

La revisión medio ambiental inicial: herramienta necesaria para determinar el desempeño ambiental en una empresa cubana

The initial environmental revision: A necessary tool to determine the environmental performance in a Cuban enterprise

Autor: MSc. Ing. Lázaro L. Betancourt Pineda.
Ing. Luis A. Pichs Herrera
CIGET, Delegación Territorial del CITMA, Cienfuegos.
E mail: lbetancourt@ciget.perla.inf.cu

Resumen

La tecnología para la realización de una REMA inicial es una herramienta de la Gestión Tecnológica, en particular la Gestión Ambiental Empresarial, que permite a directivos y técnicos de una empresa, vinculados a la actividad medio ambiental, a conocer el desempeño ambiental y su actuación y cumplimiento de la legislación ambiental cubana vigente. El desempeño ambiental de una organización es de creciente importancia para las partes interesadas internas y externas. El logro de un desempeño ambiental razonable requiere de un compromiso de la organización, para un enfoque sistemático y un mejoramiento continuo de su Gestión Ambiental. La posición actual de una organización con respecto al medio ambiente se puede establecer por medio de una Revisión Medio Ambiental inicial y es de hecho el primer paso para la implementación de un Sistema de Gestión Ambiental, así como para el establecimiento de la Estrategia Ambiental de la organización. Con esta tecnología se identifican los aspectos ambientales negativos que generan impactos ambientales significativos, permite su evaluación y medidas para su mitigación.

Abstract

The technology for making a start REMA is a tool of Technology Management, including corporate environmental management, enabling managers and technical employees, related to environmental activities, meet environmental performance and their performance and compliance with existing environmental laws Cuban. The environmental performance of an organization is increasingly important for internal and external stakeholders. Achieving a reasonable environmental performance requires organizational commitment to a systematic approach and continual improvement of its Environmental Management. The current position of an organization with regard to the environment can be established through an initial Environmental Review and is in fact the first step in implementing an Environmental Management System and for the establishment of the Environmental Strategy organization. This technology identifies the negative environmental aspects that generate significant environmental impacts, allow for evaluation and mitigation measures.

Palabras clave: GESTION TECNOLOGICA; LEGISLACION AMBIENTAL CUBANA; GESTION AMBIENTAL; ESTRATEGIAS AMBIENTALES; IMPACTO AMBIENTAL; DESECHOS TOXICOS; PRODUCTOS QUIMICO-TOXICOS

Este trabajo forma parte de la Mesa Redonda "Producción Más Limpia en el quehacer empresarial" del I Congreso de Gestión Ambiental Empresarial de la V Convención Internacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo, La Habana, Cuba, 2005.

INTRODUCCIÓN

En la medida en que crece la preocupación por mantener y mejorar la calidad del medio ambiente y proteger la salud humana, organizaciones de todo tipo están

volviendo cada vez más su atención hacia los impactos potenciales de sus actividades, productos y servicios. El desempeño ambiental de una organización es de creciente importancia para las partes interesadas internas y externas. El logro de un desempeño ambiental razonable requiere de un compromiso de la organización, para un enfoque sistemático y un mejoramiento continuo de su Sistema de Gestión Ambiental (SGA).

La posición actual de una organización con respecto al medio ambiente se puede establecer por medio de una Revisión Medio Ambiental inicial.

Esa revisión inicial puede comprender los puntos siguientes:

- la caracterización del medio ambiente
- la identificación de requisitos legales y regulatorios;
- la identificación de aspectos ambientales de sus actividades, productos o servicios para determinar aquellos que tengan o puedan originar impactos ambientales significativos y responsabilidades;
- la evaluación del desempeño comparado con los criterios internos pertinentes, normas externas, reglamentaciones, códigos de práctica y conjuntos de principios y directrices:
- la consideración de procedimientos y prácticas de gestión ambiental existentes;
- la identificación de políticas y procedimientos existentes referidos a compras y actividades contractuales;
- la retroalimentación a partir de la investigación de incidentes previos de no conformidad;
- las oportunidades de ventajas competitivas;
- los puntos de vistas de las partes interesadas;
- las funciones o actividades de otros sistemas organizativos que puedan facilitar o dificultar el desempeño ambiental.

En todos los casos se debe dar consideración al conjunto total de condiciones operativas, incluyendo posibles incidentes y situaciones de emergencia.

Los procesos y resultados de la revisión ambiental inicial serán documentados y se identificarán las oportunidades para desarrollar un SGA.

La REMA es una valiosa herramienta de la Gestión Ambiental (GA) que permite conocer en forma objetiva la posición actual de una organización con respecto al medio ambiente, lo que la convierte en un elemento primario o punto de partida para el establecimiento de un Sistema de Gestión Medio Ambiental.

El presente trabajo es un instrumento metodológico que recoge la información de un número considerable de normas, guías, resoluciones, metodologías de cálculo, así como de publicaciones, todo en materia de medio ambiente, que permite a cualquier especialista realizar una revisión ambiental de una entidad dada y contar con los elementos básicos para evaluar el comportamiento de la organización con respecto al medio ambiente.

Objetivos generales:

- Determinar las relaciones e interacciones de una organización con el medio ambiente.
- Determinar criterios evaluativos del desempeño ambiental de una organización.
- Proporcionar las herramientas que permitan introducir las mejoras ambientales futuras.

Objetivos específicos:

- Caracterizar el medio ambiente: Biótico, Abiótico y Socioeconómico.
- Revisar la documentación ambiental existente en la organización.
- Identificar los requisitos legislativos y regulatorios aplicables a la organización.
- Revisar y evaluar las diferentes áreas de la organización. Identificar los aspectos ambientales de sus actividades, productos o servicios.
- Revisar y evaluar las principales materias primas y recursos naturales.
- Revisar y evaluar los principales focos de contaminación potencial y latente.
- Identificar las acciones impactantes y los factores impactados.
- Describir y evaluar los impactos ambientales significativos
- Establecer las medidas de mitigación de los impactos ambientales significativos.
- Determinar el Índice de Desempeño Ambiental.

PROCEDIMIENTOS DE LA TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA REVISIÓN MEDIO AMBIENTAL

Para la realización de la REMA se debe tener en cuenta las diferentes fases o etapas que permiten un desarrollo de la misma armónico y adecuado.

Fases de la REMA

Fase previa o pre - revisión: en esta fase se realiza un recorrido general por las diferentes áreas de la instalación y se identifican de primera instancia los problemas medio ambientales generados por los procesos productivos o de servicios en los diferentes medios (agua, suelo, aire, sonoro, etc.) que afectan a nivel local, comunitario, territoriales o nacionales según corresponda. El equipo realiza la selección de las personas que participarán en la evaluación, designando el campo de acción de cada una de ellas, al Jefe de equipo, el cual debe ser nombrado y aprobado previamente por el CTA y el Consejo de Administración de la entidad consultora, distribuye las tareas correspondientes según la especialidad y se organiza la programación (cronograma) de visitas.

