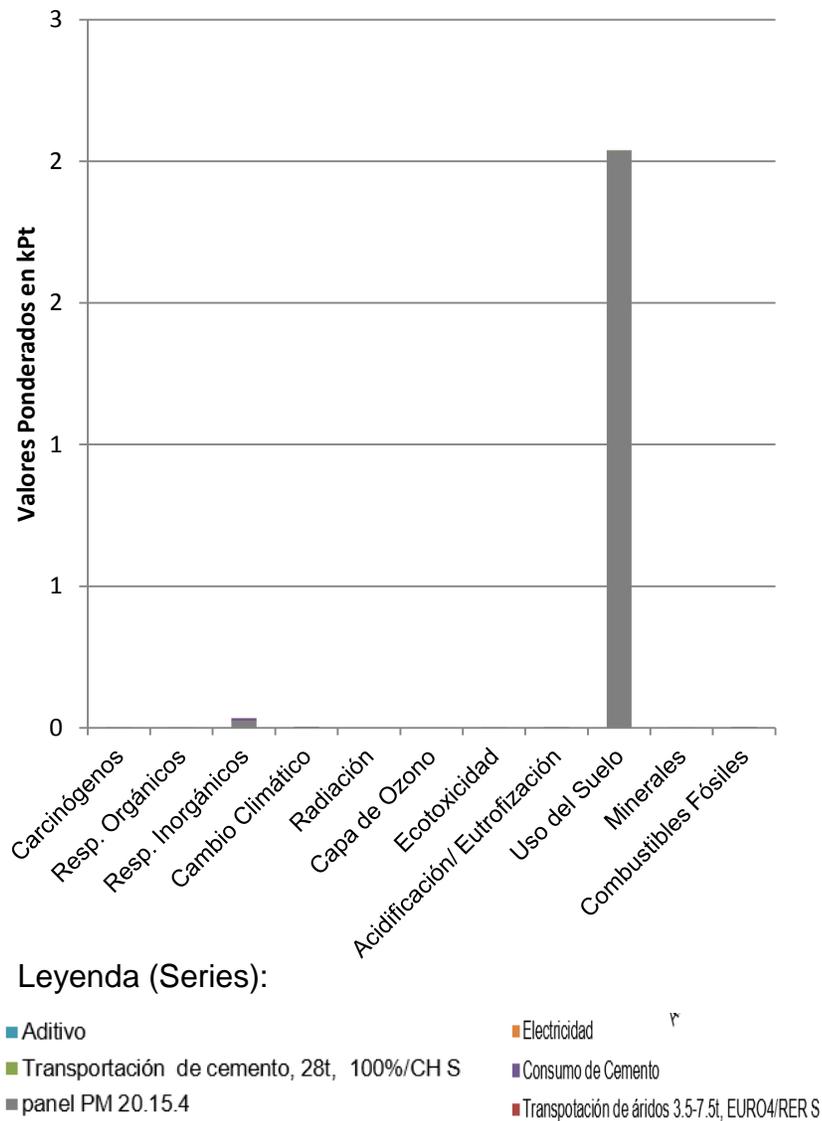
Después de haber conocido los valores ponderados de las categorías de daños, conoceremos ahora, estos valores pero para las categorías de impactos, registrados en el gráfico 3.4 y especificados para cada tipo de serie en la tabla 3.5, que aparece a continuación.

Tabla 3.5 Ponderación en Categorías de Impactos

Categ. de Impactos	Series (%)					
	Panel PM 20-15.4	Transp. de áridos	Transp. de cemento	Consumo de Cemento	Aditivo	Electricidad
Carcinógenos	0	$1,09 \cdot 10^{-6}$	$-5,82 \cdot 10^{-7}$	0,0002	$8,0 \cdot 10^{-6}$	$8,8 \cdot 10^{-6}$
Resp. Orgánicos	0	$1,17 \cdot 10^{-8}$	$2,82 \cdot 10^{-9}$	$2,1 \cdot 10^{-6}$	$5,99 \cdot 10^{-6}$	$4,96 \cdot 10^{-7}$
Resp. Inorgánicos	0,0234	$6,59 \cdot 10^{-6}$	$2,76 \cdot 10^{-6}$	0,0105	$3,28 \cdot 10^{-5}$	0,0001
Cambio Climático	0	$1,95 \cdot 10^{-6}$	$3,21 \cdot 10^{-7}$	0,0029	$9,61 \cdot 10^{-6}$	$8,07 \cdot 10^{-5}$
Radiación	0	$2,98 \cdot 10^{-8}$	$7,02 \cdot 10^{-9}$	0	$1,97 \cdot 10^{-7}$	$1,19 \cdot 10^{-7}$
Capa de Ozono	0	$1,48 \cdot 10^{-9}$	$2,3 \cdot 10^{-10}$	$6,69 \cdot 10^{-8}$	$2,33 \cdot 10^{-8}$	$8,39 \cdot 10^{-8}$
Eco toxicidad	0	$7,45 \cdot 10^{-7}$	$2,1 \cdot 10^{-7}$	$2,29 \cdot 10^{-5}$	$2,55 \cdot 10^{-6}$	$1,05 \cdot 10^{-5}$
Acidificación/ Eutrofización	0	$5,12 \cdot 10^{-7}$	$3,82 \cdot 10^{-7}$	0,0005	$1,92 \cdot 10^{-6}$	$8,88 \cdot 10^{-6}$
Uso del Suelo	2,0384	$4,84 \cdot 10^{-7}$	$7,73 \cdot 10^{-6}$	0	$3,48 \cdot 10^{-6}$	$2,57 \cdot 10^{-6}$
Minerales	0	$1,99 \cdot 10^{-7}$	$6,75 \cdot 10^{-8}$	$4,66 \cdot 10^{-6}$	$1,32 \cdot 10^{-6}$	$3,8 \cdot 10^{-7}$
Combustibles Fósiles	0	$2,09 \cdot 10^{-5}$	$2,42 \cdot 10^{-6}$	0,0017	0,0005	0,0009

