

# **Instituto Tecnológico de Costa Rica**

## **Escuela de Química**

Proyecto final de graduación para optar por el grado de licenciatura  
en Ingeniería Ambiental

***“Diseño de un Sistema de Gestión de Inventario  
para optimizar el manejo de las sustancias y  
residuos químicos de los laboratorios del  
Instituto Tecnológico de Costa Rica”***

Realizado por:

**Luis Daniel Solano Solano**

**Carné: 200526127**

Cartago Abril, 2012

# **Diseño de un Sistema de Gestión de Inventario para optimizar el manejo de las sustancias y residuos químicos de los laboratorios del Instituto Tecnológico de Costa Rica**

Informe presentado a la Escuela de Química  
del Instituto Tecnológico de Costa Rica, como requisito parcial  
para optar al título de Ingeniero Ambiental con el grado en Licenciatura

## **Miembros del Tribunal**

---

**M. Eng Juan Carlos Salas Jiménez**  
**Director de Tesis**

---

**Ing. Gustavo Villavicencio Gómez**  
**Lector 1**

---

**Lic. David Benavidez Ramírez**  
**Lector 2**

## Dedicatoria



*A Nuestra Señora del Perpetuo Socorro*

## Agradecimientos

Expreso mi profundo agradecimiento a mi Señor Jesús, por haberme mostrado el verdadero sentido de la vida, orientando mis pasos día a día hacia lo que mejor me ha convenido. Por haberme fortalecido en los momentos difíciles, y por haberme abierto los ojos en todo lo que antes veía distorsionado. Le agradezco por todos los éxitos, pero más por los fracasos, porque en esta vida todo es de provecho para quien pone su confianza en Dios.

Le agradezco por haberme hecho entender que ningún logro académico tiene sentido si no se realiza para su honra y gloria, ya que *¿de qué le sirve al hombre ganar todo en el mundo si se pierde así mismo?* Agradezco también a mi Madre María, por haberme llevado a Jesús en estos últimos años.

Agradezco a mi familia por todo su apoyo, por aceptarme y comprenderme, en especialmente a mi mamá, por haberse fatigado en muchas ocasiones por cuidar de mí.

Y también agradezco a las personas que Dios puso en mi camino, por la paciencia y comprensión que les dio ante las dificultades sufridas durante el desarrollo del presente proyecto. Primeramente, a señor Juan Carlos Salas Jiménez, por recibirme y apoyarme en el arranque de esta iniciativa, así como por el trabajo que compartimos durante estos años.

Agradezco también al personal de la Carrera de Ingeniería Ambiental y la Escuela de Química, todos los profesores y funcionarios, especialmente al señor Jesús Mora Molina, por su apoyo ante las dificultades sufridas. De la misma forma a la señora Liliana Gaviria Montoya, por su paciencia y constancia a lo largo de mi formación profesional. También expreso mi gratitud a los señores Gustavo Villavicencio Gómez y David Benavidez Ramírez, lectores del proyecto, por su apoyo y aportes realizados. Bendito sea Dios por todos ustedes.



# Índice de contenidos

Índice de figuras .....	2
Resumen .....	4
Abstract .....	5
Glosario de términos .....	6
Introducción.....	7
Antecedentes .....	10
Metodología.....	22
Resultados y discusión .....	26
Conclusiones .....	84
Recomendaciones .....	86
Referencias bibliográficas .....	87
Anexos .....	90

## Índice de figuras

Figura 1. Interfaz del sistema Nexxis CIM.....	11
Figura 2. Resultados del diagnóstico de laboratorios realizado en 2002.....	18
Figura 3. Pantalla principal de la base de datos diseñada en 2005. ....	19
Figura 4. Metodología para la definición de las necesidades de los usuarios.....	22
Figura 5. Esquema metodológico para el desarrollo de software en Centro de Cómputo.....	23
Figura 6. Esquema metodológico de la evaluación preliminar.....	24
Figura 7. Componentes del proceso de capacitación. ....	25
Figura 8. Captura de prototipo de sistema. ....	28
Figura 9. Equipo de trabajo. ....	32
Figura 10. Metodología detallada según participación del equipo de trabajo. ....	33
Figura 11. Funcionalidades principales del SGI. ....	35
Figura 12. Función de la bolsa de reactivos en el manejo adecuado de los desechos. ....	40
Figura 13. Prototipo de la pantalla principal del sistema. ....	41
Figura 14. Prototipo de la pantalla de resultados de búsqueda. ....	42
Figura 15. Prototipo de la pantalla principal de gestión de reactivos. ....	42
Figura 16. Prototipo de la pantalla de creación de reactivos. ....	43
Figura 17. Prototipo de la pantalla de modificación de reactivos. ....	43
Figura 18. Prototipo de la pantalla de búsqueda de reactivos.....	44
Figura 19. Prototipo de la pantalla de resultados de la búsqueda. ....	44
Figura 20. Prototipo de la pantalla de la bolsa de reactivos. ....	45
Figura 21. Prototipo de la pantalla de resultados de búsqueda de la bolsa de reactivos. ....	45
Figura 22. Prototipo de la pantalla para deducir sustancias en la bolsa de reactivos. ....	46
Figura 23. Prototipo de pantalla de reactivos por agregados a la bolsa de reactivos. ....	46
Figura 24. Captura de la pantalla principal del sistema en el servidor de pruebas. ....	47
Figura 25. Captura de la pantalla principal de reactivos. ....	48
Figura 26. Captura de la pantalla principal de precursores. ....	49
Figura 27. Captura de la pantalla principal de desechos. ....	50
Figura 28. Captura de la pantalla principal de la bolsa de reactivos. ....	51
Figura 29. Captura de la pantalla principal de la generación de reportes de reactivos. ....	51
Figura 30. Distribución porcentual de las correcciones de la primera prueba.....	52
Figura 31. Distribución porcentual de las correcciones de la segunda prueba. ....	53
Figura 32. Distribución porcentual de las correcciones de la evaluación en detalle. ....	54
Figura 33. Distribución de las correcciones y observaciones realizadas por los usuarios.....	56
Figura 34. Esquema del proceso de administración del sistema. ....	60
Figura 35. Pantalla de registro de laboratorios. ....	61
Figura 36. Pantalla de registro de áreas de trabajo. ....	61
Figura 37. Pantalla de autorización de usuarios.....	62
Figura 38. Pantalla de ingreso de ubicación de sustancias. ....	62
Figura 39. Pantalla de ingreso de tipos de sustancias. ....	63

Figura 40. Pantalla de autenticación. ....	63
Figura 41. Pantalla selección de laboratorio y área de trabajo. ....	64
Figura 42. Pantalla principal del sistema. ....	65
Figura 43. Detalle de alertas al mostrar y ocultar el elemento. ....	66
Figura 44. Pantalla principal del módulo de reactivos. ....	68
Figura 45. Formato del resultado de búsqueda de reactivos. ....	68
Figura 46. Pantalla de detalle de reactivos. ....	69
Figura 47. Pantalla de alerta de punto de reorden. ....	70
Figura 48. Pantalla principal del módulo de desechos. ....	72
Figura 49. Formato del resultado de búsqueda de desechos. ....	73
Figura 50. Pantalla de detalle de desechos. ....	73
Figura 51. Pantalla de alerta de punto de exceso. ....	74
Figura 52. Formato del resultado de búsqueda de la bolsa de reactivos. ....	75
Figura 53. Pantalla de detalle de elementos en la bolsa de reactivos. ....	75
Figura 54. Detalle de elementos ingresados por el usuario. ....	76
Figura 55. Formato del ingreso de sustancias. ....	76
Figura 56. Pantalla principal del módulo de reportes. ....	77
Figura 57. Formato de reportes individuales. ....	78
Figura 58. Pantalla principal de reportes individuales. ....	78
Figura 59. Formato de un reporte por período para reactivos. ....	79

## **Resumen**

El Instituto Tecnológico de Costa Rica cuenta con diversos laboratorios orientados a labores de investigación y docencia, éstos poseen diversas interacciones con el medio ambiente. Entre las más importantes se encuentran las asociadas con el manejo de las sustancias químicas y sus desechos, por los diversos riesgos que implican para el ser humano y el medio ambiente. Por otra parte, en los últimos dos años se han gastado un promedio de 45 millones de colones en la compra de sustancias químicas, lo que a su vez implica un impacto monetario para la institución.

El ordenamiento y seguimiento del inventario de estas sustancias, es el primer paso para un óptimo control de los problemas anteriores; sin embargo, un diagnóstico realizado a los laboratorios de docencia e investigación de la Institución en 2009, reflejó que éstos no contaban con una herramienta tecnológica para lograrlo, esto ha implicado diversos problemas operativos y ambientales concretos, como lo es la acumulación de desechos peligrosos.