Fase de gabinete: analiza la situación en términos teóricos, en ella se recopilan, revisan y analizan todos los documentos existentes en la instalación, con el objetivo de conocer los antecedentes de dicha instalación tales como: licencia de apertura y puesta en marcha, inspecciones realizadas por la administración, análisis efectuados por la institución ramal, la Delegación Provincial del Ministerio Ramal, libro de registros de residuos, documentos de control y seguimiento, planos de la instalación, diagramas de flujo, etc.

Fase de Campo

Consiste en visitar la instalación con el fin de localizar los focos de emisión de contaminación, seleccionar las muestras y realizar los análisis si son previstos según corresponda. Determinar cuáles son los problemas técnicos que impactan sobre el medio ambiente derivado del proceso de producción y/o de servicios y en función de ello, esbozar las líneas de actuación más adecuada para desarrollar las acciones necesarias.

Fase de elaboración de informe: sintetiza y recoge las sugerencias y oportunidades de mejoras para cada una de las revisiones parciales realizadas. Presenta el informe con las conclusiones y recomendaciones.

TECNOLOGÍA

Caracterización del Medio Ambiente:

Objetivo: Recoger brevemente una descripción de la línea base ambiental, valorando el estado actual del medio ambiente y caracterizando el medio ambiente socioeconómico. Todo esto enmarcado en el área de influencia de la entidad y lo que

tenga significación a los efectos del desempeño ambiental de esta, o que la afecte. Se debe valorar en cada caso los siguientes aspectos:

Caracterización del medio ambiente abiótico: Breve descripción sobre la Geología del lugar y geomorfología, así como las características climáticas (temperatura, precipitaciones, humedad y vientos). Calidad del aire. Inventario de las fuentes contaminantes gaseosas, líquidas o de aporte de sedimentos, incluyendo los malos olores. Radio de protección sanitaria. Agua: fuente de abasto, calidad de las aguas de la fuente de abasto, potencial de infiltración, protección natural de las fuentes de abasto. Mar: características físicas, químicas y biológicas de las aguas costeras y marinas, corrientes marinas, dirección y velocidad, mareas, altura, duración y lugar hasta donde penetra en los ríos. Batimetría. Calidad de las aguas marinas y costeras. Ubicación de las fuentes contaminantes y caracterización de las mismas.

Caracterización del medio ambiente biótico: Breve descripción de la situación de la vegetación y los recursos forestales de la zona, localización de especies raras, endémicas o en peligro de extinción, de valor comerciable y susceptible de aprovechamiento. Presencia de ecosistemas frágiles o de alta vulnerabilidad. Especificar áreas protegidas, límites y categorías de manejo. La fauna local o autóctona y/o importada, inventario de la fauna terrestre, acuática y marina.

Caracterización del medio ambiente socioeconómico: se describe de forma breve dentro de la ubicación geográfica donde se encuentran las instalaciones las características de la misma, los procesos productivos y de servicios que realiza, la categoría, plantilla, estructura administrativa y de servicio, nivel cultural medio de los trabajadores, características del área de influencia de la instalación, población, estado de las viviendas, niveles de salud, indicadores económicos de mayor importancia, levantamiento de la base económica de la zona, patrimonio cultural, monumentos y áreas protegidas, áreas de valor históricos y arquitectónicos. Zona costera. Planes de desarrollo perspectivo de la entidad y del área donde se ubica la misma. Percepción de la comunidad sobre la calidad ambiental de la Entidad.

Revisión de la documentación

Objetivo: Conocer, entender e interpretar adecuadamente las actividades que realiza la empresa, así como la documentación, normas requerimientos y procedimientos, para poder identificar los requisitos ambientales que debe cumplir la entidad, particularmente los fijados por la legislación ambiental vigente referidos a los productos y/o servicios de la misma. Identificar los requisitos legislativos y regulatorios aplicables a la organización.

Documentación a revisar:

- Breve reseña histórica de la instalación.
- Descripción del proceso productivo.
- Legislación, normas, regulaciones u otros requerimientos ambientales aplicables.
- Normas de calidad de la materia prima y del producto terminado
- Instrucciones específicas de los puestos de trabajo.
- Manual de Seguridad y Salud del Trabajo.
- Inventario y caracterización de las fuentes contaminantes.
- Normas internas y procedimientos de funcionamiento.
- Plan de contingencias contra accidentes y catástrofes naturales (DC).
- Plan de PCI. (Plan de Extinción, Plan de Alarma, Plan de Evacuación)
- Planes de Liquidación de Averías o Emergencias.
- Plan de mantenimiento especificando los equipos involucrados al medio ambiente.
- Licencias y/o Estudios Ambientales. Licencia Sanitaria, Licencia y o Permiso para la transportación de la materia prima principal y los productos terminados(Licencias de

Seguridad Biológica, Permisos de SB, Licencia de Seguridad Radiológica, Permisos de SR, Licencias y -Permisos de Seguridad Marítima)
-Estrategia Integrada de Ciencia, Innovación Tecnológica y Medio Ambiental, incluida la Estrategia de Educación Ambiental, la de Seguridad Biológica, de Seguridad Radiológica, Seguridad Marítima y Seguridad Industrial para los casos que lo requiera.
-Plan de Manejo de los PQT y los Desechos Peligrosos.
-Gráfico del monitoreo de los efluentes.
-Instrucciones de operación de los sistemas de tratamientos residuales y emisiones a la atmósfera.
-Instrucciones de generación, tratamiento, almacenamiento y disposición final de desechos sólidos. Plan de Manejo de Desechos Sólidos.

Registros de:

denuncias (internas o externas);
incidencias e incidentes ambientales;
Impactos Ambientales Negativos significativos;
resultado de las inspecciones ambientales estatales realizadas;

Modelo 26 A. (inversiones en materia de medio ambiente)
Otros (Diagnóstico y expediente del Perfeccionamiento Empresarial, documentación de Seguridad Marítima, Seguridad del Transporte y Seguridad Industrial, etc.)

Revisión de las áreas

Áreas a evaluar en la REMA.

Las áreas de la organización a incluir en las visitas al terreno son:

- Toda la instalación, incluyendo los laboratorios, almacenes, áreas de mantenimiento, áreas de operación y de prestación de servicios. -Recorrido de todo el área perimetral.
- Descarga de residuales líquidos, sólidos y gaseosos.
- Áreas de almacenamiento y/o procesamiento de las materiales y desechos peligrosos.
- Almacenamiento de residuales (interior/exterior).
- Órganos de tratamiento de residuales.
- Fuentes de abasto de agua.
- Almacenamiento de materias primas.
- Almacenamiento de combustibles.
- Áreas verdes.
- Otras áreas de interés para el equipo.