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del SIMAPRO7

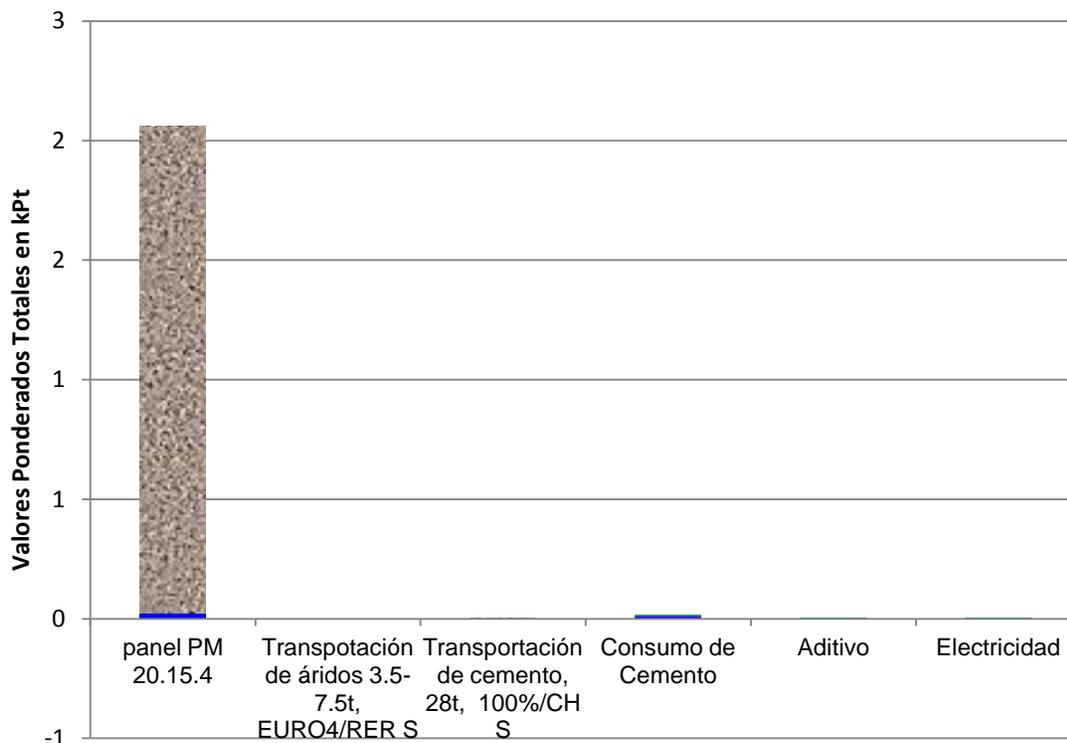
Gráfico 3.4 Ponderación en Categorías de Impactos



Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del SIMAPRO7

El siguiente gráfico 3.5 es el de la puntuación total, que no es más que la puntuación que alcanza cada serie sobre las diferentes categorías de impacto. La que más incide con una puntuación de 2,0384 es la producción de panel específicamente sobre el uso del suelo.

Gráfico 3.5 Puntuación Total de los Valores Ponderados



Leyenda:

- | | | |
|--------------------|--------------------------------|---------------------|
| ■ Carcinógenos | ■ Resp. Orgánicos | ■ Resp. Inorgánicos |
| ■ Cambio Climático | ■ Radiación | ■ Capa de Ozono |
| ■ Ecotoxicidad | ■ Acidificación/ Eutrofización | ■ Uso del Suelo |
| ■ Minerales | ■ Combustibles Fósiles | |

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del SIMAPRO7

En la tabla 3.6 se registran estos valores totales en unidades de kPt, donde se pueden observar los valores exactos calculados en el programa, en los cuales se observa por lo general, que todos los puntos son valores poco significativos, salvo la fuerte incidencia de la producción de panel en el uso del suelo.

Tabla 3.6 Puntuación Total de los Valores Ponderados.

Categ. de Impactos	Series (kPt)					
	Panel PM 20-15.4	Transp. de áridos	Transp. de cemento	Consumo de Cemento	Aditivo	Electricidad
Carcinógenos	0	$1,09 \times 10^{-6}$	$-5,82 \times 10^{-7}$	0,0002	$8,0 \times 10^{-6}$	$8,8 \times 10^{-6}$
Resp. Orgánicos	0	$1,17 \times 10^{-8}$	$2,82 \times 10^{-9}$	$2,1 \times 10^{-6}$	$5,99 \times 10^{-6}$	$4,96 \times 10^{-7}$
Resp. Inorgánicos	0,0234	$6,59 \times 10^{-6}$	$2,76 \times 10^{-6}$	0,0105	$3,28 \times 10^{-5}$	0,0001
Cambio Climático	0	$1,95 \times 10^{-6}$	$3,21 \times 10^{-7}$	0,0029	$9,61 \times 10^{-6}$	$8,07 \times 10^{-5}$
Radiación	0	$2,98 \times 10^{-8}$	$7,02 \times 10^{-9}$	0	$1,97 \times 10^{-7}$	$1,19 \times 10^{-7}$
Capa de Ozono	0	$1,48 \times 10^{-9}$	$2,3 \times 10^{-10}$	$6,69 \times 10^{-8}$	$2,33 \times 10^{-8}$	$8,39 \times 10^{-8}$
Eco toxicidad	0	$7,45 \times 10^{-7}$	$2,1 \times 10^{-7}$	$2,29 \times 10^{-5}$	$2,55 \times 10^{-6}$	$1,05 \times 10^{-5}$
Acidificación/ Eutrofización	0	$5,12 \times 10^{-7}$	$3,82 \times 10^{-7}$	0,0005	$1,92 \times 10^{-6}$	$8,88 \times 10^{-6}$
Uso del Suelo	2,0384	$4,84 \times 10^{-7}$	$7,73 \times 10^{-6}$	0	$3,48 \times 10^{-6}$	$2,57 \times 10^{-6}$
Minerales	0	$1,99 \times 10^{-7}$	$6,75 \times 10^{-8}$	$4,66 \times 10^{-6}$	$1,32 \times 10^{-6}$	$3,8 \times 10^{-7}$
Combustibles Fósiles	0	$2,09 \times 10^{-5}$	$2,42 \times 10^{-6}$	0,0017	0,0005	0,0009

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del SIMAPRO7

Además de los resultados de las categorías de impactos y de daños, que ya fueron analizados, se obtiene la red de flujo de la producción del panel PM 20-15.4, ver (Anexo 2), a partir del procesamiento del programa SIMAPRO7, y con los datos introducidos al programa de las entradas y salidas del sistema (producción del Panel PM 20-15.4). En esta red se puede apreciar que en la producción del Panel PM 20-15.4, el mayor impacto está dado por la transportación de cemento (15,9 Pt), el uso de aditivo (4,02 Pt) y el consumo de electricidad (1,91 Pt).