Los fundamentos de la Ingeniería Ambiental, están orientados prioritariamente a brindar soluciones científicas y tecnológicas, en el campo de la prevención de problemas ambientales. Por lo cual se diseñó y validó un Sistema de Gestión de Inventario en línea, utilizando las tecnologías actuales y compatibles con la plataforma informática de la Institución, integrando al personal involucrado en todas las fases de desarrollo, fomentando el trabajo en equipo y favoreciendo la aceptación del producto.

La implementación y validación del proyecto, permitió contar con un Sistema de Inventario unificado para todos los involucrados en el tema, el cual garantiza la seguridad de la información y su fácil consulta. Este sistema satisface las necesidades estipuladas por los futuros usuarios, mejorando la eficiencia de sus labores, al mismo tiempo que les permite cumplir con la legislación ambiental asociada. Esto permite a la Institución con sus responsabilidades en el ámbito nacional, además del marco legal interno. Al final del proceso de desarrollo, se capacitó a 15 futuros usuarios en el uso del sistema, acrecentando su sensibilidad ante la problemática descrita, además de sus relaciones con la Regencia Química Institucional, futura administradora del sistema.

## **Abstract**

Costa Rica Institute of Technological has several laboratories focused on research and teaching work, they have various interactions with the environment. Among the most important are those associated with the handling of chemicals and their wastes, due to the various risks for to humans and the environment. Moreover, in the last two years the Institution spent an average of ninety thousand dollars in the purchase of chemicals, which in turn implies a monetary impact on the institution.

The organizing and tracking of these substances, is the first step for an optimal control of the mentioned problems; however, a diagnosis made at the laboratories of the institution (2009), showed that they do not have a technological application to solve the problem, this has imply several specific operational and environmental problems, such as the accumulation of hazardous wastes.

The fundamentals of Environmental Engineering are aimed primarily at providing scientific and technological solutions in the field of prevention of environmental problems. For that reason, an online Inventory Management System was designed and validated using modern technologies, also compatible with the platform of the Institution, integrating staff involved in all stages of development, promoting teamwork and encouraging acceptance of the system.

The implementation and validation of the project allowed us to have a unified inventory system for all involved in the issue, which guarantees the security of information and efficient access. This system meets the requirements set by future users, improving the efficiency of their work, while allowing them to comply with environmental legislation associated. This allows the Institute to fulfill their responsibilities with the country, besides the institutional legal framework. At the end of the development process, training was provided to 15 prospective users of the system, increasing its sensitivity to the problems described, as well as its relations with the Institutional Regency of Chemicals, the future system administrator.

*Keywords:* sustancias químicas, residuos químicos, precursores, inventarios, gestión ambiental, ingeniería ambiental

## Glosario de términos

**Precusores:** Sustancias químicas que, además de poseer diversos usos legales, intervienen en el proceso de fabricación de drogas de uso ilícito y, por lo general se incorporan a la molécula del producto final, resultando por ello indispensables para el proceso (Poder Ejecutivo, 2004).

**Químicos esenciales:** Sustancias o productos químicos que, además de tener múltiples aplicaciones legítimas, intervienen en los procesos de extracción, producción, purificación o refinación de drogas de uso ilícito, sin que necesariamente se incorporen al producto final y que pueden eventualmente ser sustituidos por otras de naturaleza similar (Poder Ejecutivo, 2004).

**SiGA:** Sistema de Gestión Ambiental del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

**Institución:** Instituto Tecnológico de Costa Rica.

**Número CAS** (Chemical Abstract Service index number): número identificador único para compuestos químicos, polímeros, mezclas, aleaciones, entre otros (OECD, 2011).

**CC:** Centro de Cómputo del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

**Base de datos:** Conjunto de datos que pertenecen al mismo contexto almacenados sistemáticamente. En una base de datos, la información se organiza en campos y registros. Los datos pueden aparecer en forma de texto, números, gráficos, sonido o vídeo (GII, 2011).

**Intranet:** red informática que provee servicios dentro de una organización, similares a los prestados la internet, sin necesidad de estar conectada a ésta. (FOLDOC, 2010).

**Residuo:** material sólido, semisólido, líquido o gas, cuyo generador o poseedor debe o requiere deshacerse de él, y que puede o debe ser valorizado o tratado responsablemente o, en su defecto, ser manejado por sistemas de disposición final adecuados (Asamblea Legislativa, 2010).

**Desecho:** Cosa que, por usada o por cualquier otra razón, no sirve a la persona para quien se hizo (RAE, 2011).

**MSDS:** documento que contiene información de seguridad de diversos materiales industriales. Incluye características, riesgos, precauciones para la manipulación y procedimientos de emergencia y primeros auxilios, entre otros (AGA, 2011).

## Introducción

El Instituto Tecnológico de Costa Rica cuenta con diversos laboratorios orientados a labores de investigación y docencia, que al igual que toda actividad humana, realizan actividades que poseen interacciones directas o indirectas con el medio ambiente. Dentro de los problemas conocidos en el contexto de los laboratorios, se encuentran los asociados con las sustancias químicas y biológicas; ya que éstas y sus desechos representan un riesgo para la salud y el medio ambiente.

El ordenamiento y seguimiento del inventario de estas sustancias, es el primer paso para un óptimo control de las mismas, esto a su vez aplica a los controles asociados con la generación y disposición final de sus desechos. Lo anterior no solamente afecta a la institución en el contexto ambiental, ya que en términos monetarios, se han gastado un promedio de 45 millones de colones en la compra de sustancias químicas, durante 2010 y 2011.

Un diagnóstico realizado a los laboratorios de docencia e investigación, reflejó que éstos no cuentan con una herramienta tecnológica actualizada y confiable, que les permita controlar adecuadamente el uso de las sustancias químicas, así como la generación y disposición final de los desechos peligrosos.

El personal encargado de los laboratorios, ha manifestado diversas necesidades, que a la fecha no han sido cubiertas por las herramientas y los esfuerzos realizados para manejar el inventario de sus laboratorios. Por esta razón se han presentado problemas de vencimiento de sustancias, reactivos en desuso, acumulación de desechos peligrosos, falta de orden en los registros, entre otros.

Por otra parte, los fundamentos de la Ingeniería Ambiental están orientados prioritariamente, a brindar soluciones científicas y tecnológicas en el campo de la *prevención* de problemas ambientales. Por lo cual, la creación de un sistema de gestión de inventario, que se valga de las tecnologías actuales, en conjunto con un enfoque preventivo, permitirá resolver los problemas encontrados y facilitar las labores futuras de los laboratorios.

Adicionalmente, la Escuela de Química del ITCR ha estipulado que al ser Costa Rica un país en vías de desarrollo, requiere profesionales en el campo de la Ingeniería Ambiental, que promuevan el Desarrollo Sostenible, cumpliendo con los compromisos adquiridos por Costa Rica en los Convenios Internacionales y normativa legal vigente (Ver anexo 10). Por lo cual es necesario cumplir con la normativa legal asociada a este contexto.

La puesta en marcha del sistema desarrollado, facilitará el cumplimiento de un marco legal que abarca diversas reglamentaciones, como la Ley Orgánica del Ambiente, Ley para la Gestión Integral de Residuos (Ley GIR), el Reglamento para el Manejo de Desechos Peligrosos Industriales, la Normativa para el Manejo de Desechos Peligrosos del Tecnológico de Costa Rica, la ley 8204 (asociada al Reporte de Movimiento de Precursores solicitado por el Instituto Costarricense sobre Drogas) y los lineamientos estipulados por el Sistema de Gestión Ambiental ISO 14001 del Tecnológico.

El objetivo general del proyecto, fue *“Diseñar un sistema de gestión de inventario para la optimización del manejo de las sustancias y residuos químicos”*. Por otra parte, los objetivos específicos fueron los siguientes:

- 1. Definir las necesidades del personal de los laboratorios en el manejo de inventarios de sustancias químicas.*
- 2. Desarrollar un sistema de inventario acorde con las necesidades del personal y la legislación ambiental aplicable.*
- 3. Validar el sistema a través de una prueba piloto y una capacitación teórico-práctica a 15 futuros usuarios del sistema.*

La metodología para lograr estos objetivos se enfocó al trabajo interdisciplinario entre el personal de Centro de Investigación en Protección Ambiental, el Centro de Cómputo y el personal de los laboratorios de la Sede Central de Tecnológico de Costa Rica.

Este trabajo permitió recopilar las funcionalidades requeridas por los usuarios finales del sistema, enfocando el trabajo al cumplimiento de la legislación ambiental nacional e institucional. Posteriormente, se desarrolló el sistema informático a través de los procedimientos definidos por el Centro de Cómputo, obteniendo un sistema integrado que posibilita abarcar las operaciones de todos los laboratorios de la institución, con la



particularidad que la información estará centralizada y administrada independientemente por cada usuario.

