

Plan de Manejo Ambiental del Laboratorio de Ingeniería Química (LIQ) de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá

Javier Gama Chávez*, Martha Lozano García*, Paulo César Narváez Rincón**, Óscar Javier Suárez Medina**

Environmental Management Plan for the Chemical Engineering Laboratory (LIQ) of the National University of Colombia, Bogotá

RESUMEN

Con el fin de fortalecer el desempeño ambiental del Laboratorio de Ingeniería Química (LIQ), se formuló un Plan de Manejo Ambiental con base en los principios establecidos por la norma ISO 14001. Como primer paso, se propuso la política ambiental; posteriormente, después de una revisión inicial, se identificaron los impactos ambientales significativos relacionados con las actividades que se desarrollan en el laboratorio, los cuales corresponden a acumulación de residuos químicos peligrosos, contaminación del agua por generación de vertimientos y contaminación del aire. A partir de esta identificación, se formularon programas de seguimiento y control de los mismos, así como un programa de divulgación y capacitación, todos con su documentación correspondiente, plasmada en el Plan de Manejo Ambiental propiamente dicho y en el *Manual de procedimientos ambientales*.

PALABRAS CLAVES

Plan de Manejo Ambiental, gestión ambiental, norma ISO 14001, Laboratorio de Ingeniería Química.

ABSTRACT

An Environmental Management Plan was formulated with the objective of improving the environmental performance of the Chemical Engineering Laboratory (LIQ). The plan was supported on the principles established by the ISO 14001 standard. In a first step, an environmental policy was proposed. Next, by means of an initial review of the laboratory, the most significant impacts related to the activities developed in the Laboratory were identified: dangerous chemical wastes accumulation, water contamination by effusions generation and air contamination. These impacts were the base for formulating following and control programs, furthermore, a training and communication program was done. All the programs, including the required documents and procedures, were published in the Environmental Management Plan and the *Environmental Procedures Manual*.

KEYWORDS

Environmental Management Plan, environmental management, ISO 14001 Standard, Chemical Engineering Laboratory.

* Ingeniero químico egresado del Departamento de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de Colombia.

** Ingeniero químico, magíster en ingeniería química, profesor del Departamento de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de Colombia.

INTRODUCCIÓN

La Universidad Nacional de Colombia se ha sumado a los esfuerzos de protección de los recursos naturales mediante la adopción de políticas ambientales, la creación de organismos encargados de formular e implementar sistemas de gestión ambiental y la incorporación de la temática ambiental en la formación profesional.

El Departamento de Ingeniería Química, por su parte, tiene el compromiso de formar ingenieros conscientes del cuidado del medio ambiente, que diseñen, construyan y modifiquen procesos de modo ambientalmente sostenible. El Laboratorio de Ingeniería Química es un medio para materializar este compromiso a través del manejo ambiental integral de sus recursos y actividades, constituyéndose en un ejemplo para la comunidad universitaria y la sociedad en general.

En este orden de ideas, el Laboratorio de Ingeniería Química pretende mejorar su desempeño por medio de un Plan de Manejo Ambiental en el que se tomen las medidas necesarias para controlar o mitigar los impactos ambientales que surgen de su funcionamiento, involucrando a todos los organismos relacionados con sus actividades e integrando los trabajos y proyectos previos relacionados con la temática.

MARCO TEÓRICO

Un Plan de Manejo Ambiental (PMA) es un conjunto articulado de estrategias encaminadas a establecer un proceso estructurado y dinámico de acción, control y mejoramiento de las actividades de una organización, con base en el planteamiento de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA). Éste “establece las acciones que se requieren para prevenir, mitigar, controlar, compensar y corregir los posibles impactos ambientales negativos que puedan ocurrir en el desarrollo de un proyecto, obra o actividad, e incluye adicionalmente los planes de seguimiento, evaluación y monitoreo del cumplimiento de las acciones referidas y las de contingencia” [6].