3.5. Conclusiones Parciales

1. El uso de la herramienta de análisis del ciclo de vida es adecuada para medir el impacto ambiental, ya que tiene en cuenta todas las fases por las que transcurre el sistema o producto en cuestión.
2. La metodología Eco indicador 99 aplicada en el programa SIMAPRO7 es la más precisa, ya que ésta introduce mayor número de parámetros ambientales a evaluar.

3. Los resultados obtenidos por el programa SIMAPRO7, muestran muy bajos valores ponderados de impacto, salvo en la producción de panel donde la mayor incidencia es en un 2,0384 en el uso del suelo para las categorías de impactos y 0,02 en la salud humana, en la categoría de daños.
4. Los resultados obtenidos por el programa SIMAPRO7, reflejan que la producción de panel incide en un 100 % sobre el uso del suelo para las categorías de impacto, a la vez que incide en un 62,6 % en la salud humana y un 99,97 % en la calidad del ecosistema, ambos porcentajes en la categoría de daños.



Conclusiones Generales

Conclusiones Generales

1. La elevada demanda y consumo de áridos extraídos de las canteras influye negativamente en el medio ambiente, debido a las emisiones de polvo que se producen durante la transportación y producción, además es un recurso natural no renovable que puede agotarse. Para regular todo lo referente a la gestión ambiental mediante el uso de la herramienta de análisis del ciclo de vida, existen un conjunto de normas, las ISO 14000, así como otras normativas que establecen el control y la gestión de los residuos que se deben considerar para su posterior reciclaje en la obtención de áridos, como una alternativa para atenuar el consumo de este recurso natural.
2. La guía metodológica que se aplica en las plantas no se lleva a cabo totalmente, por lo que se considera que tiene un carácter preliminar, además no existe personal especializado para realizar este trabajo en cada planta.
3. Los resultados obtenidos a través de la aplicación de la herramienta (ACV) muestran que el impacto de la producción del panel PM 20-15.4 en las categorías de daños incide en un 62,60 % en la salud humana y en un 99,97 % en la calidad del ecosistema. Además, en las categorías de impactos, la incidencia de la producción de panel es de un 99,99 % sobre el uso del suelo, y contribuye en un 68,61 % en la respiración de inorgánicos.



Recomendaciones

Recomendaciones

- Buscar soluciones para la gestión de los residuos acumulados en las plantas de prefabricados, con vistas a eliminar los áreas de desechos.
- Contar en cada planta con una persona capacitada, encargada de aplicar correctamente la Guía Metodológica para el diagnóstico medioambiental.
- Implementar el uso del ACV en las empresas del MICONS, teniendo en cuenta el análisis de otros productos o sistemas de la construcción como nuevas unidades funcionales a evaluar.



Bibliografía

Bibliografía

- (2011). *Diccionario de Arquitectura*, MacGraw-Hill.
- ALVAREZ-LUNA, M., (2013). Algunas consideraciones sobre el uso de los áridos reciclados como fuente alternativa de materias primas en la producción de hormigones.
- ANEFA, (2005). ASOCIACION NACIONAL DE EMPRESARIOS FABRICANTES.
- AUTORES, C. D., (2011). Catálogo de residuos en España
- BS, (2002). Concrete-Complementary British Standard to BS EN 206-1. Part 2: Specification for Constituent Materials and Concrete. 2002
- CASAS, O., (2012). APLICACIÓN COMO HERRAMIENTA DE ANÁLISIS EN LA INDUSTRIA PETROLERA. INSTITUTO COLOMBIANO DEL PETROLEO.
- CAT-COACM, (2008). Definiciones y conceptos relacionados con la producción y gestión de los residuos.
- COLLINS, R. J., (1998). BRE Digest 433: Recycled Aggregates.
- CONESA-FERNANDEZ, V., (2000). Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental” Ediciones Mundo-Prensa.
- DELGADO, (1995). El estudio de los residuos: Definiciones, tipologías, gestión y tratamiento. *Serie Geográfica*, 5, 21-42.
- DIN, (2000). Concrete Aggregate.
- FÉ, E. P. D. L., (2012). Evolución de los estudios de RCD. Antecedentes. 16.
- FILHO, A. C. D. C. (2001). *Análisis del ciclo de vida de productos derivados del cemento – Aportaciones al análisis de los inventarios del ciclo de vida del cemento*. Universidad Politécnica de Cataluña.
- GEOCUBA, (2011). Diagnostico Ambiental” realizado a la planta IMS. Santa Clara, Villa Clara.
- GOEDKOOOP, M., EFFTING, S. & COLLIGNON, M., (1999). METODO PARA EVALUAR EL IMPACTO AMBIENTAL A LO LARGO DEL CICLO DE VIDA.
- GONZALEZ-ECHENIQUE, E. (2011). *Propuesta de idea proyecto: Viabilidad técnico-económico para la explotación de los yacimientos de áridos en el municipio de Sagua la Grande y de la zona noroeste de la provincia de Villa Clara*. pregrado, Marta Abreu de las Villas.
- GRANELA, F., (2014). Estadística de los valores de consumo de las materias primas para la producción de un panel PM 20- 15.4.
- GUTIÉRREZ, P. A., (2005). Recomendaciones para la utilización de árido reciclado en hormigón estructural.
- KASHINO, N. & TAKAHASHI, Y. (1988). Experimental Studies on Placement of Recycled Aggregate Concrete, Demolition and Reuse of Concrete and Masonry. Second International RILEM Symposium, 1988. 699-708.
- KAWANO, H. (2002). The State of Using By-Products in Concrete in Japan and Outline of JIS/TR on Recycled Concrete Using Recycled Aggregate. 1. FIB Congress, 2002.
- MACHADO, E. A. T. (2008). *GESTION DE LA CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL RECICLADO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS EN LA CONSTRUCCIÓN*. Tesis de maestría, Universidad Central Marta Abreu de las Villas.
- MARILDA BARRA, D. A., PIELARISI, S. H., VALLS, S. & VAZQUEZ, E., (2011). Utilización de áridos reciclados “una oportunidad frente a la situación actual”.