Una vez desarrollado al sistema, se realizó su evaluación por parte del personal del laboratorio de la Carrera de Ingeniería Ambiental, con la finalidad de detectar correcciones y observaciones preliminares. Al finalizar esta prueba piloto, se desarrolló una capacitación en modalidad teórico-práctica a través del Departamento de Recursos Humanos de la Institución, con la finalidad de que los futuros usuarios se familiarizaran con el uso del sistema antes de su puesta en marcha.

Al alcanzar estos objetivos, se logró desarrollar un Sistema de Gestión de Inventario validado; compatible con los requerimientos del Centro de Cómputo. Lo que facilitará a los laboratorios el manejo de las sustancias, precursores y sus residuos; cumpliendo al mismo tiempo con la legislación ambiental asociada. Adicionalmente, se logró capacitar al personal involucrado en el futuro uso del sistema.

## Antecedentes

La Agencia de Cooperación Técnica Alemana (GTZ<sup>1</sup>), en su “*Guía para la gestión de sustancias químicas*”; establece que, dentro de los principales obstáculos que impiden administrar adecuadamente las sustancias químicas, se encuentran:

1. Falta de información de calidad, cantidad, características y riesgos de las sustancias químicas utilizadas.
2. Ausencia de procedimientos y métodos de documentación sistemáticos.

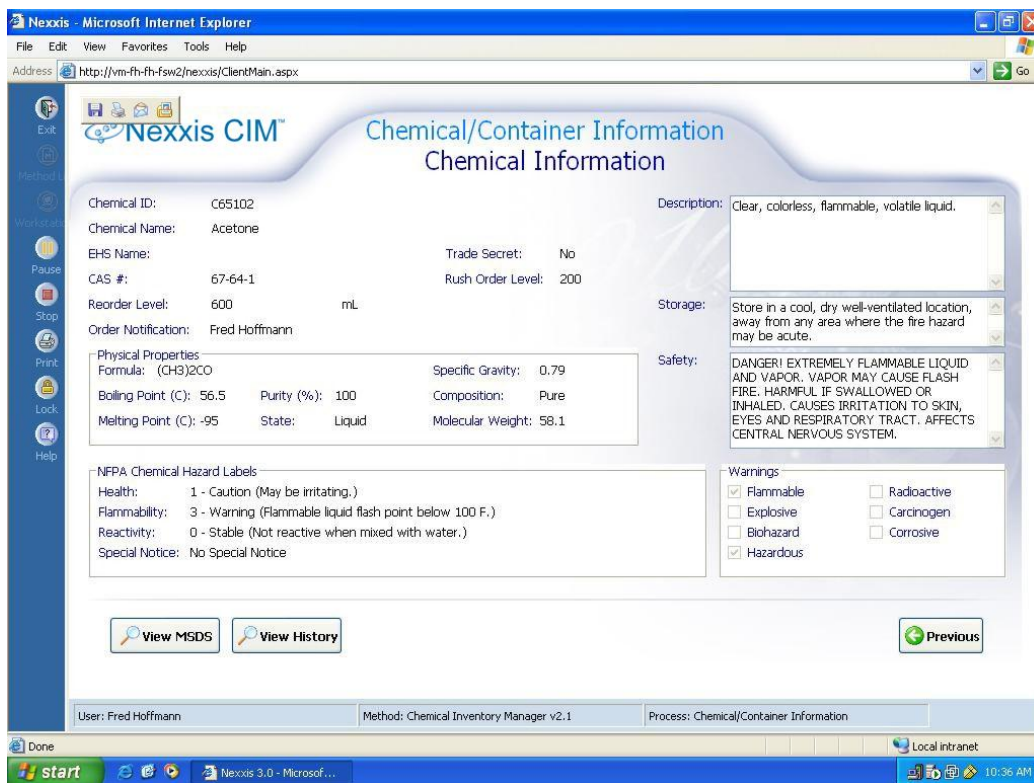
La guía propone un método para una gestión económica y segura de las sustancias químicas, el módulo 2 de esa guía establece la *Realización de un inventario completo* de las sustancias. Algunos beneficios citados de la realización de un inventario son los siguientes:

1. Identificar las sustancias desconocidas para utilizarlas antes de su vencimiento.
2. Desechar sustancias en forma adecuada.
3. Reducir las pérdidas por sustancias vencidas.
4. Evitar incendios, explosiones y otros eventos no deseados, de materiales incompatibles almacenados en un mismo lugar o mezclados en forma inadecuada
5. Apoyar el trabajo de implementación de las normas de gestión tales como las ISO 14000.

Existen aplicaciones informáticas para la gestión del inventario de sustancias químicas; por ejemplo, la compañía Labtronics distribuye un software llamado Nexxis CIM (Chemical Inventory Management). Éste incluye funcionalidades tales como el despliegue de hojas MSDS, control de fechas de expiración, ubicación de sustancias. Es una herramienta de consulta en línea, lo que le permite ser accesada a través del navegador de internet.

---

<sup>1</sup> Agencia de Cooperación Técnica Alemana (Deutschen Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit).



**Figura 1.** Interfaz del sistema Nexxis CIM.

Otros ejemplos son CISPro Live; comercializado por ChemSW, y el sistema IUCLID 5 (International Uniform Chemical Information Database), distribuido por la Agencia Europea de Sustancias y Mezclas Químicas (Ver anexo 3).

Por otra parte, en Costa Rica y el Instituto Tecnológico de Costa Rica, se cuenta con un marco legal que regula estos temas. Primeramente, la Ley Orgánica del Ambiente (LOA, 7554), tiene como objetivo dotar a los costarricenses y al Estado, de los instrumentos necesarios para conseguir un “*ambiente sano y ecológicamente equilibrado*”. (Artículo 50 de la Constitución Política).

El artículo 60 de la ley, correspondiente a la prevención y control de la contaminación, establece que:

*“Para prevenir y controlar la contaminación del ambiente, el Estado, las municipalidades y las demás instituciones públicas, darán prioridad, entre otros, al establecimiento y operación de servicios adecuados en áreas fundamentales para la salud ambiental, tales como:*

- a. El abastecimiento de agua para consumo humano.*
- b. La disposición sanitaria de excretas, aguas servidas y aguas pluviales.*
- c. La recolección y el manejo de desechos.*
- d. El control de contaminación atmosférica.*
- e. El control de la contaminación sónica.*
- f. El control de sustancias químicas y radiactivas.”*

El artículo 68 correspondiente a la prevención de la contaminación del suelo, estipula:

*“Es obligación de las personas, físicas o jurídicas, públicas o privadas, evitar la contaminación del suelo por acumulación, almacenamiento, recolección, transporte o disposición final inadecuada de desechos y sustancias tóxicas o peligrosas de cualquier naturaleza.”*

El país cuenta con una Ley para la Gestión Integral de Residuos (Ley GIR, 8839), ésta estipula en el artículo 38 del capítulo tres, del título tercero, las siguientes obligaciones generales para los generadores de residuos:

*d) Gestionar los residuos en forma tal que estos no pongan en peligro la salud o el ambiente, o signifiquen una molestia por malos olores, ruido o impactos visuales, entre otros.*

*f) Mantener un registro actualizado de la generación y forma de gestión de cada residuo.*

*g) Reportar a las autoridades competentes sobre su gestión en materia de residuos, según se establezca en esta Ley y en los reglamentos que de ella deriven.*

Por otra parte, el artículo 44 del capítulo cuatro, del mismo título, establece las siguientes obligaciones específicas para los generadores de residuos peligrosos:

*c) Llevar un registro de los residuos peligrosos generados que incluyan tipo, composición, cantidad y destino de estos para garantizar completa rastreabilidad del flujo de los residuos en todo momento.*

*d) Suministrar a los gestores autorizados para llevar a cabo la gestión de residuos la información necesaria para su adecuada manipulación, trasiego, transporte, tratamiento y disposición final.*

*e) Presentar informes semestrales al Ministerio de Salud donde se especifique, como mínimo, la cantidad de residuos peligrosos producidos, la naturaleza de estos y el destino final.*

Con respecto a las infracciones administrativas y sanciones, el artículo 48 del capítulo uno, del título cuarto, establece como una infracción *gravísima*:

*“Gestionar, almacenar, valorizar, tratar y disponer residuos peligrosos o residuos de manejo especial declarados por el Ministerio de Salud, en lugares no autorizados o aprobados por las autoridades competentes o en condiciones contrarias a las establecidas en las disposiciones correspondientes.”*

El Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (MINAET), un decretó un reglamento específico llamado: *Reglamento para el Manejo de los Desechos Peligrosos Industriales* (decreto 27001-MINAE). Éste establece en el artículo 14, inciso 3, que las bodegas de desechos peligrosos deben poseer un registro de entrada del desecho peligroso, donde deberá anotarse la siguiente información:

- a. Procedencia del de dicho peligroso (ente generador).*
- b. Tipo de desecho (nombre, código).*
- c. Fecha de entrada a la instalación de almacenaje.*
- d. Fecha en que se inició la acumulación del desecho en el sitio que lo generó.*
- e. Fecha en que expira el periodo de 1 año establecido por esta normativa (desde la fecha de acumulación del mismo).*
- f. Personal encargado del desecho por parte del generador.*

Otro aspecto de gran importancia nacional, corresponde a las regulaciones de reactivos precursores. El Instituto Costarricense Sobre Drogas, a través de la Unidad de Control y Fiscalización de Precursores, da seguimiento a la utilización de precursores en el territorio nacional (ICD, 2007).