El SGA en el que se estructuró el PMA es el propuesto por la norma NTC-ISO 14001, el cual establece los requisitos que permiten, a cualquier tipo de organización, formular políticas y objetivos, teniendo en cuenta

los requisitos legales y la información sobre los impactos ambientales significativos [1], [3].

Los requisitos establecidos por la norma se describen en cinco principios fundamentales:

- *Principio 1. Política y compromiso.* Contempla la formulación de la política ambiental de la organización, en la cual se refleje su compromiso frente al cuidado del medio ambiente, mejoramiento de su desempeño ambiental, cumplimiento de la normatividad existente y prevención de la contaminación.
- *Principio 2. Planificación.* Corresponde a la identificación de los aspectos e impactos ambientales y los requisitos legales involucrados, los cuales, junto con sus opciones tecnológicas, requisitos financieros y puntos de vista de las partes interesadas, constituyen la base para el establecimiento de los objetivos y metas ambientales cuyo cumplimiento se garantiza por medio de la formulación de programas de gestión ambiental, los cuales deben incluir la designación de responsabilidades, así como los medios y plazos para lograr las metas establecidas, todo dentro del marco de compromiso adquirido en la política ambiental.
- *Principio 3. Implementación y operación.* Promueve la designación de funciones y responsabilidades al personal que conforma la organización, relacionadas con el cumplimiento de los objetivos y metas propuestos, para lo cual es indispensable contar con los recursos para la implementación y control del SGA. Igualmente, plantea la importancia de la capacitación, entrenamiento y competencia del personal, al igual que el manejo y control de la información y documentación. También establece la necesidad de realizar un control operacional de las actividades desarrolladas y contar con procedimientos de respuesta ante emergencias y accidentes.
- *Principio 4. Verificación y acción correctiva.* Establece la necesidad de efectuar un monitoreo y medición de los parámetros que permiten evaluar los impactos ambientales, con el fin de determinar inconformidades y plantear las acciones correctivas y preventivas, si fuera necesario. Además, se requiere realizar una auditoría al SGA, con el objeto de evaluar el cumplimiento de los compromisos adquiridos y el avance de las gestiones.

- *Principio 5. Revisión por la gerencia.* Considera que la alta gerencia de la organización debe revisar el SGA con el fin de garantizar su continua aptitud, adecuación y eficacia, y así identificar la necesidad de modificar la política, los objetivos y demás elementos involucrados.

ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

El PMA contempla el desarrollo de los principios 1 y 2 de la norma NTC-ISO 14001, e importantes avances en la estructuración y desarrollo del principio 3.

FORMULACIÓN DE LA POLÍTICA AMBIENTAL

Como parte fundamental del desarrollo del PMA del laboratorio se formuló una política ambiental, aprobada por el director del Departamento de Ingeniería Química y el jefe del laboratorio el 7 de abril de 2003 [4].

Política ambiental del Laboratorio de Ingeniería Química (LIQ)

El Laboratorio de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, como parte del primer centro de educación superior del país, tiene como objetivo principal en el campo ambiental procurar y promover la preservación de todos los elementos ambientales relacionados con las actividades desarrolladas en él. Para el cumplimiento de este objetivo, contempla:

- Promover la capacitación y concientización del personal relacionado con el laboratorio en los aspectos concernientes a la preservación ambiental, con el fin de establecer y mejorar las buenas prácticas ambientales durante el desarrollo de las actividades del laboratorio.
- Fomentar el uso racional de los recursos con los que cuenta el laboratorio (reactivos y recursos energéticos e hídricos).
- Dar cumplimiento a las regulaciones y leyes ambientales que tengan relación con el desarrollo de las actividades del laboratorio.

- Dar un manejo adecuado a los residuos sólidos y líquidos, así como a las emisiones gaseosas resultantes de las actividades del laboratorio.
- Efectuar seguimiento a los objetivos y metas propuestos, con el fin de garantizar el mejoramiento continuo de la gestión ambiental.
- Conducir y apoyar proyectos con fines ambientales, para aplicar sus resultados en el control de los impactos ambientales generados por las actividades que se desarrollan en el laboratorio.