- MARTINEZ-BERTRAND, C., (2010). Gestión de residuos de construcción y demolición (RCDS): importancia de la recogida para optimizar su posterior valorización. 30.
- MEDINA-SÁNCHEZ, L. & RODRIGUEZ-GARCÍA, R., (1980). *Sistemas Constructivos más usados en Cuba*, Habana, Facultad de Ingeniería Civil, ISPJAE.
- MONTEIRO, (2006). *Manual de gestión integrada de residuos sólidos municipales en ciudades de América latina y el Caribe*, Baeza-Rio de Janeiro, Brasil, Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (IDRC).
- NATALINI. (2000). *Reciclaje y reutilización de materiales residuales de construcción y demolición*. UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE (Argentina).
- NC, (2000a). GESTION AMBIENTAL. ANALISIS DEL CICLO DE VIDA. DEFINICION DEL OBJETIVO Y ALCANCE Y ANALISIS DEL INVENTARIO. Ciudad de La Habana: Oficina Nacional de Normalización (NC).
- NC, (2000b). GESTION AMBIENTAL. ANALISIS DEL CICLO DE VIDA. EJEMPLOS DE APLICACIÓN DE LA NC-ISO 14041 PARA LA DEFINICION DEL OBJETIVO Y ALCANCE Y ANALISIS DEL INVENTARIO (ISO/TR 14049: 2000, IDT). Ciudad de La Habana.: Oficina Nacional de Normalización (NC).
- NC, (2001a). GESTION AMBIENTAL. ANALISIS DEL CICLO DE VIDA. EVALUACION DEL IMPACTO DEL CICLO DE VIDA (ISO 14042: 2000, IDT). Ciudad de La Habana: Oficina Nacional de Normalización (NC).
- NC, (2001b). GESTION AMBIENTAL. ANALISIS DEL CICLO DE VIDA. INTERPRETACION DEL CICLO DE VIDA (ISO 14043: 2000, IDT). Ciudad de La Habana: Oficina Nacional de Normalización (NC).
- NC, (2005). GESTIÓN AMBIENTAL—ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA — PRINCIPIOS Y MARCO DE REFERENCIA [ISO 14040:1997 (TRADUCCIÓN CERTIFICADA), IDT]. Ciudad de La Habana: Oficina Nacional de Normalización (NC).
- ONEI, (2013). *Anuario Estadístico de Cuba 2012*, Ciudad Habana, Oficina Nacional de Estadística e Información.
- ORUS, A., (2010). *Materiales de la Construcción*.
- PCC, (2011). Resolución sobre los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución. *VI Congreso del Partido Comunista de Cuba*, 41.
- PROX, M., (2012). Análisis de Ciclo de Vida como herramienta para la toma de decisiones. 33.
- PSAWA, F. & NOGUCHI, T., (2000). New Technology for the Recycling of Concrete. Japanese experience. In *Concrete Technology for a Sustainable Development in the 21th Century*.
- RILEM, (1994). Specifications for Concrete with Recycled Aggregates. *Materials and Structures*, 557-559.
- ROBAS, A. H., (2008). INFLUENCIA DE LA VARIACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ÁRIDO RECICLADO EN EL HORMIGÓN ENDURECIDO. 95.
- ROJAS, (2011). *Guía de manejo de escombros y otros residuos de la construcción*, San José, Costa Rica, UICN, Oficina Regional para Mesoamérica y la Iniciativa Caribe.
- SALAS, P. C. & SEPÚLVEDA, S., (2002). Sistemas de Gestión Medio Ambiental: Las Normas ISO 14000. 26.

- SUPPEN, N., (2009). Reducción de impactos en el ciclo de vida aplicando Ecodiseño. 25.
- VINCKE, J. & ROUSSEAU, K. (1994). Recycling of Construction and Demolition Waste in Belgium: Actual Situation and Future. Demolition and Reuse of Concrete and Masonry Evolution. Third International RILEM Symposium, 1994 E.F. Spoon. 57-69.
- WIERTZ, J., (2010). Análisis de Ciclo de Vida. 47.



Anexos

Anexos

Anexo 1: Metodología para la ejecución de los diagnósticos ambientales y la verificación del cumplimiento de los indicadores establecidos en la resolución CITMA 135/2004 para la obtención del reconocimiento ambiental nacional (RAN)

MINISTERIO DE CIENCIA, TECNOLOGIA Y MEDIO AMBIENTE CENTRO DE INFORMACION, GESTION Y EDUCACION AMBIENTAL

Enero 2006

De acuerdo al procedimiento establecido para el otorgamiento del Reconocimiento Ambiental Nacional, se debe presentar a través de la Unidad de Medio Ambiente del territorio un expediente que incluya los siguientes documentos:

- Solicitud de otorgamiento del Reconocimiento Ambiental Nacional dirigida al Director del Centro de Información, Gestión y Educación Ambiental (CIGEA)
- Aval de Cumplimiento de la Legislación Vigente y de la Calidad Técnico-metodológica del Diagnóstico Ambiental, otorgado por el Delegado del CITMA del territorio
- Diagnóstico Ambiental Integral **EN COPIA DURA Y FORMATO ELECTRÓNICO**

DIAGNOSTICOS AMBIENTALES

Todos los diagnósticos presentados al CIGEA en opción al Reconocimiento Ambiental Nacional **DEBERÁN ESTAR ACTUALIZADOS** (no se admitirán diagnósticos desactualizados), **BRINDARÁN ÚNICAMENTE LA INFORMACIÓN SOLICITADA EN ESTA METODOLOGÍA POR LA AUTORIDAD AMBIENTAL** y **SIN EXCEPCIÓN**, tendrán la siguiente estructura:

1. Datos de los ejecutores del diagnóstico ambiental

Deben aparecer los nombres, instituciones y especialidades de cada una de las personas participantes en la elaboración del diagnóstico (**no incluir *currículum vitae***).

NO SE ADMITIRÁN DIAGNÓSTICOS ELABORADOS POR UNA SOLA PERSONA, PUES LA GESTIÓN AMBIENTAL ES UN TRABAJO DE EQUIPO.

NO PUEDEN APARECER ESPECIALISTAS DEL CITMA como asesores o parte del equipo que elaboró el diagnóstico ambiental, con excepción de los que pertenecen a organizaciones que realizan trabajos de consultoría.

En caso de incumplimiento de los indicadores contemplados en el Plan, explicar las causas.