Los Aspectos Ambientales (A/A) son los elementos de las actividades, productos y/o servicios de la entidad que pueden interactuar con el Medio Ambiente. Los A/A significativos son los que tienen un efecto o impacto ambiental significativo. Estos pueden ser:

- Condiciones materiales.
- Condiciones estructurales. (tupiciones, derrames, filtraciones, techos, paredes, puertas y ventanas)
- Condiciones ambientales laborales. (Iluminación, ventilación, ruido, vibraciones)
- Generación de residuales líquidos.
- Generación de desechos sólidos (DS Generales, DS Peligrosos)
- Emisiones de gases y partículas.
- Vectores.
- Condiciones higiénico sanitarias.

- Condiciones y medios de PHT.
- Documentación.
- Cumplimiento de otros aspectos relacionados con normas y exigencias de la calidad.

Se realiza una matriz con las áreas de la organización evaluando los A/A y se determina las áreas más comprometidas con el Medio Ambiente y los A/A que generan impactos ambientales significativos.

Ejemplo de Elaboración de la matriz para la identificación de las áreas de mayor relación aspecto/impacto.

AREAS DE ACTIVIDAD O PROCESO	RECURSOS			EMISIONES					Materiales peligrosos	Accidentes
	Materia Prima	Agua	Energía	Aire	Agua	Suelo	Ruido	Residuos		
Área 1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	1
Área 2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
Área 1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	1
Área 2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
Área 3	2	2	2	3	2	1	2	3	2	2
Área 4	2	2	2	3	2	1	2	3	2	2
Área 5	1	2	3	3	3	2	2	2	3	3
Área 6	1	1	2	3	2	2	2	2	3	2
Área 7	1	1	2	2	2	2	2	1	2	1
TOTAL	12	12	14	17	14	11	18	14	16	12

1: Importancia baja. 2: Importancia media. 3: Importancia alta
 Adaptado de la Guía Implementación de la Norma NTC ISO 14001, ICONTEC, Colombia. 1998

Se determina el área de más significación desde el punto de vista ambiental y el aspecto de mayor importancia para relacionar aspecto/impacto a tener en cuenta en los pasos siguientes de la REMA.

El ordenamiento anterior permite a la organización determinar cuáles son las áreas que se deben tomar en consideración y qué se debe evaluar detalladamente en cada una de ellas.

Los niveles de importancia podrían calificarse del siguiente modo:

Nivel de importancia	Valor del parámetro	Potencial de riesgo	Impactos ambientales	Exigencias de las partes interesadas
BAJA 1	No existe o se presenta en pequeña cantidad	Ninguno	No	No se manifiestan
MEDIA 2	Existe por debajo del valor límite y en cantidades moderadas	Medio	Limitados	Son reconocibles
ALTA 3	Existe por encima o en la zona del valor límite en grandes cantidades	Alto	Importantes	Se manifiestan

En el análisis de los aspectos ambientales que tienen o pueden tener impactos significativos hay que tomar en consideración que este proceso no es un fin en sí mismo, sino que se debe, concretar sistemáticamente, al final de cada paso dentro del análisis de los aspectos ambientales, la acción que se va a tomar y la prioridad para su ejecución, determinando que medida de mitigación adoptar.

Revisión y Evaluación las principales materias primas y recursos naturales.

En los principales procesos productivos y/o de servicios que se realizan en la instalación se consumen por lo general los siguientes recursos:

Combustibles (líquidos, sólidos y gaseosos).
 Energía eléctrica.
 Agua potable.
 Refrigerantes.
 Materia prima principal y auxiliar.

Combustibles (líquidos, sólidos y gaseosos).
 Todo consumo energético (entiéndase energía eléctrica y combustible) comporta unos impactos medio ambientales, desde la perspectiva de la producción, transporte, almacenaje y consumo final. Estos impactos se incrementan a medida que se consuman más energía. Las actividades o servicios que se prestan en las instalaciones, por el hecho de consumir energía también son fuentes de contaminación.

Por lo tanto es necesario un estudio detenido de los tipos de energía que se consumen en una empresa y operar consecuentemente en dirección a disminuir este consumo. Trabajando en este sentido también se logra disminuir considerablemente la aportación de emisiones contaminantes a la atmósfera y por lo tanto se reduce el impacto ambiental de esto.

En este apartado se realiza la determinación y caracterización de cada tipo de combustible que se utiliza en la institución. Evaluación del consumo. Índices de consumos. Comparación anual del consumo.

Líquidos. Fuel oil, crudo cubano, diesel oil, mezcla fuel – diesel, gasolina y keroseno.

Tipo de combustible.

Característica físico – química fundamentales: C, H, O, N, S, W, A, valor calórico, densidad.

Características peligrosas. (explosividad, inflamable, toxico, nocivo, etc)

Evaluación del consumo: año anterior y año en curso. Plan, real, porciento de cumplimiento. Índice de consumo.

Uso, almacenamiento, bombeo, sistema de calentamiento y sistema de ablandamiento de agua (si cuentan con calderas).

Gaseosos. GLP (propano 30 % - 40 – 45 % butano, el resto pentano e hidrocarburos insaturados). Gas natural (metano 86 %, butano 2.4 %, C₂ H₄ 7.6 %, N₂ 3 %, propano 7 %).

Tipo de combustible.

Característica físico – química fundamentales: valor calórico, densidad.

Características peligrosas. (explosividad, inflamable, toxico, etc).

Evaluación del consumo: año anterior y año en curso. Plan, real, porciento de cumplimiento. Índice de consumo.

Uso, transportación y almacenamiento.

Sólidos. Carbón vegetal, leña (húmeda y seca), Carbón, Petcoke, Antracita, Biomasa cañera, aserrín de madera, otros.

Tipo de combustible.

Característica físico – química fundamentales: C, H, O, N, S, W, A, valor calórico, densidad.

Características peligrosas. (explosividad, inflamable, toxico, etc).

Evaluación del consumo: año anterior y año en curso. Plan, real, porciento de cumplimiento. Índice de consumo.

Uso, transportación y almacenamiento.

Energía eléctrica.

En este apartado se determina y se evalúa el consumo de electricidad de la instalación, se realiza una comparación de los últimos 12 meses (tablas, gráficos, etc).

Sistema eléctrico: recepción, transformación y distribución.

Potencia instalada: relación de equipos de mayor consumo de energía eléctrica.

Evaluación del consumo eléctrico. Índice de consumo. Año anterior y en curso.

Medidas del PAEC.

Plan de ahorro de portadores energéticos.

Agua Potable. En este apartado se determina y se evalúa el consumo de agua de la instalación, se realiza una comparación de los últimos 12 meses (tablas, gráficos, etc). Se realiza la caracterización físico – químico – bacteriológica del agua potable. (a consideración)

Descripción del sistema de recepción, almacenaje y distribución del agua potable.