REVISIÓN INICIAL

En octubre de 2002 se realizó la evaluación del estado del laboratorio con el propósito de identificar la influencia que tienen sus actividades sobre el medio ambiente, reconociendo las fortalezas y posibles debilidades en lo referente al manejo ambiental. Esta revisión se efectuó mediante la consulta de documentación, visita a las instalaciones, medición de algunos parámetros fundamentales y entrevistas con el personal relacionado con el laboratorio. Se consideraron aspectos como instalaciones, capacitación, actividades desarrolladas y su incidencia sobre el medio ambiente, tipo y cantidad de residuos generados (sólidos, líquidos y emisiones gaseosas) y manejo actual de los mismos, documentación correspondiente a cada uno de los laboratorios (fichas técnicas y de seguridad, reportes de actividades, sustancias manejadas, residuos generados y otros) y requisitos legales [4].

EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN AMBIENTAL DEL LIQ

Con base en la revisión inicial efectuada en el Laboratorio, se identificaron los siguientes aspectos principales [4]:

Descripción del laboratorio

El Laboratorio de Ingeniería Química cuenta con un área total de 2008,17 m², distribuida en dos plantas, en las que se encuentran las siguientes instalaciones:

- *Primer piso:* Laboratorios de Catálisis - Electroquímica y Corrosión, Termodinámica, Instrumental,

Polímeros, Combustibles y Lubricantes, Ingeniería Bioquímica A, Sala de Simulación y Automatización de Procesos, Planta Piloto, cuarto de calderas y compresores; cuartos de reactivos principales (dos), almacén y patio.

- Segundo piso: Sala de Diseño y Análisis de Procesos, oficinas docentes (siete), oficinas administrativas (una), aulas de posgrado (dos) y Laboratorio de Ingeniería Bioquímica B.

En la figura 1 se presenta un esquema general de la primera planta del laboratorio.

Capacitación

En cuanto a la capacitación recibida por el personal que trabaja o que hace uso de los laboratorios, como estu-

diantes, profesores y laboratoristas, se identificaron deficiencias en la divulgación de las acciones tomadas por la dirección del laboratorio, referentes al manejo ambiental y la seguridad industrial.

Seguridad industrial

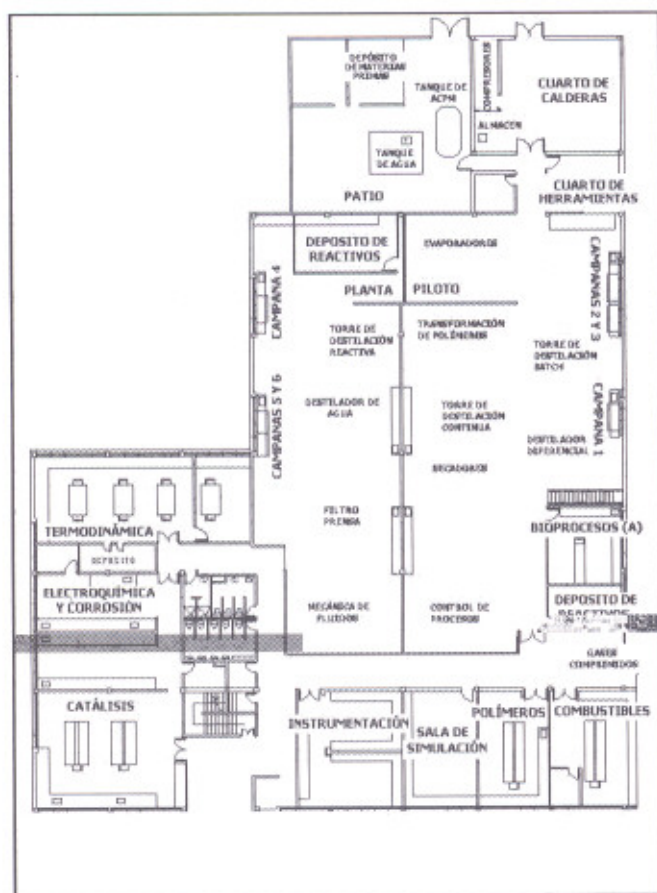
El laboratorio cuenta con el Panorama de Factores de Riesgo, desarrollado en proyectos de grado [5],[7], establecido de acuerdo con los lineamientos de la Guía Técnica Colombiana GTC 45, en donde se identificaron, ubicaron y valoraron los riesgos existentes en los lugares de trabajo, la evaluación de sus posibles consecuencias, el análisis de la población expuesta y los métodos de control desde el punto de vista de higiene y seguridad industrial. Igualmente se desarrolló el Plan de Emergencias para el Laboratorio de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de Colombia y se realizaron la respectiva señalización del laboratorio y la instalación de sistemas de control de accidentes como extintores, duchas y lavaojos.