- Reflejar las calificaciones obtenidas en las auditorías **económicas** realizadas en los últimos tres años, en caso de haberse ejecutado. Reflejar qué institución las hizo, fecha, resultados, calificaciones y anexar los últimos dictámenes. En caso de algún resultado negativo, explicar la causa.
- Evaluar establecimiento y cumplimiento de las buenas prácticas y procedimientos establecidos para el desarrollo de las actividades propias de la entidad.
- Realizar y reflejar los balances de los flujos de materiales fundamentales **en el caso de las industrias.**

6. Desempeño ambiental de la entidad

En el caso de entidades cuya actividad fundamental sea la docencia, investigación, el diseño y ejecución de proyectos, en este acápite se hará referencia a la introducción de la dimensión ambiental en estas actividades.

6.1 Cumplimiento de las regulaciones ambientales y sanitarias vigentes en el país

- Relacionar y **evaluar cumplimiento** de las principales regulaciones ambientales, sanitarias, de seguridad y protección vigentes **aplicables a la entidad** (además de leyes, decretos-leyes y resoluciones del CITMA, las normas técnicas de carácter general, incluyendo las de higiene de los alimentos, protección contra incendios, higiene comunal, protección e higiene del trabajo). **NO ENVIAR AVALES DE CUMPLIMIENTO DE 6 ó 7 REGULACIONES, IGNORANDO LO ANTERIOR, NI ANEXAR LISTADO GENERAL DE REGULACIONES VIGENTES EN CUBA.**
- La identificación de las regulaciones vigentes aplicables a cada entidad u organización se debe hacer **TENIENDO EN CUENTA SUS ACTIVIDADES FUNDAMENTALES Y CARACTERÍSTICAS PROPIAS, ASÍ COMO LA RELEVANCIA DE CADA REGULACIÓN EN EL DESEMPEÑO AMBIENTAL.**
- Reflejar en el documento del diagnóstico los resultados de las inspecciones estatales realizadas a la entidad por otros organismos rectores (MINSAP, MIP, INRH, CITMA, MININT), cumplimiento de las medidas dictadas, medidas pendientes y causas de los incumplimientos detectados.
- Reflejar si la entidad cuenta con licencia sanitaria y en caso negativo, explicar las causas.

6.2. Identificación y valoración de impactos ambientales generados por la entidad.

- Deben identificarse las actividades de la entidad que generan impactos ambientales significativos (en la etapa **ACTUAL** de operación, **no en la de diseño, ni en la constructiva**), así como los aspectos asociados, de acuerdo al sgte formato:

Ejemplo:

Actividad	Aspecto asociado	Impacto ambiental	Carácter del impacto	Valoración del impacto
Producción	Emisión de polvo	Afectaciones a la salud	Negativo	Elevado

de frazadas	Generación de ingresos y empleo	Mejora socioeconómica de la localidad	Positivo	Elevado
Uso de la playa	Paso de turistas sobre la duna	Erosión de la duna	Negativo	Moderado
Actividad hotelera	Consumo de agua	Reducción de la disponibilidad del recurso	Negativo	Moderado
	Generación de ingresos	Contribución a la economía nacional	Positivo	Moderado
	Uso de mano de obra local	Mejora de la situación socioeconómica local	Positivo	Elevado
	Generación de residuales	Contaminación de las aguas y el suelo	Negativo	Bajo

- La identificación y valoración de impactos ambientales que genera la entidad deben hacerse de forma clara y precisa, tomando en cuenta todas las actividades que se realizan en la misma. Deben reflejarse de manera precisa los impactos ambientales **SIGNIFICATIVOS** que genera la entidad u organización que opta por el Reconocimiento. **Excluir aspectos e impactos intrascendentes y ambiguos.**

6.3 Definición de los elementos componentes del Sistema de Gestión Ambiental (política, Objetivos y metas ambientales, así como el Programa de Acción.

- Se reflejará la relación de integrantes del equipo de gestión ambiental de la entidad, incluyendo los departamentos o secciones a que pertenecen, los cargos o responsabilidades que ocupan en los mismos y se especificará quien funge como responsable o coordinador del mismo **(EL DIRECTOR O GERENTE ES EL MÁXIMO RESPONSABLE DE LA APLICACIÓN DE LA POLÍTICA AMBIENTAL DE LA ENTIDAD, PERO NO DEBE FUNGIR COMO COORDINADOR DEL EQUIPO AMBIENTAL).**
- La entidad tiene que declarar su política ambiental de forma clara y concreta, como resultado del diagnóstico **y formar parte del contenido de éste.**

La política declarada debe reflejar aspectos tales como su correspondencia con las estrategias ambientales nacional, sectorial y territorial; el compromiso de la mejora continua; la participación de todos los trabajadores en este proceso; la información y capacitación del personal en temas ambientales; la adopción de las mejores tecnologías disponibles; el uso eficiente de los recursos naturales, materias primas e insumos, entre otros.

- Tomando como referencia la política declarada, deben definirse, **como resultado del diagnóstico**, las metas y objetivos ambientales, así los indicadores para medir su cumplimiento. **EN LA POLÍTICA AMBIENTAL SOLO SE INCLUIRÁN PRINCIPIOS GENERALES, NO METAS NI ACCIONES ESPECÍFICAS** tales como tratamiento de los residuales; reciclaje de latas de aluminio, papel y cartón; instalación de medidores de los consumos de agua; protección de las tortugas marinas, etc.

- Los objetivos ambientales pueden definirse como los fines que la entidad se propone alcanzar en su desempeño ambiental, programados cronológicamente y cuantificados en la medida de lo posible. Estos objetivos pueden incluir:
 - Uso eficiente del agua, materias primas, productos e insumos
 - Minimización y manejo adecuado de residuales líquidos y sólidos y emisiones gaseosas
 - Reducción de cargas contaminantes emitidas al medio ambiente
 - Aprovechamiento económico de los residuales con potencialidad para ello
 - Establecimiento de una política de compras de tecnologías y productos amigables con el medio ambiente
 - Educación y capacitación ambiental de los recursos humanos y participación de éstos en las soluciones a los problemas ambientales de su entidad
 - Contribuir al manejo sostenible de la zona costera donde radica la entidad

LOS OBJETIVOS AMBIENTALES RESPONDERÁN A LOS PRINCIPIOS DECLARADOS EN LA POLÍTICA.