Fuente de abasto.

Consumo. Índice de consumo. Uso humano e industrial. Balance aproximado del agua que entra y sale de la empresa. Gráfico comparativo de consumo de agua año anterior y año en curso. Evaluación del consumo. (plan, real, porciento de cumplimiento, índice de consumo).

Cumplimiento de NC: 93-03. Requisitos Higiénico Sanitario. (Tanque de

almacenamiento) y (Estación de Bombeo).

Si no se cumplen los criterios de calidad del agua indicado se pueden realizar tratamientos generales a fin de lograr los valores deseados según las NC de agua potable.

Algunos requisitos higiénicos sanitarios necesarios a cumplir para el agua potable son:

Los tanques de abastecimiento de agua serán impermeables, protegidos contra la entrada de insectos y roedores, resistentes a la combustión, incombustibles y capaces de soportar las presiones de diseño a que estarán sometidos; tendrán tapas con las facilidades para su inspección.

La entrada de agua de los tanques que trabajan por gravedad, abastecidos directamente por el sistema público de agua, estará provistos de válvulas flotantes u otras válvulas que eviten el derramamiento.

Los tanques de abastecimiento por gravedad poseerán reboso que descargarán por encima del nivel máximo de agua, situándose a 50 mm de este.

Se prohíbe que sobre los tanques de abastecimiento y sobre las cisternas de agua potable, pasen tuberías que manejen aguas negras o de domicilio.

En los trabajos de reparación y pintura de los tanques de abastecimiento de agua, no se permitirá el uso de materiales que afecten su potabilidad.

Serán instaladas válvulas de control en la línea de abastecimiento de agua, en los tanques, en las tuberías de distribución y contadores de agua. Estas pueden ser del tipo de globo o cuña.

Refrigerantes.

En este apartado se determina y se evalúa el consumo de gases refrigerantes (SAO's) en los equipos de refrigeración de la instalación, se realiza una defectación o caracterización de los gases en dependencia del Potencial de Destrucción de la capa de Ozono (ODP).

1. Descripción del sistema de refrigeración y climatización de la unidad.
2. Descripción de equipos que manipulan los diferentes gases refrigerantes.
3. Tipos de refrigerantes. Características según ODP. Uso. Almacenamiento. Recuperación. Destino final.

Algunos de los refrigerantes más usados internacionalmente y el nivel de afectación al medio ambiente.

Fluido	Tipo	Vida media en años	O.D.P.
R-11	CFC	60	1
R-12	CFC	130	0.95
R-113	CFC	90	0.85
R-114	CFC	200	0.70
R-22	HCFC	15	0.05
R-141b	HCFC	8	0.09
R-134a	CFC	16	0
R-152a	CFC	1.7	0

Nota: O.D.P, Potencial de destrucción de la capa de Ozono

Materia prima principal y auxiliar.

Tipo. Categoría. Procedencia. Verificación de los procedimientos que emplea la

entidad en la selección de la Materia Prima Principal. Verificación documental de la inspección sanitaria. Verificación de los procedimientos (Instrucciones del puesto de trabajo, documentación regulatoria y procedimientos) que emplea la entidad en: transporte, cuidado y control de enfermedades, tipo, frecuencia y cumplimiento de las medidas dejadas por los órganos reguladores, control de cargas contaminadas y/o enferma, verificación de los procedimientos con la carga decomisada, tipos de conservadores químicos (cuales se usan y que normas y/o regulaciones lo certifican), condiciones higiénico sanitarias de los locales de preparación de la materia prima principal, así como de los trabajadores que en estos locales laboran, medios de PHT.

Evaluación de los principales focos de contaminación latentes y potenciales en las instalaciones productivas y/o servicios:

Residuales líquidos (Aguas residuales). Caracterización físico – química y bacteriológica de los residuales. Tipo de tratamiento.

Eficiencia del sistema. Evaluación.

Residuales sólidos. Desechos sólidos inorgánicos (basura). Evaluación de almacenamiento, tratamiento y disposición final.

Desechos sólidos orgánicos susceptibles a la putrefacción. Evaluación de almacenamiento, tratamiento y disposición final.

Desechos peligrosos (nucleares, radioactivos, químico tóxicos, biológicos, etc.) Evaluación de almacenamiento, tratamiento y disposición final.

Residuales gaseosos. Emisiones de gases residuales. Evaluación y caracterización.

Contaminantes sónicos y lumínicos. Determinación de los niveles de ruido y de iluminación.

Productos Químico Tóxicos y Desechos Peligrosos.

Contaminantes de los suelos.

Regulaciones ambientales de los productos terminados. (Control de la calidad)

Aguas residuales

En este apartado se determina y se evalúa el gasto de residuales líquidos de la instalación. Se realiza la caracterización físico – químico – bacteriológica de los residuales líquidos. Se evalúa el sistema de tratamiento de residuales determinando la eficiencia del sistema.

Tipo de sistema de tratamiento de residuales líquidos. Descripción.

Caracterización. NC 27: 1999 de vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado.

Manejo de los residuales. Segregación (producción/generación), transportación, almacenamiento, uso, recolección, tratamiento y disposición final.

Contaminación de aguas superficiales o subterráneas.

Desechos inorgánicos sólidos.

Fuentes. Tipos. Cantidad.

Manejo. Segregación (producción y/o generación), transportación, almacenamiento, uso, recolección, tratamiento y disposición final.

Evaluación de almacenamiento, tratamiento y disposición final. Cumplimiento NC 133, 134, 135 :2002.

Se tiene en cuenta los Requisitos Higiénicos generales del tratamiento y disposición final de desechos sólidos, estos son:

El sistema de tratamiento de los residuos sólidos y su disposición final, será aprobado

por autoridades sanitarias competentes de la localidad.

En los lugares de tratamiento y disposición final de los residuos sólidos, se prohibirá la recuperación manual.

No se permitirá el lanzamiento de desechos sólidos a las masas de agua naturales, ya sea directamente o mediante embarcaciones.

Los vertederos a cielo abierto serán debidamente autorizados por las autoridades sanitarias competentes, cumpliendo con los requisitos sanitarios y de mínima contaminación al entorno. Se realizarán periódicamente controles higiénico-sanitarios con vistas a eliminar vectores y roedores.

Serán separados los residuos sólidos de la construcción para emplearlos como material de relleno.

Los desechos sólidos serán clasificados por su tipo según su naturaleza para el tratamiento adecuado, dividiéndose en orgánicos e inorgánicos.

La incineración se llevará a cabo en hornos crematorios diseñados con este fin. El proceso de incineración se desarrollará cumpliendo con las medidas de protección del medio ambiente que evite la expulsión de partículas y de gases tóxico a la atmósfera.

Los hornos crematorios serán objeto de inspecciones periódicas.