Residuos peligrosos

El manejo de residuos peligrosos estaba basado en disposiciones establecidas por la jefatura del laboratorio con la colaboración del grupo UN - Ambiente, en el año 2001, donde se estipularon la clasificación y las zonas de recolección de estos residuos, así como el procedimiento general para su disposición.

La clasificación para los residuos y el procedimiento de disposición establecidos ha traído un progreso significativo en el desempeño ambiental del laboratorio, mejorando la calidad de los vertimientos generados, previniendo derrames y accidentes, y mejorando la apariencia de los espacios. Sin embargo, se observó que esta clasificación no abarca la totalidad de las sustancias manejadas y el procedimiento establecido no se está ejecutando a cabalidad, lo que se refleja en que muchos residuos se almacenaban en condiciones inapropiadas; es decir, en sitios diferentes de los puntos de acopio y en recipientes inadecuados para tal fin, sin rotular o sin tapar; tampoco hay información sobre las características de los residuos, ni instrucciones o cuidados que se deben tener en su manipulación.

Figura 1. Primera planta del Laboratorio de Ingeniería Química (LIQ)



Fuente: [4].

REQUISITOS LEGALES

Con el fin de determinar la normatividad que regula la incidencia que tienen las actividades sobre el medio ambiente, se planteó el Procedimiento para la Identificación de los Requisitos Legales y Otros [4], con el cual se efectuó la consulta de la normatividad expedida por las entidades reguladoras, Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente (Dama) y Ministerio del Medio Ambiente, teniendo en cuenta las regulaciones tanto generales como específicas, referentes a suelo, agua y aire.

IDENTIFICACIÓN DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES

Con el fin de evaluar el desempeño ambiental global del laboratorio se identificaron los aspectos e impactos ambientales reales o potenciales relacionados con cada una de las actividades desarrolladas en el laboratorio, con el objetivo de evaluar su incidencia sobre el medio ambiente y establecer las acciones preventivas, correctivas o de seguimiento requeridas. Para esto se formuló el Procedimiento para la Identificación de Aspectos e Impactos Ambientales y su Priorización [4], el cual contempla los siguientes pasos:

- a) Listado de actividades.
- b) Identificación de aspectos ambientales.
- c) Determinación de impactos ambientales.
- d) Recolección de información. Se recolectó información adicional referente a:
 - *Tipo y cantidad de residuos químicos generados por semestre.* Para esto se consultaron guías de laboratorio, registros de prácticas estandarizadas, entrevistas con laboratoristas, registros de evaluación de residuos y órdenes de trabajo.
 - *Calidad de vertimientos.* El análisis se basó en los estudios realizados durante el desarrollo de proyectos de grado previos [2],[8] y su comparación con la normatividad legal vigente (Resolución 1074 de 1997 emitida por el Dama), donde se identificó que las concentraciones de las sustancias vertidas se encuentran dentro de los límites establecidos.
 - *Emisiones atmosféricas.* La principal emisión está constituida por los gases de combustión de la