Esto lo hace amparado en el “*Reglamento General a la Ley sobre estupefacientes, sustancias psicotrópicas, drogas de uso no autorizado, legitimación de capitales y actividades conexas*”; así como por el régimen jurídico asociado con dicho reglamento, según su artículo 2.

Para el cumplimiento de esta legislación, el Instituto Tecnológico de Costa Rica debe presentar un “*Reporte de Movimiento de Precursores*”; debido a las sustancias que utiliza en sus labores de docencia, investigación y extensión.

Los interesados realizan las compras a través de la Regencia Química Institucional, ya que únicamente ésta posee la *Licencia de Compra Local*, que es otorgada por el ICD para la adquisición lícita de este tipo de sustancias. De la misma forma, cada inicio de mes las personas responsables del consumo de los precursores, deben presentar un reporte digital a

la Regencia Química de la Institución y otro físico a la Escuela de Química. El formato de este reporte se observa en el anexo 4.

Es importante hacer notar, que el Tecnológico destina sumas importantes de dinero a la compra de sustancias químicas precursoras y no precursoras. Esto se realiza a través del Departamento de Aprovisionamiento, que ha reportado para los 2010 y 2011, compras totales de productos químicos de 57 millones y 34 millones de colones respectivamente.

El Departamento de Aprovisionamiento, utiliza diferentes cuentas para la administración de las compras que se realizan en la Institución. Los datos reportados anteriormente, corresponden a la cuenta 2191, titulada “Otros productos químicos”. Sin embargo, existen otras cuentas que a su vez se ven involucradas en las gestiones propias de los sistemas de inventario. Como otro caso concreto se tiene la cuenta 2140, que corresponde a diluyentes, pinturas y similares; ésta reportó para 2010 y 2011, 22 millones y 12 millones de colones en compras respectivamente.

Por otra parte, el Consejo Institucional del Tecnológico de Costa Rica, acordó en junio de 1997, considerar una Dimensión Ambiental en las decisiones tomadas por la institución. A su vez estableció una comisión permanente, denominada Comisión Ambiental Institucional (CAI).

La Dimensión Ambiental establece que la institución debe cumplir con los siguientes compromisos (ITCR, 2011):

1. Ejecutar sus actividades acorde con la legislación ambiental nacional y convenios internacionales ratificados.
2. Ejecutar sus actividades administrativas, docentes, estudiantiles de investigación y extensión de tal forma en que se minimice y prevenga el impacto negativo sobre el ambiente.
3. Formar profesionales comprometidos, con una clara conciencia y responsabilidad ambiental.

4. Trabajar bajo un sistema de mejora continua en donde, la evaluación y control de las políticas y estrategias de Desarrollo Sostenible serán permanentes.
5. Ser un modelo en el ámbito nacional y regional de la aplicación y cumplimiento de acciones en pro de la mejora ambiental.

Adicionalmente, el ITCR ha realizado esfuerzos específicos en la gestión de sustancias utilizadas en los laboratorios, ya que el Sistema de Gestión Ambiental de la Institución, elaboró en junio de 2011, un “Procedimiento para el manejo de sustancias/productos químicos/biológicos del Instituto Tecnológico de Costa Rica”.

La sección 5.3 de Transporte y almacenamiento, establece que para manejar adecuadamente cualquier sustancia química, el responsable de ellas debe seguir la siguiente indicación:

*“Lleve un control con fecha de ingreso, inventario de consumo y sitio de almacenamiento, así como cualquier información de seguridad que sea necesaria para la manipulación de ésta.”*

En el caso de los reactivos precursores, cuando se desea comprar estas sustancias, se debe llenar una *“Solicitud de incorporación para compra de precursores en Instituto Tecnológico”*. Uno de los compromisos que la persona responsable adquiere, es asegurarse de:

*“Mantener un inventario físicamente verificable de los reactivos precursores, así como un control estricto de su ingreso, consumo y uso.”*

En junio de 2007, el Consejo Institucional del Tecnológico aprobó durante la sesión No. 2516, la *Normativa de Manejo de Desechos Peligrosos en el Instituto Tecnológico de Costa Rica*. Dentro de los objetivos de la normativa, se encuentra el *Contar con un sistema de manejo integral de desechos peligrosos*. Por lo que el artículo 14, del capítulo 3, se establece lo siguiente:



*“En cada laboratorio, Centro de Investigación y bodega del ITCR, que genere o maneje desechos peligrosos, se debe contar con los inventarios de sustancias químicas y desechos peligrosos actualizados, el cual estará bajo la responsabilidad del/a coordinador/a.”*

A sí mismo, el apartado g del artículo 2, correspondiente al artículo 3, estipula que es responsabilidad de los/las coordinadores/as de los laboratorios y centros de investigación:

*“Controlar que el inventario de sustancias químicas y desechos peligrosos esté actualizado.”*

Otros esfuerzos en este campo, se lograron en febrero de 2009, cuando los investigadores M. Eng Juan Carlos Salas y MBA Hilda Quesada, publicaron a través del Centro de Investigación en Protección Ambiental (CIPA), la *“Guía para el manejo de Desechos Peligrosos en los Laboratorios del ITCR”*.

La sección 1.3 de Lineamientos Generales, en el apartado 7, establece que los Centros y Laboratorios de Investigación y Docencia del Tecnológico deben seguir el siguiente lineamiento:

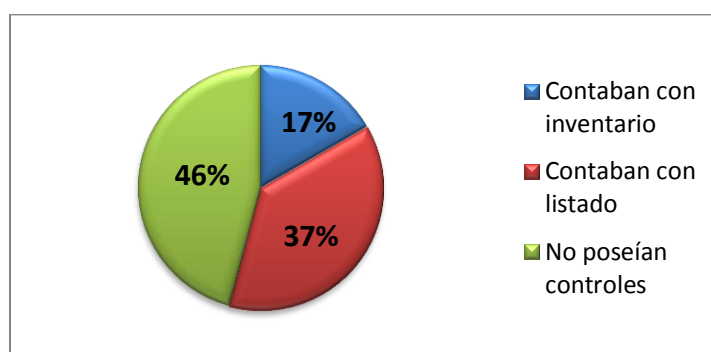
*“Contar con un sistema de inventario actualizado, que permita la rotación de los reactivos de forma que se evite la generación de un desecho por falta de uso, excesiva compra y vencimiento de reactivos.”*

En años pasados, se han realizado esfuerzos para implementar inventarios en los laboratorios del campus de la sede central. Concretamente, en julio de 2002, los investigadores Lic. Juan Carlos Salas Jiménez y MBA. Hilda Quesada, presentaron el informe final de la primera fase de una investigación sobre el *“Manejo de los desechos peligrosos en los laboratorios del ITCR”*. El diagnóstico de los inventarios de reactivos químicos y otras sustancias peligrosas, reveló lo siguiente (Quesada *et al*, 2002):

1. Los inventarios no existían o no eran cuantificados.
2. En algunos casos se contaba con únicamente con listados y no con cantidades.

3. No existía una adecuada rotación de las sustancias, ya que las de menor antigüedad, eran consumidas antes de las de mayor antigüedad.
4. Se almacenaban reactivos en desuso, provenientes de prácticas de especialidad o investigaciones concluidas.
5. Las sustancias no contaban con hojas MSDS, éstas no eran exigidas a los proveedores.
6. No existía un formato definido para realizar los inventarios de las sustancias químicas.

La entrevista de 24 laboratorios y centros de investigación, concluyó que 9 de ellos (37%) poseían un listado de reactivos, 4 (17%) contaban con un inventario con un inventario completo y 11 (46%) no poseían ninguno de ellos.