Las metas ambientales son requisitos detallados de actuación, cuantificados siempre que sea posible, aplicables a la entidad o a partes de ésta, que tienen su origen en los objetivos ambientales y se deben cumplir para alcanzarlos. Se fijan para períodos determinados.

Ejemplos de metas ambientales:

- Porcentaje de reducción del consumo de agua en un año
- Porcentaje de reducción de la generación de aguas residuales, residuos sólidos o desechos peligrosos en un año
- Porcentaje de reducción anual de la carga contaminante orgánica o inorgánica
- Mantener el consumo de agua y portadores energéticos en 0,90 m³/cuarto-noche ocupado y 40 kW-h/ cuarto-noche ocupado
- Porcentaje de disminución del consumo de portadores energéticos en un período determinado
- Monto de inversiones para la solución de problemas ambientales
- El 95% de las compras de detergentes corresponde a productos biodegradables
- Se reducirán un 10% los equipos que utilizan sustancias agotadoras de la capa de ozono

LAS METAS AMBIENTALES RESPONDERÁN A CADA OBJETIVO DECLARADO.

El logro de los objetivos se puede medir a través de indicadores predeterminados de desempeño ambiental tales como:

- Disponibilidad de información actualizada sistemáticamente sobre los principales problemas ambientales de la entidad
- *Incremento del grado de participación de los trabajadores en la gestión ambiental de la entidad*
- *Porcentaje de minimización de la generación de residuales logrado en una unidad de tiempo, por ejemplo: 1 año*
- *Porcentaje de reducción de carga contaminante emitida al medio ambiente alcanzado en una unidad de tiempo*
- *Porcentaje de aprovechamiento económico de los residuales generados logrado en una unidad de tiempo*

- Consumo de materias primas, productos, agua o energía por unidad de producto
- Residuales producidos por cantidad de producto terminado
- Inversiones realizadas para la protección ambiental

LOS OBJETIVOS Y METAS DEBERÁN SER ALCANZABLES POR LA ENTIDAD EN LOS PLAZOS PREVISTOS. NO TRAZAR METAS CUYO CUMPLIMIENTO DEPENDA DE OTROS.

PROGRAMA DE ACCIÓN (ES UNO SOLO, SUBORDINADO A LAS METAS Y OBJETIVOS AMBIENTALES)

- El Programa de Acción estará dirigido a la mejora continua del desempeño ambiental de la entidad, no sólo a la solución de los problemas existentes.
- Será formulado a mediano plazo **(2 o 3 años), NO PARA 1 AÑO.**
- Cada acción responderá a una meta definida.
- Se deben definir los recursos necesarios para la implementación del Programa de Acción, las fechas de cumplimiento y las personas responsables de cada acción propuesta.
- Sólo incluirá acciones cuyo cumplimiento esté al alcance de la entidad y por las cuales ésta puede responsabilizarse. **NO SE INCLUIRÁN ACCIONES QUE DEPENDAN DE OTROS, NI AQUELLAS QUE HAN SIDO EJECUTADAS Y NO TIENEN CARÁCTER PERMANENTE.**

La política, objetivos, metas y Programa de Acción deben reflejarse en el diagnóstico de acuerdo al siguiente formato:

Principio de la política	Objetivo	Meta	Acciones	Indicadores de éxito
Principio 1	1.1	1.1.1	1.1.1.1	
			1.1.1.2	
			1.1.1.3	
		1.1.2	1.1.2.1	
			1.1.2.2	
			1.1.2.3	
	1.2	1.2.1	1.2.1.1	
	1.3	1.3.1	1.3.1.1	
			1.3.1.2	
1.3.1.3				
Principio 2	2.1	2.1.1	2.1.1.1	
			2.1.1.2	
			2.1.1.3	
	2.2	2.2.2	2.2.2.1	
			2.2.2.2	
			2.2.2.3	
Principio 3	3.1	3.1.1	3.1.1.1	
Principio.....
.....

6.3 Manejo del agua

- Reflejar fuente y empresa de suministro.
- Describir red de suministro interno de la entidad y reflejar su estado (material de las tuberías; la cantidad de depósitos y bombas; la existencia o no de metrocontadores, puntos donde éstos están instalados; limpieza de los depósitos, frecuencia de la misma).
- Presentar el balance de agua de la instalación incluyendo entradas y salidas en cada punto del proceso o actividad (en el caso de las industrias).
- Reflejar los consumos de agua anuales totales y por unidad de producto/servicio en los últimos tres años y comparar estos índices con relación a lo planificado y con los parámetros nacionales e internacionales de instalaciones similares, tal como aparece en la siguiente tabla:

Consumos de agua	2004			2005			2006		
	Plan	Real	% cumplimiento	Plan	Real	% cumplimiento	Plan	Real	% cumplimiento
Total anual en m ³									
Consumo en m ³ por unidad de producto/servicio									

- **En caso de consumos que excedan lo planificado, explicar las causas.**
- **En caso de no existir medidores de consumos, éstos deberán estimarse por otros métodos (control del régimen de bombeo, mediciones de niveles en cisterna, etc).**
- Reflejar medidas o programa para el uso eficiente del agua.
- Reflejar resultados representativos de caracterizaciones y monitoreos para determinar su calidad físico-química y microbiológica (aguas para diferentes usos). **EL DIAGNÓSTICO NO DEBE CARECER DE ESTA INFORMACIÓN, CON LA EXCEPCIÓN DE CASOS PUNTUALES QUE POR SUS ESPECIFICIDADES, SEAN AUTORIZADOS POR EL CIGEA.**
- **LAS CARACTERIZACIONES Y MONITOREO NO PUEDEN SER DE 1 ó 2 DÍAS, PUES NO SERÍA REPRESENTATIVO. SE DEBEN REFLEJAR FECHAS DE LAS CAMPAÑAS DE MUESTREO, PUNTOS DE MUESTREO Y ENTIDAD Y LABORATORIO QUE REALIZÓ EL MUESTREO Y ANÁLISIS.**

6.4 Manejo de la energía

- Reflejar la fuente o empresa suministradora de la energía.