caldera, que son descargados al ambiente por medio de una chimenea en forma de codo con descarga de gases a una altura aproximada de cuatro metros, de la cual se valoró la calidad de sus emisiones por medio de un analizador de gases de combustión marca Bacharach modelo 300, que proporciona las concentraciones de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y dióxido de azufre, y se compararon con el artículo 13 de la Resolución 391 de 2001 del Dama, que establece las concentraciones límite para los contaminantes, determinándose el cumplimiento de la normatividad relacionada con la concentración de los contaminantes medidos; igualmente se analizó la altura de la chimenea, estableciéndose la necesidad de modificar la forma y altura de la misma.

- e) Determinación de la significancia de los impactos ambientales. Para determinar la significancia, que corresponde a la evaluación cuantitativa de la importancia del impacto ambiental, se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:
 - *Influencia sobre la salud humana.* Relacionado con las consecuencias del impacto sobre la salud humana.
 - *Severidad.* Refleja el grado de incidencia del impacto en el ambiente, es decir, el grado de alteración que produce en las variables ambientales.
 - *Duración.* Indica el tiempo que dura el impacto.
 - *Extensión.* Refleja el grado de cobertura del impacto en el sentido de su propagación espacial.
 - *Leyes o regulaciones.* Muestra la existencia de leyes o regulaciones relacionadas con el impacto.
 - *Frecuencia.* Refleja el grado de probabilidad de ocurrencia del impacto.
 - Cada uno de estos criterios tiene una escala de calificación de acuerdo con parámetros establecidos para cada uno de éstos, con valores de 1, 2 o 3, con excepción de la frecuencia, que toma valores de 0, 1, 0,5 y 1.

Una vez calificados los criterios para cada uno de los impactos identificados, se realiza la determinación de la prioridad utilizando la siguiente expresión:

$PRIORIDAD = (ISH + SEV + DUR + EXT + LR) \cdot FRE$

donde:

- ISH: Calificación del criterio influencia sobre la salud humana
- SEV: Calificación del criterio severidad
- DUR: Calificación del criterio duración
- EXT: Calificación del criterio extensión
- LR: Calificación del criterio leyes o regulaciones
- FRE: Calificación del criterio frecuencia

Se definió una escala de significancia (tabla 1), de acuerdo con la prioridad calculada, donde:

Tabla 1. Niveles de significancia

Proridad	Significancia	Acción o seguimiento
Menor que 5	Baja	- No requiere medidas a corto plazo - Se recomienda revisión a futuro
Entre 5 y 9.9	Media	- Verificar medidas existentes - Modificar o implementar medidas en el futuro próximo
Mayor que 10	Alta	- A corto plazo

Fuente: [4]

A continuación se presenta un ejemplo de la determinación de la significancia de un impacto ambiental.

Laboratorio: Catálisis - Electroquímica y Corrosión

Tabla 2. Valoración de impactos. Ejemplo

Criterio	Magnitud	Calificación	Significado
Influencia sobre la salud humana	Grave	3	El impacto puede tener graves consecuencias sobre la salud humana, tales como producir daños permanentes o de difícil tratamiento por cortas exposiciones al mismo. Puede requerir tratamiento médico inmediato.
Severidad	Alta	3	El impacto puede tener efectos ambientales elevados. Fuerte alteración de una o más variables ambientales, capaz de poner en grave riesgo el medio ambiente, causar accidentes graves o producir grandes pérdidas económicas.
Duración	Largo plazo	3	El impacto se manifiesta a largo plazo, más de 24 horas después de finalizada la actividad.
Extensión	Amplia	3	El área afectada sobrepasa los límites del Laboratorio de Ingeniería Química.
Leyes o regulaciones	Generales	2	Existen leyes o regulaciones generales relacionadas con el impacto.
Frecuencia	Cierto	1	El impacto ocurre una o más veces por semana.
Prioridad		14	
Significancia		Alta	

Fuente: [4].