**Figura 2.** Resultados del diagnóstico de laboratorios realizado en 2002.

En mayo del 2006, los investigadores presentaron el informe final de la segunda fase de la investigación. En dicha fase se realizó una “Capacitación sobre el manejo adecuado de los desechos peligrosos”, la cual consistió de cuatro módulos teórico-prácticos de 20 horas de duración cada uno.

El tercer módulo titulado “Tratamiento y disposición de desechos peligrosos”, incluía un apartado cuyo objetivo general incluía la *implementación de un sistema de inventario*. Los objetivos específicos fueron los siguientes (Quesada *et al*, 2002):

1. *Diseñar un sistema computarizado de inventarios para los laboratorios del TEC.*
2. *Implementación y adaptación del sistema de inventarios en los laboratorios del TEC que participan en el módulo.*

El sistema fue desarrollado en Microsoft Access, a través de una base de datos para facilitar el proceso de consulta y actualización de existencias de las sustancias químicas. A su vez se pretendía estandarizar la forma en que se manejaban e identificaban las sustancias dentro de la institución (Atencio, 2005). Las principales funcionalidades de la base de datos fueron las siguientes:

1. Creación de usuarios
2. Realización de búsquedas alfabéticas.
3. Registro de reactivos entrantes.
4. Registros de ingresos y egresos de cantidades.
5. Registro de proveedores.
6. Control de vencimiento de reactivos
7. Presentación de informes.

Es importante hacer notar que para junio de 2005 (fecha en que se presentó el informe final del desarrollo del sistema), los laboratorios presentaban muchas carencias de equipo de cómputo. El arranque del uso del sistema, se dio en los laboratorios y centros de investigación donde se contara con computadoras con el software Microsoft Access Instalado.

A continuación se presenta una captura de la pantalla principal de la base de datos (las capturas de pantalla para el resto de las funcionalidades del sistema, se presentan en el anexo 5).



**Figura 3.** Pantalla principal de la base de datos diseñada en 2005.

Con respecto a otros esfuerzos, durante el primer semestre del año 2008, el estudiante Luis Daniel Solano Solano de la carrera de Ingeniería Ambiental, participó en una asistencia estudiantil en el Centro de Investigación y de Servicios Químicos y Microbiológicos (CEQIATEC). Como parte de las labores de esta asistencia, se realizó una inspección a la bodega de reactivos y el sistema de inventario desarrollado por el CIPA en el 2006, fueron detectados los siguientes problemas:

1. Pérdidas de la totalidad de la información del inventario por daño permanente de computadoras.
2. Difícil consulta de datos y cantidades de reactivos en el sistema de inventario.
3. Deficiente control de manejo de desechos, por falta de información de su composición, ubicación y tiempo de acumulamiento.
4. Desconocimiento de ubicación de reactivos registrados en el inventario.
5. No existía un control eficiente sobre la peligrosidad de las diferentes sustancias.
6. No existía un control eficiente sobre su vencimiento.
7. Soluciones previas, como hojas de Excel y controles impresos, no habían contemplado todas las necesidades de los usuarios.

En vista de potencial de mejora detectado, se le planteó al señor Marco Méndez López, funcionario del laboratorio, el desarrollo de un sistema de información que resolviera los problemas detectados. Ante la respuesta positiva, se procedió a desarrollar la propuesta dentro del curso de Sistemas de Información impartido por la Carrera de Ingeniería Ambiental.

Para el segundo semestre de 2008, el señor Luis Daniel Solano Solano, conjuntamente los estudiantes Ricardo Laurent Aguilar y Sofía García Prado, presentaron un proyecto final de investigación, titulado “*Planteamiento para la creación de un Sistema de Manejo de Inventario en el CEQIATEC*” (ver anexo 6). En vista del carácter académico del proyecto, el desarrollo del sistema una vez aprobado el curso no fue realizado, por lo que la iniciativa no recibió continuidad.

Para el segundo semestre de 2009, el señor Solano Solano inició un proceso de asistencia estudiantil con el CIPA; donde el director del centro, M.Eng. Juan Carlos Salas Jiménez, dio continuidad al proyecto, respaldándolo técnica y económicamente. El planteamiento formal y la ejecución final de la nueva propuesta, corresponden al presente proyecto de graduación.

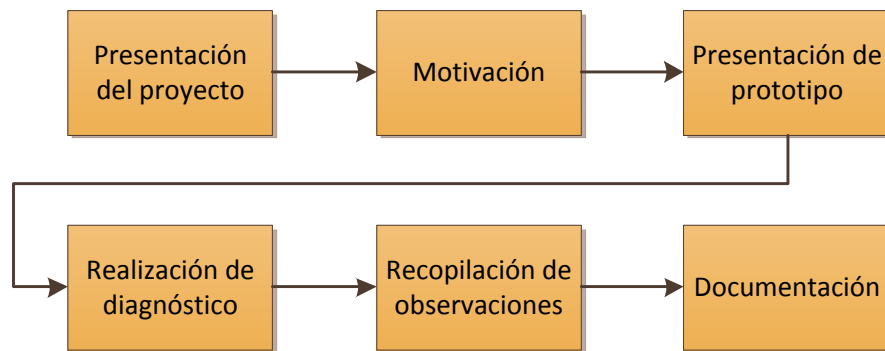
## Metodología

La metodología necesaria para el desarrollo del inventario de los laboratorios, se presenta a continuación según los objetivos específicos definidos.

La *definición de las necesidades del personal de los laboratorios*, se dio a través de la realización de un taller donde se abrió un espacio de diálogo, de forma que los participantes manifestaran sus necesidades. El taller se dio dentro la capacitación realizada por el CIPA, titulada “*Aplicación de la normativa de manejo de Desechos Peligrosos en el quehacer de los laboratorios y centros de investigación del TEC*”, con un total de 5 sesiones en la sala de Capacitación del Departamento de Recursos Humanos en noviembre de 2009.

El enfoque del taller se orientó a crear un clima de confianza entre los participantes, haciéndoles ver la importancia de su opinión y la necesidad de manifestarla. Se motivó a los colaboradores a tomar en cuenta la importancia de su trabajo, así como su papel protagónico dentro del manejo de las sustancias y sus desechos, y por consiguiente al desarrollo y uso futuro del sistema.

Se realizó una evaluación de la situación actual del manejo de sus inventarios, con la finalidad de compartir experiencias y encontrar oportunidades comunes de mejora. A su vez se presentó el prototipo de interfaz del sistema, con la finalidad de facilitar a los participantes el entendimiento del concepto del proyecto. Esto se realizó a través del uso de gráficos (se pueden consultar en el anexo 7).

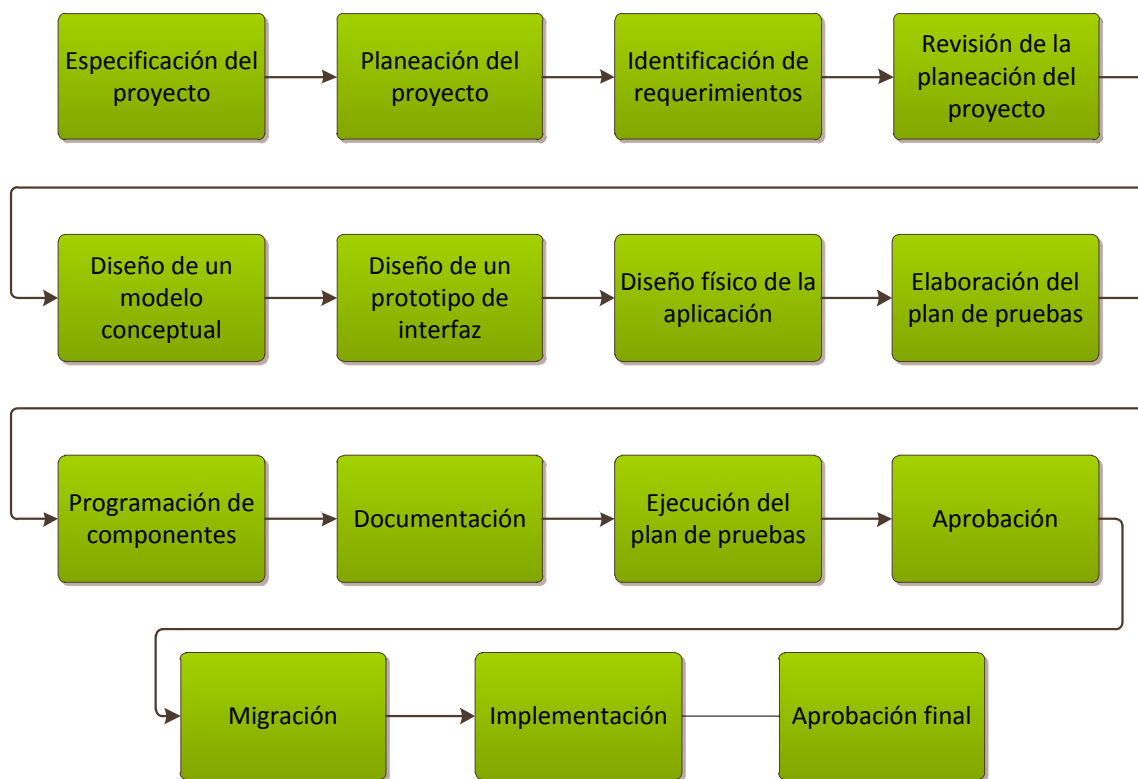


**Figura 4.** Metodología para la definición de las necesidades de los usuarios.

Las minutas correspondientes a cada sesión, el listado de los participantes y las observaciones realizadas, se encuentran en el anexo 7.