- Reflejar balances de energía en las instalaciones industriales, instalaciones generadoras de vapor, etc.
- Brindar datos de los consumos de portadores energéticos de la entidad en los últimos tres años y hacer análisis comparativo, tal como aparece en la siguiente tabla:

Consumos de portadores energéticos	2004			2005			2006		
	Plan	Real	% cumplimiento	Plan	Real	% cumplimiento	Plan	Real	% cumplimiento
Total anual (electricidad en (kW-h); combustibles en L)									
Consumo en kW-h o L por unidad de producto/servicio									

- **En caso de consumos que excedan lo planificado, explicar las causas.**
- Reflejar las medidas concretas tomadas para el manejo racional y eficiente de portadores energéticos.

6.6 Calidad del aire

- Reflejar resultados del monitoreo de la calidad del aire o de emisiones de la entidad.
- En caso de no poder monitorearse, se deben estimar las emisiones de las calderas, chimeneas, etc., por metodologías establecidas en la literatura técnica. Los cálculos deben abarcar los parámetros establecidos en la norma cubana de calidad del aire y reflejar las concentraciones máximas de contaminantes en los puntos críticos, a fin de valorar las afectaciones potenciales que pueden producirse en los mismos.
- Deben contemplarse los efectos sinérgicos de las fuentes emisoras existentes.
- **EL DIAGNÓSTICO NO ES PARA DECIR QUE LA ENTIDAD NO HACE DETERMINACIONES, MONITOREO, MEDICIONES, CARACTERIZACIONES, ETC.; SU OBJETIVO Y LA RESPONSABILIDAD DE LAS CONSULTORÍAS QUE LO EJECUTAN, ES SUPLIR ESAS CARENCIAS.**

6.7 Ruidos y vibraciones

- Identificar las fuentes emisoras de ruido y vibraciones.

- Reflejar los resultados de las mediciones de los niveles de ruido detectado y su comparación con las normas vigentes, así como la existencia de quejas por las personas expuestas.
- Reflejar medidas tomadas para minimizar los impactos generados por altos niveles de ruidos vibraciones.

6.8 Residuales líquidos

- Caracterización o monitoreo efectuando muestreos representativos. **EL DIAGNÓSTICO NO PUEDE CARECER DE ESTO, CON LA EXCEPCIÓN DE CASOS PUNTUALES QUE POR SUS ESPECIFICIDADES, SEAN AUTORIZADOS POR EL CIGEA (Ej. Descargas de residuales domésticos al alcantarillado municipal). EN CASO DE DUDA, CONSULTAR AL CIGEA.**
- **LAS CARACTERIZACIONES Y MONITOREO NO PUEDEN SER DE 1 ó 2 DÍAS. SE DEBEN REFLEJAR LAS FECHAS DE LAS CAMPAÑAS DE MUESTREO (NO MENOS DE 4), CARACTERÍSTICAS DE LAS MUESTRAS (PUNTUALES, COMPUESTAS, INTEGRADAS) Y ENTIDAD Y LABORATORIO QUE HIZO EL MUESTREO Y ANÁLISIS.** Reflejar caudales, concentraciones y cargas **A PARTIR DE MEDICIONES Y NO DE ESTIMACIONES POR LA METODOLOGÍA VIGENTE. ESTARÁN EXENTAS DE ESTO AQUELLAS ENTIDADES AUTORIZADAS POR EL CIGEA, SEGÚN EL ACÁPITE ANTERIOR.**
- Describir el diagrama de flujo del sistema de tratamiento, así como el estado técnico-constructivo y funcionamiento de sus componentes.
- Describir la disposición final de los efluentes.
- Describir manejo de los lodos y residuos sólidos generados por el tratamiento.

6.9 Residuos sólidos

- Reflejar tipos y cantidades totales generadas en el año en unidades de peso o volumen. **EL DIAGNÓSTICO NO PUEDE CARECER DE ESTO. NO SE ACEPTARÁN DIAGNÓSTICOS EN LOS QUE SE DIGA QUE LA ENTIDAD NO CONTROLA LOS RESIDUOS GENERADOS, PUES EL DIAGNÓSTICO ES PARA DETERMINARLOS.**
- Reflejar las cantidades y naturaleza de los residuos recuperables y no recuperables y su manejo, con especial énfasis en la recogida y disposición final.
- Describir manejo de residuos sólidos y condiciones higiénico-sanitarias en las áreas donde se realiza el mismo.

6.10 Productos químicos, combustibles, lubricantes

- Describir tipos, cantidades existentes o producidas, aplicación y requisitos de usos y prácticas de manejo, incluyendo el cumplimiento de los requisitos y normas de almacenamiento y transporte (existencia de muros de contención; estado general del almacén; condiciones constructivas, de ventilación e iluminación; estado de la cubierta; restricción de acceso).
- Gestión de envases vacíos.
- Ocurrencia de derrames o escapes de estos productos en los últimos tres años. Existencia de procedimientos operativos y disponibilidad de materiales para enfrentar derrames accidentales de aceites, lubricantes y productos químicos. Acciones de remediación de las áreas afectadas previstas o realizadas.
- Disponibilidad de fichas de información de los productos químicos utilizados.
- Existencias de productos químicos ociosos y caducados. Procedimientos para la gestión de los mismos en caso de haberlos.
- Disponibilidad de medios de protección personal para la manipulación de los productos químicos existentes. Conocimiento de los operarios acerca de los riesgos y peligros a los que están expuestos.

6.11 Desechos peligrosos

- Describir tipos y cantidades existentes o producidas, así como procedimientos y prácticas de manejo (recolección, almacenamiento, transporte, tratamiento, disposición final).
- Ocurrencia de derrames, escapes o disposición no planificada de estos desechos en los últimos tres años. Existencia de procedimientos operativos y disponibilidad de materiales y tecnologías para enfrentar estas contingencias. Acciones de remediación de las áreas afectadas previstas o realizadas.
- Disponibilidad de medios de protección personal para su manejo. Conocimiento de los operarios acerca de los riesgos y peligros a los que están expuestos.

6.12 Equipos de refrigeración y climatización

- Reflejar número de equipos y los refrigerantes que utilizan.
- Reflejar estado técnico y prácticas de mantenimiento del equipamiento, incluyendo empresa o personal técnico que lo realiza.
- Política de sustitución del equipamiento que usa Sustancias Agotadoras del Ozono (SAOs).