- Actividad: Prácticas estudiantiles y ensayos para la industria
- Aspecto ambiental: Generación de residuos líquidos peligrosos
- Impacto ambiental: Acumulación de residuos líquidos peligrosos

En la tabla 2 se muestran la calificación de cada uno de los criterios evaluadores, la prioridad y la significancia de este impacto.

- f) Priorización de los impactos ambientales significativos:
- De acuerdo con los resultados de la fase anterior, los impactos ambientales (actuales o potenciales) más importantes generados en el laboratorio son:
- Acumulación de residuos líquidos peligrosos.
 - Acumulación de residuos sólidos peligrosos.
 - Contaminación del agua (vertimientos).
 - Contaminación del aire (sustancias gaseosas, volátiles, material particulado, olores, u otros).

OBJETIVOS Y METAS AMBIENTALES

Con base en la revisión inicial del laboratorio, los impactos ambientales significativos identificados, así como en el marco de compromiso de la política ambiental, se plantearon los objetivos y metas que buscan evitar, con-

trolar o mitigar tales impactos, generando un procedimiento documentado para esta tarea [4].

PROGRAMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL

Para alcanzar los objetivos y metas, se formularon programas de gestión ambiental, que corresponden a un conjunto de acciones específicas que ayudan a la organización a mejorar su desempeño ambiental. Los programas formulados [4] contemplan aspectos generales referentes a:

- Actividades que hay que desarrollar y responsables de cada una de éstas.
- Recursos: humanos, físicos y económicos.
- Documentación de referencia.
- Procedimiento.
- Consideraciones generales.
- Control de documentos.
- Indicadores.

Programa de manejo de residuos químicos

Impacto ambiental significativo

Acumulación de residuos químicos (líquidos y sólidos).

Objetivo. Contar con un sistema documentado para el manejo adecuado de los residuos químicos generados en el Laboratorio de Ingeniería Química.

Metas. Son básicamente, dos:

- Formular un sistema documentado para el manejo adecuado de residuos químicos, incluyendo una clasificación de residuos que tenga en cuenta las sustancias manipuladas en el laboratorio, los procedimientos de manejo y disposición y la infraestructura requerida. Este sistema debe estar listo para comienzos del primer período académico de 2004.
- Realizar una autorregulación de las concentraciones de los contaminantes de los vertimientos, lo que aseguraría el cumplimiento de las normas vigentes.

Desarrollo del programa.

Implementación

Clasificación de residuos químicos

Se estableció una nueva clasificación de residuos químicos, basada en regulaciones y estándares nacionales e internacionales para el manejo y clasificación de sustancias peligrosas, como Cretip, Convenio de Basilea, Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (Cepis), Catálogo Europeo de Residuos

Tabla 3. Clasificación de residuos químicos

Código	Clasificación	Peligrosidad
00	Residuos Químicos no Peligrosos	No Peligrosos
01	Residuos de Soluciones Acuosa de Ácido Sulfúrico	Corrosivos Ácidos
02	Residuos de Soluciones Acuosa de Ácido Nítrico	Corrosivos Ácidos
03	Residuos de Soluciones Acuosa de Ácido Clorhídrico	Corrosivos Ácidos
04	Residuos de Soluciones Acuosa Básicas Inorgánicas	Corrosivos Básicos
05	Residuos de Otras Soluciones Inorgánicas (que no contienen metales pesados)	Tóxicos Corrosivos
06	Residuos que Contienen Cianuros	Tóxicos
07	Residuos de Metales Pesados	Tóxicos
08	Residuos de Compuestos Orgánicos en Fase Acuosa	Tóxicos - Inflamables - Combustibles
09	Residuos de Compuestos Orgánicos no Halogenados en Fase Orgánica	Tóxicos - Combustibles - Inflamables
10	Residuos de Compuestos Orgánicos Halogenados	Tóxicos
11	Residuos de Grasas y Aceites Naturales	Combustibles
12	Residuos de Combustibles y Lubricantes	Combustibles - Inflamables
13	Residuos Sólidos Orgánicos / Inorgánicos	Tóxicos - Combustibles
14	Residuos de Carácter Biológico	Nocivo
15	Residuos de Monómeros	Reactivos - Tóxicos
16	Residuos Peligrosos Especiales	Tóxicos - Explosivos - Reactivos

Fuente: [4].