El *diseño del Sistema de Gestión de Inventario*, utilizó los resultados obtenidos en el primer objetivo específico, para incorporarlos en el desarrollo del sistema informático, bajo la supervisión y aprobación del Centro de Cómputo del Tecnológico.

La metodología utilizada para alcanzar este objetivo, está definida en los procedimientos del Centro de Cómputo para el desarrollo de software. Para esto se utilizó un documento titulado “*Metodología para proyectos de desarrollo de software en el Instituto Tecnológico de Costa Rica*”. A continuación se presentan las etapas del procedimiento:

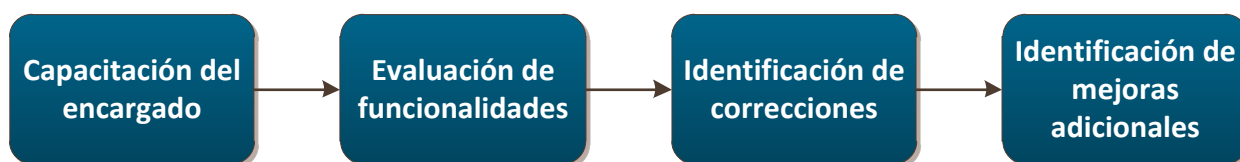


**Figura 5.** Esquema metodológico para el desarrollo de software en Centro de Cómputo.

Para conocer los detalles de estas etapas, consúltese el anexo 8, donde se presenta una descripción completa de cada una de ellas.

Finalmente, la *capacitación de los usuarios* tuvo como etapa preliminar, la validación individual del sistema con usuarios seleccionados. Para esto se contó con la colaboración del señor Bernardo Morales Herrera, encargado del laboratorio de la carrera de Ingeniería Ambiental. También se recibieron los aportes del señor Marco Méndez López, funcionario del CEQIATEC, y el señor David Benavidez Ramírez, regente químico de la Institución. La actividad se orientó a trabajar en los siguientes puntos:

1. Capacitar al funcionario en el manejo de la aplicación.
2. Evaluar puntualmente las funcionalidades del sistema (ver anexo 12).
3. Detectar correcciones en el funcionamiento de la aplicación.
4. Identificación de opciones de mejora adicionales.



**Figura 6.** Esquema metodológico de la evaluación preliminar.

Al finalizar la validación, se programó una capacitación a través del Departamento de Recursos Humanos, realizando el trámite correspondiente según el anexo 14. Los objetivos específicos de la actividad fueron los siguientes:

1. Presentar a los participantes las funcionalidades del sistema.
2. Realizar una prueba práctica supervisada, de las funcionalidades del sistema.
3. Evaluar los conocimientos adquiridos durante la capacitación.

La actividad se realizó en el laboratorio de computación LAIMI C, los días 16, 20, 23, 27 y 30 de enero, 3 y 6 de febrero de 2012. La capacitación se presentó como una actividad abierta a todo el personal de la institución interesado en el tema. Durante las primeras dos sesiones, se realizó una presentación de la *Normativa de Manejo de Desechos Peligrosos* y de la *Guía de Manejo de Desechos Peligrosos en los Laboratorios del ITCR*, ambas a manera de introducción y orientación. Esto estuvo a cargo del investigador Juan Carlos Salas Jiménez, siguiendo el esquema de las sesiones presentadas en el anexo 1.



Asimismo, se contó con la participación del señor Gustavo Villavicencio Gómez (analista del Centro de Cómputo), en la presentación del proyecto desde punto de vista informático, con el propósito de brindar a los asistentes una visión integral del desarrollo del proyecto (ver anexo 13).

Finalizados los aportes de los profesionales anteriores, se procedió a realizar la capacitación de sistema como tal, a cargo de mi persona en las sesiones restantes. La actividad se realizó a través de la explicación de las funcionalidades del sistema, supervisando posteriormente ejercicios individuales de cada una de ellas. A su vez se asignó trabajo adicional entre sesiones, de forma que los participantes interactuaran con el sistema en sus laboratorios y lugares de trabajo.

Posteriormente, se realizó una evaluación grupal, con el propósito de valorar los conocimientos adquiridos, antes de la realización de la evaluación final. La evaluación final se realizó durante la última sesión, incluyendo nuevamente el trabajo adicional en sus lugares de trabajo. Para conocer los detalles de la capacitación y la evaluación realizada, consúltese el anexo 14 y 15 respectivamente.



**Figura 7.** Componentes del proceso de capacitación.

## Resultados y discusión

### DEFINICIÓN DE LAS NECESIDADES DEL PERSONAL

La definición de las necesidades del personal se dio en la sesión número 3, de la capacitación sobre la “*Aplicación de la normativa de manejo de Desechos Peligrosos en el quehacer de los laboratorios y centros de investigación del TEC*”, implementada por el CIPA en 2009. Las tareas planificadas para esta actividad (ver anexo 1), incluían “*Describir el funcionamiento del sistema de inventarios de sustancias y desechos peligrosos*”.

La primera participación incluyó la presentación formal del proyecto, donde se expuso la propuesta del desarrollo de un sistema de consulta a través de internet, que se ajustara a las necesidades específicas del personal de los laboratorios. La metodología de esta exposición, incluyó un apartado de *motivación*, éste se enfocó en los siguientes puntos:

1. Dar a conocer la intención del proyecto, como el desarrollo de un sistema que facilite las labores diarias y resuelva problemas asociados con las labores en los laboratorios.
2. Hacer notar la importancia de las opiniones del personal técnico de los laboratorios, como primordiales usuarios finales del sistema.
3. Recalcar la importancia de la oportunidad de poseer un espacio de diálogo, para manifestar carencias y disconformidades.

La razón de incluir este apartado responde a la falta de diálogo entre el personal técnico y los funcionarios administrativos; problema detectado al entrevistar el personal de los laboratorios durante la formulación del proyecto.

La implementación de la base de datos en Microsoft Access, como resultado de la tercera fase del proyecto de Manejo de Desechos Peligrosos en 2006<sup>2</sup>, presentó el inconveniente de

---

<sup>2</sup> Ver sección de antecedentes, página 21.

que su uso se fue discontinuado, ya que el personal manifestó las siguientes inconformidades:

1. El sistema presentaba problemas de funcionamiento.
2. Existían carencias en el proceso de desarrollo y capacitación.
3. Existieron pérdidas de información por daño de equipos.

Parte de estos problemas pudieron evitarse, al tomar en cuenta a los involucrados a lo largo del desarrollo de la base de datos, así como mantener el seguimiento correspondiente. *La primera medida de éxito de un sistema software, es el grado en el cuál este cumple con el propósito para el que fue creado, es decir, que el sistema satisfaga los requisitos* (Pacheco, 2005).

Efectivamente, los investigadores encargados del desarrollo de la base de datos, manifestaron que se el seguimiento no fue suficiente y la comunicación pudo haber sido más constante. Por otra parte, manifestaron la existencia de una gran *resistencia al cambio* por parte de los usuarios finales.

Esto se confirmó al entrevistar a los participantes, ya que en la totalidad de laboratorios el sistema no era utilizado. Por consiguiente, el diagnóstico de la situación actual del inventario de sustancias químicas realizado en 2009, reflejó las siguientes condiciones:

1. El personal no contaba con un inventario.
2. El personal contaba con un inventario (físico o digital) en Microsoft Excel no actualizado.
3. El personal con un inventario (físico o digital) en Microsoft Excel actualizado.

Se debe tener presente, que una de las estrategias más apropiadas para superar la resistencia al cambio, *radica en incluir a los empleados de manera directa en la planeación y la puesta en práctica del cambio. La inclusión en la planeación del cambio aumenta la probabilidad de que los intereses del empleado se tomen en cuenta y disminuya la resistencia. Los empleados participantes están más comprometidos para poner en práctica los cambios planeados y con mayor certeza se asegurarán de que operen* (Amorós, 2007).