6.13 Áreas verdes, jardinería o áreas exteriores

- Reflejar especies predominantes, estado de conservación y cuidado.
- Reflejar prácticas de control de plagas y malas hierbas.
- Reflejar tipos de abonos usados.
- Reflejar prácticas de tratamiento fitosanitario.
- Descripción del sistema de riego. Horarios en que éste se efectúa y cumplimiento de las normas establecidas para esta actividad.
- Organización, higiene y estética de las áreas exteriores de la entidad que no son verdes.

6.14 Política de compras y uso de productos, materias primas e insumos

- Reflejar si la entidad tiene una política definida con respecto a la adquisición de productos y tecnologías amigables con el medio ambiente (productos a granel limitando los embalajes y envases; productos biodegradables; productos reciclables; sustitución de materias primas y sustancias químicas tóxicas y corrosivas; tecnologías que reduzcan el consumo de agua, energía, productos y la generación de residuos).
- Reflejar prácticas de almacenamiento de los insumos adquiridos. Cumplimiento de las normas vigentes. Estado constructivo y organizativo de los almacenes. Control de inventarios y rotación de los productos. **NO PONER LISTADOS DE COMPRAS.**

6.15 Condiciones higiénico-sanitarias en general

- Reflejar una valoración general de las condiciones higiénico-sanitarias en las diferentes áreas de la entidad.

6.16 Control de vectores

- Reflejar presencia o ausencia de vectores.
- Reflejar la empresa que realiza el control de éstos y los métodos y productos utilizados.

6.17 Drenaje pluvial

- Describir sistema de drenaje pluvial de las edificaciones y áreas exteriores y hacer una evaluación de su funcionamiento. Referirse a la disposición final de las aguas pluviales recolectadas.

- Reflejar si existen filtraciones en techos y paredes y áreas con mal drenaje, donde se acumule el agua, o si la entidad ha ejecutado acciones que han afectado el drenaje de áreas aledañas a ella.

6.18 Protección e higiene del trabajo, prevención contra incendios y planes de contingencia

- Reflejar y anexar planes de contingencias ante todo tipo de riesgos y las medidas de protección e higiene del trabajo aplicado en la entidad.
- Reflejar los resultados de evaluaciones o auditorías de seguridad y protección realizadas.
- Evaluar el nivel de conocimiento de los planes de contingencia por parte de los trabajadores y la disponibilidad de los medios necesarios para aplicarlos.
- Anexar certificado de la Agencia de Protección contra Incendios (APCI) del nivel de seguridad y protección que posee la entidad.

6.19 Introducción de resultados científico-técnicos e innovación tecnológica

- Inclusión de los problemas ambientales en el banco de problemas de la entidad. Incluir una relación de los principales problemas del banco que tienen incidencia ambiental.
- Reflejar trabajos presentados en los Fóruns de Ciencia y Técnica o la ANIR y su impacto en la mejora del desempeño ambiental de la entidad. **SOLO HACER REFERENCIA A AQUELLOS TRABAJOS QUE TIENEN INCIDENCIA EN EL DESEMPEÑO AMBIENTAL DE LA ENTIDAD.**
- Reflejar soluciones generadas por los trabajadores a problemas de la entidad que tienen incidencia ambiental.

LA UTILIZACIÓN DE BOMBILLOS DE BAJO CONSUMO ENERGÉTICO, DE MUEBLES Y ACCESORIOS AHORRADORES DE AGUA O LAS SUSTITUCIONES DE EQUIPAMIENTO SON SOLUCIONES INVENTADAS Y APLICADAS HACE AÑOS Y NO ES A LO QUE SE REFIERE ESTE PUNTO.

6.20 Promoción de los valores culturales, naturales e históricos nacionales y locales

Vínculos con la comunidad

- Reflejar si la entidad promueve los valores culturales, naturales e históricos nacionales y locales.
- Reflejar si existen convenios de colaboración o intercambio con instituciones del territorio, escuelas, círculos infantiles, instituciones de salud, etc.

- Reflejar si la entidad mantiene y promueve vínculos con la comunidad residente y las autoridades del territorio.

6.21 Educación, información y capacitación ambiental

- Reflejar la existencia de programas de Educación Ambiental. Relacionar las actividades de capacitación de los recursos humanos.
- Reflejar el nivel de conocimiento de la temática ambiental que tienen los trabajadores.
- Reflejar si cada trabajador conoce los impactos ambientales que ocasiona en su puesto de trabajo y sus responsabilidades en esta materia.
- Anexar el programa de capacitación ambiental del año en curso con todas sus actividades, así como las fechas y responsables de las mismas.

6.22 Atención al hombre

- Reflejar condiciones de trabajo del personal, estabilidad y sentido de pertenencia a la entidad.

(NO REFLEJAR LA CALIDAD DE LOS ALMUERZOS O LAS MERIENDAS, LA FRECUENCIA DE LAS MISMAS, LA EXISTENCIA DE TRANSPORTE, LA POSIBILIDAD DE RESERVACIONES POR EL SINDICATO, LA VENTA DE PRODUCTOS Y EN GENERAL ASPECTOS QUE NO TIENEN VÍNCULO DIRECTO CON EL DESEMPEÑO AMBIENTAL DE LA ENTIDAD Y EL RAN).

6.23 Percepción de las autoridades y población circundante sobre el desempeño ambiental de la entidad

- Reflejar las opiniones de las autoridades locales, organizaciones de masas y población residente, sobre el desempeño ambiental de la entidad y la incidencia de sus actividades en el estado del medio ambiente local y la calidad de vida.
- Reflejar si han existido quejas de la comunidad con relación a problemas ambientales generados por la entidad.
- Reflejar si la entidad ha recibido algún reconocimiento nacional, internacional, territorial o sectorial por su desempeño ambiental.

6.24 Playa-zona costera (para entidades localizadas o que desarrollan sus actividades en las mismas)

- Describir estado de la playa y la existencia de erosión.

- Describir las actividades desarrolladas en la zona costera y las medidas tomadas por la entidad para contribuir al manejo integrado y protección de la misma.
- Describir estado de limpieza de la playa o zona costera. Reflejar métodos de limpieza de la playa y entidad a cargo de la misma.

ANEXOS

- Incluir solo la información necesaria y útil a los efectos del Reconocimiento Ambiental. No incluir todos los procedimientos de trabajo, certificados de cursos de especialistas, contratos con otras entidades, manuales de operaciones, etc., documentos que serán revisados por la Autoridad Ambiental durante la visita de verificación.