(CER) y la Resolución 2309 de 1986 del Ministerio de Salud.

La clasificación consta de 16 categorías, establecidas de acuerdo con las sustancias manipuladas en el laboratorio, incompatibilidades, peligrosidad y posibles tratamientos o métodos de disposición (tabla 3).

Almacenamiento y manipulación de residuos

Se establecieron puntos de acopio temporal en cada laboratorio, con los recipientes correspondientes a las categorías requeridas de acuerdo con las sustancias manipuladas en cada uno de éstos. También se fijó un punto central de acopio, a donde se trasladan periódicamente los residuos de cada laboratorio.

Así mismo, se estableció el Procedimiento para el Manejo Adecuado de Residuos Químicos, que incluye la forma apropiada de manipulación y almacenamiento, así como la documentación necesaria para ejercer control sobre la cantidad y calidad de residuos generados, al igual que algunas recomendaciones para disminuir la cantidad de residuos producidos.

Programa de seguimiento de vertimientos

Impacto ambiental significativo

Contaminación del agua por generación de vertimientos

Objetivo. Planificar el programa de seguimiento de los vertimientos generados en el Laboratorio de Ingeniería Química, con el fin de ajustar todos los procesos que se desarrollan en sus instalaciones y disminuir al máximo la emisión de contaminantes en los vertimientos; además valorar el cumplimiento de la normatividad vigente a través de los informes de dichas valoraciones.

Meta. Implementar un procedimiento para la revisión anual de la calidad de los vertimientos provenientes del laboratorio, de acuerdo con los parámetros establecidos en la Resolución 1074 del 28 de octubre de 1997, iniciando la implementación a partir del año 2003.

Desarrollo del programa.

Implementación

Para el logro del objetivo y la meta ambiental se planteó el Procedimiento para Toma y Evaluación de Muestras de los Vertimientos, en el que se indican los puntos de muestreo, la forma de realizarlo, los ensayos requeridos, el análisis de resultados y un plan de contingencia, en caso de que las concentraciones de contaminantes excedan las permitidas por la ley, así como la documentación correspondiente para cada etapa.

Programa para adecuar la altura del desfogue de la chimenea de las calderas y seguimiento de las emisiones a la atmósfera

Impacto ambiental significativo

Contaminación del aire (sustancias gaseosas, volátiles, material particulado, olores u otros).

Objetivo. Adecuar el desfogue de las calderas del Laboratorio de Ingeniería Química y realizar el seguimiento de sus emisiones de acuerdo con los requerimientos de la Resolución 391 de 2001, emitida por el Dama.

Metas. Las metas son las siguientes:

- Aumentar la altura del punto de descarga de las calderas hasta 15 m, antes del inicio de labores del primer semestre de 2004.
- Implementar un procedimiento para hacer el seguimiento de la calidad de las emisiones de las calderas.

Desarrollo del programa.

Implementación

Se planteó y desarrolló el Procedimiento para la Medición de las Emisiones de la Caldera, que permite realizar una evaluación periódica de la calidad de las emisiones e, indirectamente, el estado de la caldera. Además se planteó la modificación de la altura del punto de descarga de la caldera, la cual será de quince metros, en forma vertical, de acuerdo con lo establecido en el Decreto 02 de 1982, emitido por el Ministerio de Salud. No se siguieron los requisitos establecidos en la Resolución 391 expedida por el Dama, puesto que ésta se encuentra en revisión.

Programa de capacitación y divulgación

Objetivo. Dar a conocer a las personas relacionadas con el laboratorio la gestión ambiental que se está efectuando, para obtener el compromiso con la política, objetivos y metas ambientales.