La disposición final de escombros, muebles o utensilios desechados y el resultado de podas, se realizará solamente en aquellos sitios que la autoridad local lo autorice.

Desechos orgánicos susceptibles a la putrefacción.

Evaluación de almacenamiento, tratamiento y disposición final. Cumplimiento NC 133, 134, 135 :2002.

Todo consumo humano desde la perspectiva de producción y consumo genera cierta cantidad de desperdicios susceptibles a la putrefacción. Estos, cuyos constituyentes fundamentales van desde las viandas, legumbres o frutas, hasta restos de grasa, carnes, etc. sufren por sus características un proceso de descomposición donde se liberan olores extremadamente molestos para el hombre, y son una importante fuente de orientación para determinados vectores transmisores de enfermedades (moscas, cucarachas y roedores), que de no ser combatidos a tiempo pudieran invadir otras áreas.

Es por ello que los desechos de esta característica serán objeto de control sanitario para evitar afectaciones del medio ambiente, consistente en la procreación de vectores transmisores de enfermedades, malos olores y otras molestias.

Requisitos de almacenamiento y recolección.

Los desechos sólidos que sean susceptibles de sufrir procesos de putrefacción parcial o total, se almacenarán en recipientes los cuales no serán destinados a otros usos y cumplirán los requisitos siguientes:

Deben ser impermeables

Deben estar libres de agujeros

Deben tener una tapa ajustada

Deben tener agarraderas

Los desechos sólidos que contengan líquidos se escurrirán previamente antes de depositarse en los recipientes

Los recipientes destinados a la recolección de desechos sólidos orgánicos o desperdicios para alimentación animal, se mantendrán tapados y limpios mientras no se usen, serán lavados y desgrasados periódicamente. Los mismos se mantendrán en casetas o locales cerrados, no accesibles a vectores o roedores y otros animales.

Nota : Se considera que para instalaciones industriales o de servicios con más de 150 personas o en instalaciones de alojamiento de más de 50 habitaciones los desechos

sólidos orgánicos serán almacenado en cuartos refrigerados.

Desechos peligrosos (nucleares, radioactivos, químico tóxicos, biológicos, etc.)
Evaluación de almacenamiento, tratamiento y disposición final. Cumplimiento NC 133, 134, 135:2002. Cumplimiento de la Resolución 87/99

En este apartado se revisa todo lo referente la caracterización (identificación) de los DP, su clasificación, tipo de tratamiento, eficiencia del sistema de tratamiento, Plan de Manejo, disposición final, permisos, licencias ambientales, toda la documentación y los procedimientos de actuación con cada uno de los diferentes tipos de DP.
Cumplimiento de la Legislación Ambiental Vigente sobre los DP.

Emisiones de gases residuales. Evaluación y caracterización.

Fuentes. Volumen de gases (ton/a).

Caracterización. Determinación de los volúmenes de gases de combustión, las cantidades de CO₂, SO_x, y NO_x (ton/a) Sistemas de depuración. (Electrofiltros. Sistemas de baterías de ciclones separadores y captadores de partículas sólidas, etc.)

En este apartado se determina el aporte de los gases de combustión: V⁰gc, CO₂, SO_x, y NO_x.

Teniendo en cuenta la metodología presentada por el "Curso de ahorro de energía en instalaciones de Calefacción y Combustión", editado por Generalitat Valencia, España en 1999, donde se presentan determinación de los gases de combustión durante la quema de fuel oil, diesel oil y gas, podemos realizar los cálculos con un margen de error de hasta un 10 % permisible para cálculos ingenieriles.

Datos de interés para los cálculos de los gases:

Coefficiente de exceso de aire (?).

Para la determinación del coeficiente de exceso de aire (?) resulta necesario conocer la composición de los gases de combustión.

$$\alpha = 21 / (21 - O_2) \quad \text{ó} \quad \alpha = RO_2 \text{ Max} / RO_2 \quad \text{ó} \quad \alpha = CO_2 \text{ Max} / CO_2$$

Combustible	CO2 Max (%)
Fuel oil	16.4
Diesel	16.0
GLP	12.0
Carbón vegetal	19.16
Leña	19.4

Normalmente, para distintos tipos de combustibles, el ? se encuentra entre los rangos siguientes:

Sólidos: 1.15 – 1.25

Líquidos: 1.03 – 1.10

Gaseosos: 1.05 – 1.10

Para determinar visualmente el % del CO₂ con un 15 al 20 % de error y aceptable para los cálculos ingenieriles se toman los datos en la siguiente tabla:

Combustible	CO2 (%)	CO2 (%)	CO2 (%)	CO2 (%)	CO2 (%)
	MB	B	R	M	MM

Fuel oil	16	14.09	8.97	6.99	4.63
Diesel	15.62	13.32	11.78	9.10	7.95
GLP	11.98	10.54	9.11	7.67	6.24
Carbón vegetal	18.6	16.56	13.8	10.25	8.74
Leña	18.97	17.01	12.76	10.15	8.21

Factores de conversión para relacionar los portadores energéticos en ton de CE (2002 y 2003, Dirección Provincial del MEP, Cienfuegos)

Portador energético	Lts/ton CE 2002	Ton/ton CE 2002	Lts/ton CE 2003	Ton/ton CE 2003
Electricidad (MW)	-	0.35718	-	0.356294
Crudo nacional	1055.33	0.8903	1173.86	0.9903
Fuel oil	1010.10	0.9903	1010.10	0.9903
Diesel	1179.52	1.0534	1179.52	1.0534
Gasolina: Regular	1354.10	1.0971	1354.10	1.0971
Especial	1357.59	1.0971	1357.59	1.0971
GLP	1025.90	1.1631	1028.60	1.1690
Carbón vegetal	-	0.7379	-	0.76
Leña	-	0.3592	-	0.3592
Bagazo	-	0.2330	-	0.24
Coke	-	0.7870	-	0.7874

1 KWh: 359.784 g FO

1 Ton gasolina: 1.11078 Ton FO

Composición elemental de los combustibles para los cálculos según la metodología del curso Generalitat Valencia.

Combustible	Densidad	C	H	O	N	S
	Kg/M3	%	%	%	%	%
Fuel oil	969.3	84.60	9.70	2.00	1.00	2.70
Gas oil (diesel)	859.2	86.00	11.1	2.10	0.00	0.80
Gas natural	560.0	CH4 86.00	C2H6 7.6	C3H8 2.4	C4H10 1.00	N2 3.00
GLP	525.0	1-5	65-75	35-38	Trazas	Trazas

Los cálculos de las emisiones se pueden realizar con un valor muy aproximado, ya que la combustión del fuel oil, el diesel y el gas es aproximadamente completa. Cosa diferente sucedería con los combustibles sólidos (carbón, petcoke, bagazo, etc.) por lo que no se incluye aquí.