Por otra parte, la Organización Internacional del Trabajo (OIT) ha manifestado que, *las organizaciones requieren de herramientas de diálogo y cooperación entre su dirección y los trabajadores, para aprovechar mejor las capacidades productivas de su personal (OIT, 2010)*. Esto se verificó al utilizar el taller como herramienta de diálogo, ya que se percibió un gran interés en mejorar las condiciones del manejo de los inventarios; sin embargo, a la fecha no había existido el espacio para manifestarlo, por lo que existían *capacidades* que podían ser aprovechadas.

A su vez se debe tener presente que al desarrollar un sistema de este tipo, *es de gran importancia descubrir el propósito del software, mediante el proceso de la identificación de los stakeholders<sup>3</sup> y de sus necesidades* (Pacheco, 2005). Con esta finalidad, se presentó un prototipo del sistema, elaborado con capturas de pantalla simuladas a través de Microsoft Office Visio. Éstas fueron diseñadas, para cumplir con los requisitos del proyecto desarrollado en el curso de Sistemas de Información, realizado durante el 2008 , mencionado en la sección de antecedentes.

Un ejemplo se muestra a continuación (consultar el resto en el anexo 7):

TEC

Reactivos Desechos Búsqueda Precusores Alertas Ayuda

Reactivos

Buscar

Nuevo ingreso

Nombre

Nombre común

Nombre en inglés

Número CAS

Referencia Hoja de Seguridad

Cantidad

Ubicación

Comentarios

Reactivo Crítico No  Sí  Punto de reorden

Aceptar

Ayuda

**Figura 8.** Captura de prototipo de sistema.

<sup>3</sup> Stakeholders: partes interesadas (Wordreference, 2011)

Al aplicar los principios anteriores, se logró una actitud muy positiva hacia las funcionalidades definidas; los participantes presentaron un gran interés al observar el prototipo de la interfaz, dando como resultado final un total de 15 observaciones sobre opciones concretas de mejora al sistema.

**Cuadro 1.** Listado de observaciones realizadas por el personal de los laboratorios.

<b>No.</b>	<b>Observación</b>	<b>Realizada por</b>
1	Incluir un vínculo a la Hoja de Seguridad MSDS.	Sr. Freddy Angulo
2	Incluir la posibilidad de adjuntar el archivo de la Hoja de Seguridad MSDS.	Sr. Marvin Marín
3	Restringir el acceso de otros laboratorios a la información privada de cada laboratorio	Sr. Deiby Brenes
4	Incluir lista general de los reactivos de todos los laboratorios para facilitar el intercambio en caso de una emergencia. Incluir en esa lista el número de CAS, ubicación y datos de contacto.	Sr. Deiby Brenes
5	Facilitar el rastreo de los reactivos que han sido prestados de la bolsa de reactivos para conocer su ubicación exacta.	Sr. Alexander Brenes
6	Incluir una sección para registrar medidas de seguridad, como Equipo de Protección Personal (EPP) e instrucciones en caso de derrames y accidentes.	Sr. Bernardo Montero
7	Incluir búsqueda con criterio A-Z para agilizar el funcionamiento.	Sr. Bernardo Montero
8	Incluir alertas de tratamiento de desechos y de los puntos de reorden.	Sra. Hilda Quesada
9	Incluir una sección para incluir comentarios cuando los desechos son mezclas.	Sr. Freddy Angulo
10	Incluir categorías para los desechos de forma que sea más fácil clasificarlos.	Sr. Alexander Brenes
11	Incluir sección para categorizar los desechos según número de práctica en caso de laboratorios de docencia.	Sr. Alexander Brenes
12	Incluir un programa de capacitación para el personal nuevo.	Sr. Bernardo Montero
13	Manejar eficientemente el ingreso de personas ajenas al laboratorio (estudiantes, investigadores), de forma que puedan usar el sistema de inventario y encontrar las sustancias en las bodegas para evitar pérdidas.	Sr. Alexander Brenes
14	Incluir una opción de impresión, y poder seleccionar el pictograma con la peligrosidad de la sustancia. Así como una categorización de la peligrosidad de las sustancias por medio de números.	Sr. Deiby Brenes
15	Registrar la o las personas que utilizan los reactivos dentro de las deducciones de consumo generales.	Sr. Bernardo Montero

La sesión tres se enfocó en recopilar funcionalidades adicionales que los participantes encontrarán a lo largo de sus labores semanales, por lo que les fueron enviadas las capturas del prototipo por correo electrónico. De esta forma se buscó minimizar al máximo la resistencia ante la futura implementación del sistema.

Al concluir los resultados del primer objetivo específico, es importante hacer énfasis en el papel de la ingeniería ambiental a la hora de abordar el desarrollo de este tipo de proyectos. A continuación dos definiciones de esta carrera encontradas en la literatura:

*“La Ingeniería Ambiental es una actividad multidisciplinaria; sus profesionales deben estar en capacidad de trabajar estrechamente con otros especialistas de diferentes disciplinas.”* (Universidad de Pamplona, 2011).

*“La Ingeniería Ambiental es una profesión en permanente crecimiento, caracterizada por buscar de manera multidisciplinaria la solución a los problemas ambientales.”* (Pontificia Universidad Católica de Chile, 2011).

Ambas coinciden en que el trabajo *multidisciplinario* es propio de la ingeniería ambiental, por lo que las labores administrativas son de gran relevancia en la resolución de los problemas ambientales, y no únicamente las labores técnicas. En un inicio, hubiera sido posible iniciar el desarrollo del sistema sin formar el equipo de trabajo y tomar sus opiniones; o bien, haber adquirido un paquete de software especializado e instalarlo en las computadoras de los laboratorios.

La resolución de los problemas ambientales, no debe involucrar únicamente la aplicación inmediata de la ciencia y la tecnología, sin intentar identificar la raíz de los problemas, ya que pueden invertirse recursos innecesariamente. En esto es importante tener presente el entorno social y recurso humano con el que se trabaja:

*“Los conflictos más que de orden solamente ambiental, referidos a los problemas de afectación sobre los recursos naturales, son de orden socioambiental porque se presentan relaciones de choque y confrontación. Por las dificultades en la interacción social, la falta de diálogo, la escasa participación de la población local en las decisiones públicas; es*

*decir, el conflicto es de orden más social y político que exclusivamente técnico.”*  
(Quintana, 2008).

Finalmente, se procedió a desarrollar un sistema que permitiera prevenir un eventual daño al medio ambiente y los seres vivos; con la visión de contar con un personal concientizado y capacitado, con herramientas tecnológicas, apoyo y seguimiento de los profesionales involucrados en el proyecto.

## **DISEÑO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIO**

Es importante hacer notar que, a la fecha del arranque del diseño del sistema, era posible adquirir un software comercial para la gestión del inventario, similar a los ejemplos suministrados en la sección de antecedentes. Sin embargo, en vista de que el proyecto se desarrolló dentro de un Centro de Investigación, se prefirió desarrollar un sistema completamente, con el objetivo de generar conocimientos y maximizar los beneficios para los funcionarios de la institución. Por otra parte, se deseaba tomar en cuenta la opinión y las necesidades de los usuarios, e incorporarlos en el desarrollo de todas las etapas del proyecto, de forma que fortaleciera su compromiso con la problemática del manejo de las sustancias químicas y sus residuos.

Adicionalmente, se generó un puesto de trabajo para un estudiante de la carrera de Ingeniería en Computación, como programador del sistema. Asimismo, el personal del CIPA y Centro de Cómputo recibieron reconocimientos que les permitieron desarrollarse profesionalmente. Todo lo anterior en adición al aporte que el proyecto brindará a la Regencia Química, al favorecer la optimización del manejo de las sustancias los laboratorios.

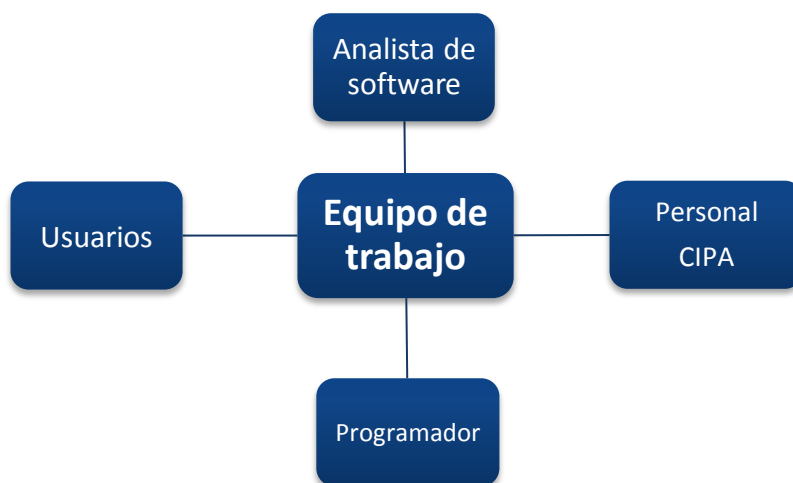
Con esta alternativa, se buscó evitar inconvenientes por compra y vencimiento de licencias, propios del software comercial. Así como limitaciones de hardware en los laboratorios, ya que un sistema de consulta a través de internet, únicamente requiere una computadora con un navegador, requerimientos que todos los usuarios cumplían al evaluar sus necesidades en la primera etapa.