Metas. Estas son:

- Establecer comunicaciones escritas (afiches, plegables, formatos, etc.) que faciliten la divulgación del Plan de Manejo Ambiental.
- Planificar charlas informativas sobre la gestión ambiental realizada en el laboratorio.

Desarrollo del programa. Implementación

Para dar a conocer el Plan de Manejo Ambiental se elaboraron afiches y plegables en los que se plasmaron la política ambiental, la clasificación y el procedimiento de manejo de residuos químicos. Por otra parte, se estructuraron y dictaron charlas informativas con participación de estudiantes, laboratoristas y profesores.

COMITÉ DE CONTROL AMBIENTAL

Se estructuró un Comité de Control Ambiental encargado de la ejecución y seguimiento de los programas y de los demás requerimientos del Sistema de Gestión Ambiental del laboratorio, estipulándose sus integrantes, funciones y responsabilidades.

CONCLUSIONES

- Las actividades llevadas a cabo hasta el momento por la jefatura del laboratorio, tendientes a mitigar y prevenir los impactos ambientales, han mejorado considerablemente el desempeño ambiental del laboratorio en cuanto a calidad de vertimientos y manejo de residuos y reactivos.
- Actualmente el laboratorio cumple con la legislación referente a calidad de vertimientos y emisiones atmosféricas, excepto por la forma y altura del desfogue de las calderas.
- Se formuló la Política Ambiental del Laboratorio, la cual fue revisada y aprobada por la dirección del De-

partamento de Ingeniería Química y la jefatura del LIQ.

- Se identificaron los impactos ambientales significativos del laboratorio, que corresponden a acumulación de residuos químicos líquidos y sólidos, contaminación del agua y contaminación del aire.
- Se propusieron programas para el control o seguimiento de cada impacto significativo, incluyéndose actividades por desarrollar, procedimientos y documentación necesaria, así como un programa de divulgación y capacitación.
- Se creó el *Manual de procedimientos ambientales*, de acuerdo con las especificaciones establecidas en el *Manual de calidad del laboratorio*, en el que se indica la forma de llevar a cabo las acciones relacionadas con los programas de gestión y se establecen los documentos que soportan el Plan de Manejo Ambiental.
- Se planteó un PMA, siguiendo el Sistema de Gestión Ambiental establecido por la norma ISO 14001, desarrollándose dos principios (política y compromiso, y planificación), y realizando importantes avances de un tercero (implementación).

BIBLIOGRAFÍA

1. Convenio Instituto Colombiano de Normas Técnicas - Universidad Santo Tomás. Especialización en Administración y Gerencia de Sistemas de Calidad. Material de Trabajo. Gestión Ambiental. Bogotá, 2002.
2. Grajales, D., "Estudio de caracterización y tratabilidad de las aguas residuales de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá", trabajo de grado en desarrollo presentado a la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, para optar al grado de magister en ingeniería ambiental con énfasis en sanitaria, 2003.
3. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, NTC - ISO 14001, "Sistema de Administración Ambiental. Especificaciones con guía para uso", 1996.
4. Lozano, M. y Gama, J., "Elaboración del Plan de Manejo Ambiental para el Laboratorio de Ingeniería Química (LIQ) de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá", trabajo de grado presentado a la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, para optar al grado de ingeniero químico, 2003.
5. Martínez, J., "Elaboración del panorama de factores de riesgo y el plan de emergencia para el Laboratorio de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de Colombia", trabajo de grado presentado a

- la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, para optar al grado de ingeniero químico, 2001.
6. Ministerio del Medio Ambiente, Resolución 222 del 28 de febrero de 2000.
 7. Pineda, N., "Metodología para implementar sistemas de higiene y seguridad industrial en el Laboratorio de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de Colombia", trabajo de grado presentado a la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, para optar al grado de ingeniero químico, 1998.
 8. Pinzón, L., "Diagnóstico y tratamiento de los vertimientos del Laboratorio de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de Colombia, seccional Bogotá", trabajo de grado presentado a la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, para optar al grado de ingeniero químico, 2000.