Análisis de la combustión completa del combustible. Datos para el cálculo de las Emisiones Gaseosas. Según "Curso de ahorro de energía en instalaciones de Calefacción y Combustión", editado por Generalitat Valencia, España en 1999.

Combustible	Calidad de la Combustión	CO2	SO2	Vgc totales	Vgc totales	Coeficiente de exceso de aire μ	Densidad Kg/ M3N
		Kg/Kgc	Kg/Kgc	Kg/Kgc	M3N/Kgc		

Fuel oil	Excelente	3.10	0.05	14.80	11.29	1.05	1.311
	Muy Buena	3.10	0.05	16.69	12.75	1.19	1.309
	Buena	3.10	0.05	19.22	14.71	1.38	1.306
	Regular	3.10	0.05	22.76	17.47	1.65	1.303
	Mala	3.10	0.05	28.10	21.61	2.06	1.300
Diesel	Excelente	3.15	0.02	13.59	11.81	1.05	1.303
	Muy Buena	3.15	0.02	17.35	13.33	1.19	1.301
	Buena	3.15	0.02	19.96	15.36	1.38	1.299
	Regular	3.15	0.02	23.64	18.22	1.65	1.298
	Mala	3.15	0.02	29.18	22.52	2.05	1.296
Gas (Gas natural y GLP)	Excelente	2.21	0.00	14.83	11.95	1.05	1.241
	Muy Buena	2.21	0.00	16.66	13.37	1.18	1.246
	Buena	2.21	0.00	19.10	15.27	1.36	1.251
	Regular	2.21	0.00	22.53	17.93	1.62	1.257
	Mala	2.21	0.00	27.70	21.94	2.01	1.262

Aporte de NOx.

Para la medición del NOx se recomienda utilizar el método de los tubos indicadores, donde se hace pasar un volumen de gas de combustión con una velocidad dada a través de columnas con indicadores de permanganato de potasio que reacciona con el NO2 y no con el NO. Utilizar la metodología según lo recomienda la literatura, calcular el % de NOx y comparar con las concentraciones máximas permisibles. De no contar con el equipamiento requerido para las mediciones se calcula con hasta un 25 % de error, donde 0.13 Kg de NOx se corresponden con cada 106 KJ de energía producto de la combustión.

Contaminantes sónicos.

Determinación de los niveles de ruido de las instalaciones. Utilización del Sonómetro. Evaluación según las NC 19 – 01 – 04. Ruido. Requisitos higiénico sanitarios, y la NC 26: 1999. Ruido en zonas habitables.

Las ondas del sonido son fluctuaciones en la presión del aire. Si son audibles para al oído humano se trata de sonido audible. Las fluctuaciones de presión que se producen con el sonido audible son muy bajas.

El máximo nivel sonoro (percentil 99) no excederá los 80 dB (A), medidos en régimen rápido. Los niveles de ruido máximo en locales de trabajo y límites máximos de niveles de ruido establecidos para los vehículos, se encuentran en las tablas No. 7 y 8 respectivamente de los anexos.

Ejemplos de niveles de ruidos: (MINSAP. 1990. CPHE. Cienfuegos).

No.	Fuente de ruidos	dB	mPa
	Crujido de una hoja	10	20 - 200
	Susurro	20	20 000
	Hablando normalmente	60	20 000
	Tráfico intenso	80	200 000
	Grito alto	90	-

	Ronquido	92	-
	Concierto de rock	110	-
	Taladradora	115	20 x 106
	Compresor de aire	118	-
	Despegue de un avión	130	-
	Chillido	120	-
	Disparo	140	-
	Muerte	150 -200	200 x 106

Consejos de mediciones de ruido

A campo libre: Las condiciones de medición son ideales si no hay obstáculos que interfieran en el campo del sonido. A campo de reverberación: en un espacio cerrado habitualmente hay una pared opuesta a la fuente del ruido. Esto refleja un distorsionamiento del resultado medido.

Se recomienda sujetar el instrumento a por lo menos 30 cm, mejor incluso 50 cm de su cuerpo.

Contaminante lumínico

Determinación de la intensidad de la luz de las instalaciones. Utilización del Luxómetro. Evaluación según las NC 19-01-11:81 Sistema de Normas de Protección e Higiene del Trabajo. Iluminación. Requisitos generales higiénico sanitarios y la NC 19-01-19:88 Sistema de Normas de Protección e Higiene del Trabajo. Iluminación de emergencia. Clasificación y requisitos generales.

Ejemplos de Intensidad de la Luz. Equipos de medición TESTO. Norma Alemana DIN 5565. Alemania. 1999.

No.	Fuente de ruidos	lx
	Día soleado de verano al aire libre	100 000
	Cielo nublado en verano	20 000
	Día soleado de invierno al aire libre	10 000
	Día sombrío de invierno	3 000
	Buena iluminación en un lugar de trabajo de precisión	1 000
	Trabajo de tareas simples	100 – 250
	Buena iluminación diaria	40

Productos Químicos Tóxicos y Desechos Peligrosos.

Identificación de los Productos Químicos y Desechos Peligrosos de la Entidad.

Se tienen en cuenta todos los Productos Químicos y Desechos que genera la Entidad, clasificando los PQT y DP según las consideraciones establecidas por: la Resolución No. 159/95, la Resolución No. 87/99 y la Resolución No. 65/99, todas del CITMA. Se identifica el estado del ciclo de vida en que se encuentran estos PQT y DP (producción, generación, importación y/o exportación, transportación, almacenamiento, uso, recolección, tratamiento y disposición final). Fuentes. Plan de Manejo.

Identificación y revisión de los principales problemas existentes a lo largo del ciclo de vida.

En la revisión se tiene en cuenta los principales problemas asociados a la producción, generación, importación y/o exportación, transportación, almacenamiento, uso, recolección, tratamiento y disposición final, según el estado del ciclo de vida del PQT y

el DP identificado, la existencia de una concentración sectorial de problemas con los PQT y los DP, las razones que lo provocan, la cobertura de información existente para apoyar la actividad de gestión y manejo de los PQT y los DP, el conocimiento de la Legislación Ambiental vigente y las normativas de manejo para ambos componentes, el nivel de cumplimiento de los cuerpos legales y normativos existentes, las causas de su incumplimiento, etc.

Contaminantes de los suelos.

Fuente de contaminación. Tipos de contaminantes. Afectaciones del suelo. Cumplimiento de las normas de calidad de suelos. Conocimiento de la Legislación Ambiental vigente y las normativas de manejo de suelos contaminados.

Regulaciones ambientales de los productos terminados. (Control de Calidad)

Cumplimiento de las normas y exigencias de la calidad según lo establecido por el ministerio ramal. Conocimiento de la Legislación Ambiental vigente y las normativas de manejo: Producción, almacenamiento, transportación y destino final.

Identificación de las acciones impactantes y los factores impactados:

Para la evaluación de los impactos ambientales usualmente se utilizan métodos evaluativos matriciales (matrices del tipo Causa:Efecto). Entre las más conocidas están las que se usan en los métodos del CNYRPAB, Bereamo, Sorensen, del Banco Mundial, Holmes, Batelle – Coumbus, Leopold, etc. Para llegar a la EIA se tienen en cuenta las acciones impactantes, que son aquellas susceptibles de producir impactos, tanto durante las etapas de construcción o instalación como en las etapas de explotación o de funcionamiento.

Para la identificación de las acciones se deben diferenciar los elementos del proyecto, del servicio o de la producción que realiza una entidad, atendiendo a los siguientes aspectos:

Acciones que modifican al suelo: Por nuevas ocupaciones y/o por desplazamiento de la población.

Acciones que implican emisión de contaminantes: A la atmósfera, a las aguas terrestres o marinas, al suelo y en forma de residuos sólidos.

Acciones derivadas del almacenamiento de residuos: Dentro del núcleo de la actividad, transporte, vertederos, y almacenes especiales.

Acciones que implican sobreexplotación de recursos: Materias primas, consumos energéticos y consumo del agua.

Acciones que implican subexplotación de recursos: Agropecuarios y faunísticos.

Acciones que actúan sobre el medio biótico: Emigración, disminución y aniquilación.

Acciones que dan lugar al deterioro del paisaje: Topografía y suelo, vegetación, agua, naturalidad y singularidad.

Acciones que repercuten sobre las infraestructuras.

Acciones que modifican el entorno social, económico y cultural.

Acciones derivadas del incumplimiento de la normativa medioambiental vigente y toda la LAV.

Los Factores Ambientales del entorno susceptibles de recibir impactos pertenecen a los siguientes sistemas: Medio Físico y Medio Socio – Económico.

Dentro del Medio Físico se encuentran los siguientes subsistemas: Medio Inerte, Medio Biótico y Medio Perceptual

Dentro del Medio Socio – Económico se encuentran los siguientes subsistemas: Medio Rural, Medio de núcleos habitacionales y Medio Económico y Socio Cultural

Medio Físico:

Medio Inerte o Abiótico

Aire
Agua
Clima
Tierra y Suelo

Medio Biótico

Flora y Fauna

Medio Perceptual

Paisaje
Componentes singulares
Valor testimonial
Recursos Científico Culturales

Medio Socio Económico:

Medio Rural

Recreativo al aire libre
Productivo
Conservación de la naturaleza

Medio de núcleos habitacionales

Estructura de los núcleos
Servicios colectivos
Infraestructura y servicios

Medio socio cultural

Aspectos culturales
Servicios colectivos
Aspectos humanos
Patrimonio histórico y artístico

Medio Económico

Economía y población.

Descripción y evaluación de los impactos ambientales:

Una vez identificados las acciones impactantes y los factores impactados y teniendo en cuenta los resultados de la matriz de relación Aspecto/Impacto por las áreas de la entidad y/o en el proyecto de obra se describen los impactos ambientales significativos que se generan del servicio o producción. Para la evaluación se toma como método la Matriz de Leopold que permite una evaluación considerando criterios ambientales, la cual se encuentra en la "Guía Metodológica de Evaluación de Impacto Ambiental" de Conesa y otros autores (España, 1992).

Matriz de Importancia de Leopold

Naturaleza Impacto	Intensidad (I)
beneficioso (+)	Baja 1
Impacto perjudicial (-)	Media 2
	Alta 4

	Muy Alta 8 Total 12
Extensión (E)	Momento (MO)
Puntual 1 Parcial 2 Extenso 4 Total 8 Crítica + (4)	Largo plazo 1 Medio Plazo 2 Inmediato 4 Crítico +(4)
Persistencia (PE)	Reversibilidad (RV)
Fugaz 1 Temporal 2 Permanente 4	Corto Plazo 1 Medio Plazo 2 Irreversible 4
Sinergia (SI)	Acumulación (AC)
Sin sinergismo 1 Sinérgico 2 Muy sinérgico 4	Simple 1 Acumulativo 4
Efecto (EF)	Periodicidad (PR)
Indirecto 1 Directo 4	Irregular o aperiódico y discontinuo 1 Periódico 2 Continuo 4
Recuperabilidad (MC)	Importancia (Imp)
Recuperable de manera inmediata 1 Recuperable a mediano plazo 2 Mitigable 4 Irrecuperable 8	$Imp = +/- (3 I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$

La importancia del Impacto Ambiental toma los valores entre 13 y 100 puntos. Los impactos con valores menores de 25 se clasifican como: Despreciables, entre 25 y 50: Moderados, entre 50 y 75: Severos y mayores de 75: Críticos.

Establecer las medidas de mitigación de los impactos ambientales significativos:

Como resultado de la EIA se establecen las medidas de mitigación que deben ser definidas para los casos de proyectos nuevos como:

Medidas preventivas: conforman el grupo de medidas tomadas en la fase de localización y diseño del proyecto y están encaminadas a prevenir y disminuir la frecuencia y magnitud de las influencias negativas en el entorno. Esta disminución se logra limitando la intensidad de la acción que lo provoca.

Medidas correctoras: Medidas que mitiguen los efectos derivados de la actividad contemplada, teniendo en cuenta, que dichas medidas no tengan repercusiones negativas en el entorno.

Cuando se realiza una entidad productora de bienes y servicios se establecen las medidas de mitigación que deben ser definidas como:

Medidas internas: uso eficiente de recursos naturales. Manejo adecuado de los residuales generados por la entidad y control de los focos latentes y potenciales de contaminación. Educación y capacitación de los recursos humanos, etc.

Medidas de modificaciones del proceso productivo o actividades de servicios que realice la organización: Medidas que conlleven cambios tecnológicos, del proceso o del servicio, medidas que requieran de sustitución de materiales, etc.

Medidas de aprovechamiento económico de los residuales.

Medidas que se relacionan con las buenas prácticas de manejo y operación: Medidas que involucren a todo el personal, PHT, seguridad, salud, planes de contingencias y de emergencias, etc.

Fase de elaboración de informe:

Se presenta el informe con las respectivas conclusiones y recomendaciones. El equipo de especialistas elaborará un informe final que incluirá:

Evaluación de los problemas ambientales (identificación y evaluación de los impactos negativos).

Cumplimiento de planes, legislación, documentos normativos y política ambiental.

Conclusiones.

Recomendaciones (medidas de mitigación de los impactos ambientales MA).

Recomendaciones de investigación.

Consideraciones generales de la REMA

La entidad estará sometida periódicamente a inspecciones y controles externos de las instancias superiores, del Ministerio ramal, de las Inspecciones Ambientales Estatales realizadas por la UPS (UMA) del CITMA, según lo dispuesto en la Ley No. 81 del MA, Capítulo VI y la Resolución 130/95 de este organismo y está obligada a facilitar la información debidamente actualizada posibilitando el diagnóstico de la situación ambiental y, en general el desarrollo de inspecciones o controles medio ambientales.

La REMA debe tener un apoyo total de la dirección o gerencia de la entidad, de la misma forma el grupo responsable de la gestión y de la revisión ambiental deben depender directamente de la alta dirección con el visto bueno del Consejo Técnico Asesor de la misma.

La realización de la REMA debe estar motivada por:

Conocimiento Gerencial de las responsabilidades ambientales.

Ahorro en el uso de materias primas y en la disminución de desperdicios y/o residuales.

Compromiso Gerencial de ayudar a los operadores en el manejo ambiental de las instalaciones.

Anticipo de los problemas ambientales (carácter preventivo).

Compromiso de corregir un problema ambiental detectado (carácter correctivo).

En cualquiera de los eventos anteriores, la realización de un proceso de revisión ambiental debe ser ordenado y apoyado por el grupo Gerencial de la instalación.

En el análisis de los resultados una vez realizadas las visitas de campo, se deben proceder a tres instancias:

Análisis a nivel del equipo de trabajo de la REMA.

Con los operadores y/o trabajadores de la instalación.
A nivel del grupo Gerencial, que incluye al CTA y al Consejo de Dirección.

Aplicación del Índice de desempeño Ambiental Inicial

Se da respuesta a la guía que permite evaluar el desempeño ambiental de la organización ("Clave para la determinación del Índice de Desempeño Ambiental Inicial"); se evalúa a partir de las preguntas de la mencionada guía. La organización obtiene la calificación de:

Buen desempeño ambiental inicial.

Regular.

Mal desempeño ambiental.

BIBLIOGRAFIA

Betancourt Pineda L. Auditoría Energético Ambiental Hotel "Faro Luna". Metodología para la AMA en instalaciones turísticas. Tesis de opción Master en Ciencias Técnicas. UCF. Cienfuegos. 1997. Inédito

Betancourt Pineda, L. Gallardo Fernández M. Manual para la organización de la actividad de gestión tecnológica. L. Betancourt Pineda. M. Gallardo Fernández. Delegación CITMA Cienfuegos. 1998. Inédito.

Borroto Nordelo, A. Borroto Bermúdez, AJ. Los sistemas energéticos y los costos ambientales CEEMA. Universidad de Cienfuegos. 1999.

Combustión, análisis de gases. Analizador Orsay. Curso de ahorro de energía en instalaciones de calefacción y combustión. Generalitat. Valencia. España. Conesa Fernández V. 2 ed. __Guía metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental/ V. Conesa Fernández. Madrid: Editora Mundi Pesa.1995.

Cuba. Gaceta Oficial de la República de Cuba. Ley No 81 del Medio Ambiente. Habana. julio 1997.

Cuba. Gaceta Oficial de la República de Cuba. Resolución 8/2000. Reglamento General de Seguridad Biológica para las instalaciones en las que se manipulan agentes biológicos y sus productos, organismos y fragmentos de estos con información genética. enero 2000

Cuba. Gaceta Oficial de la República de Cuba. Resolución Conjunta CITMA – MINSAP. Reglamento: Normas básicas de Seguridad Radiológica. Enero 2002.

Cuba. Gaceta Oficial de la República de Cuba. Resolución 76/2000. Reglamento para el otorgamiento de las autorizaciones de seguridad biológica. Julio 2000

Decreto Ley No. 190 de la Seguridad Biológica. CITMA. Enero 1998.

Decreto No. 142/88. Reglamento para el trabajo con sustancias radioactivas y otras fuentes de radiaciones ionizantes. MINSAP.

Diccionario Geográfico de Cienfuegos. Grupo Técnico Asesor en nombres geográficos de la provincia de Cienfuegos. 1993.

Dosimetría y protección Radiológica. Compilado por Eugenio Breijo Martínez. 1989.

Estevan Bolea T. Evaluaciones de Impacto Ambiental. Cuadernos del CIFCA. Madrid (2),140 p. 1987.

Estrategia Ambiental Nacional. CITMA 1997.

Estrategia Ambiental Provincial. UMA CITMA 1998.

Guía de Supervisión. Dirección de supervisión y Auditoría. CITMA. Sección 8. Seguridad Nuclear. Sección 9. Seguridad Biológica. 1ra ed. 1999

Guía para la Implementación de las NC ISO 14 001. Comité técnico de la Normalización de Gestión Ambiental. La Habana, 2000-01-15. Guía Implementación de la Norma NTC ISO 14001, ICONTEC, Colombia. 1998.

Lineamientos básicos para la realización de los Estudios de Impacto Ambiental. AMA. CITMA. 1998.

NC:29/99 Ruido.

NC. XX 2001 de vertimiento de aguas residuales a las costas y aguas marinas. (No aprobada aún).

NC 27: 1999 de vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado.

NC 19-01-11:81 Sistema de Normas de Protección e Higiene del Trabajo. Iluminación. Requisitos generales higiénico- sanitarios.

NC 19-01-19:88 Sistema de Normas de Protección e Higiene del Trabajo. Iluminación de emergencia. Clasificación y requisitos generales.

NC: 33/53. GLP.

NC: 37/99. Atmósfera.

NC: 9302/85. Agua Potable.

NC: 133, 134, 135 Desechos sólidos urbanos. 2002.

NC: 19-01-04/80. Condiciones laborales.

Resolución No. 159/95. PQT. CITMA. Agosto 1995.

Resolución No. 77/99 Evaluación de Impactos Ambientales. CITMA. febrero 1999

Resolución No. 87/99 Desechos Peligrosos. CITMA. Julio 1999.

Resolución No. 38/94 Reglamento Organizativo. Regulación de la seguridad radiológica del radio diagnóstico médico. MINSAP. 1994.

Rodríguez Arias A. Betancourt Pineda L. Estudio y caracterización de los diferentes combustibles sólidos existentes en Cuba.

Conferencia Internacional de Termoenergética Industrial. UCLV. Santa Clara, 1993.

Rodríguez Arias A D. LB Rosabal, PB Martínez. Teoría y práctica de los procesos de combustión. Combustibles sólidos. Editorial Academia. La Habana 2000.

Rodríguez Arias A, LB Rosabal, PB Martines, Betancourt Pineda L. Algunos datos y expresiones de interés para la ingeniería de los combustibles sólidos. Centro de Tecnologías de Combustión. EFNC. 1996.

Sarriá López B. Arsola de la Peña N. Toledo Dorrego A. Disminución del impacto ambiental por la aplicación dual del fuel oil y meollo en las calderas de los ingenios azucareros. 1999. UCf.

Socorro Romero, I. Gestión Ambiental. Manual para la dirección y organización de la producción. MINBAS. 1998.