Otro beneficio de un sistema de este tipo, radican en el ahorro de recursos al no tener que instalar la aplicación en las computadoras, así como la facilidad de contar con un software en español, que evita confusiones y abandono por parte de los usuarios.

El aprovechamiento de la plataforma de la intranet de la institución, garantizó también el contar con una herramienta compatible y modificable a futuro, acorde con los cambios futuros que la Institución y el Centro de Cómputo puedan realizar.

En lo que respecta a los detalles del diseño, la sección de metodología contiene el esquema a seguir para desarrollar un software con el Centro de Cómputo. La labor primordial durante este objetivo, consistió en la mediación entre los usuarios finales y los desarrolladores del componente informático del sistema.

La comunicación entre el equipo de trabajo fue de gran importancia (figura 9), ya que la percepción del programador sobre los requerimientos de los usuarios, no necesariamente es la real en todos los casos. Esto se debe a que los profesionales del área informática, no están familiarizados con las labores de los usuarios finales. Esto puede generar problemas de comunicación, más aún si ésta se da únicamente en forma escrita.

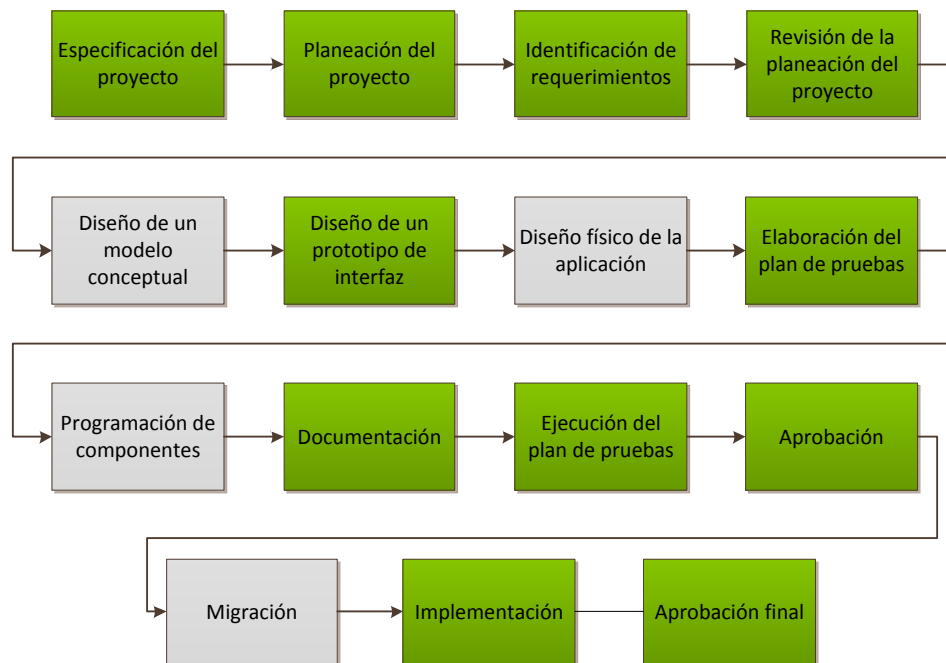


**Figura 9.** Equipo de trabajo.



La mayor parte de esfuerzo, consistió en transmitir al programador las necesidades recopiladas al finalizar el objetivo 1; además de mantener la comunicación entre el personal del CIPA y el analista de software del Centro de Cómputo, de forma que se aprobaran los resultados del trabajo realizado por el programador.

Durante la ejecución de la metodología de Centro de Cómputo (anexo 8), existieron etapas que requirieron trabajo multidisciplinario, mientras que otras corresponden trabajo exclusivo del programador. En la figura 10, se señalan en color verde y gris respectivamente.



**Figura 10.** Metodología detallada según participación del equipo de trabajo.

De las etapas anteriores se procederá a discutir el detalle: especificación del proyecto, identificación de requerimientos, diseño de un prototipo de interfaz, ejecución del plan de pruebas y la aprobación del sistema (las dos últimas corresponden al tercer objetivo específico). Esto se debe a que el resto de etapas, consistieron en labores administrativas, propias del programador o el personal de CC, como fue mencionado anteriormente.

- ***Especificación del proyecto***

Los antecedentes del proyecto, reflejan la diversidad de esfuerzos realizados para mejorar el manejo de las sustancias químicas, y sus residuos. La unificación de estos esfuerzos, consistió en especificar un proyecto que permitiera optimizar el manejo de los inventarios, y garantizar el cumplimiento de la legislación aplicable.

Los siguientes puntos corresponden a las necesidades o funcionalidades principales, de las que se partió para la realización de la especificación.

1. Registrar el ingreso y consumo de sustancias.
2. Generar reportes de ingresos y consumos.
3. Generar reportes de movimiento de precursores.
4. Registrar la generación de residuos.
5. Generar alertas de vencimientos y existencias.
6. Gestionar una bolsa de reactivos.
7. Gestionar consultas
8. Suministrar ayuda.

La definición del alcance del sistema, incluyó la posibilidad de que el Sistema de Gestión de Inventario de los laboratorios (SGI), fuera implementado tanto en la Sede Central, como en la Sede San Carlos y el Centro Académico San José, este requerimiento fue transmitido y aprobado por el programador.

Es importante hacer notar que durante esta etapa, se sufrió el abandono del programador del equipo de trabajo, razón por lo cual se sufrió un retraso de tres meses aproximadamente. Fue necesario contratar y capacitar otro estudiante, además de reiniciar algunas de las labores realizadas por el primer programador, ya que la nueva persona requería conocer el sistema y su funcionamiento en detalle.



**Figura 11.** Funcionalidades principales del SGI.

A continuación se presenta una descripción detallada de las funciones específicas del sistema, así como el aporte que realizan al cumplimiento del marco legal definido previamente.

La razón primordial de incorporar el cumplimiento legal, fue hacer énfasis en la importancia del papel de la ingeniería ambiental en promover el cumplimiento de la legislación, aun cuando ésta no sea monitoreada activamente por las autoridades competentes.

La Escuela de Química, promotora de la protección del medio ambiente y creadora de la carrera de Ingeniería Ambiental, incorpora este enfoque al describir la importancia de esta carrera en el país:

*“Costa Rica es un país en vías de desarrollo, necesita profesionales en el campo de la Ingeniería Ambiental...que promuevan el Desarrollo Sostenible cumpliendo con los compromisos adquiridos por Costa Rica en los Convenios Internacionales y normativa legal vigente.”* (Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2010).

Se debe recalcar que el aseguramiento del cumplimiento legal, es un aporte preventivo propio de toda ingeniería. Esto evita complicaciones futuras, ya que las autoridades responsables de hacer cumplir el marco legal de este contexto, pueden incrementar la rigurosidad de sus controles repentinamente, según las necesidades que se presenten.

La primera función específica definida, fue el *registrar el ingreso de las sustancias*; ésta consistió en definir parámetros básicos, que deben conocerse para manejar sustancias químicas o biológicas:

- Nombre químico.
- Nombre común.
- Nombre en inglés.
- Número CAS.
- Referencia de Hoja de Seguridad (MSDS).
- Fecha de ingreso.
- Fecha de vencimiento.
- Cantidad.
- Punto de reorden.
- Ubicación.
- Tipo.
- Marca.
- Comentarios.

Al incorporar los parámetros de ingreso, se facilita el cumplimiento de la sección 5.3 del *Procedimiento para el manejo de sustancias/productos químicos/biológicos del Instituto Tecnológico de Costa Rica*, implementado por el SiGA.

El procedimiento solicita la información necesaria para la manipulación de la sustancia, para lo cual es esencial el *número CAS*, ya que permite conocer especificaciones orientadas para una sustancia particular.

Los tres tipos de nombres se incluyen debido a que no siempre se cuenta con todos ellos, así como se puede dar el caso de químicos con nombres científicos muy extensos, que dificultan las labores cotidianas del personal si deben ser usados frecuentemente.

La referencia de la Hoja de Seguridad *MSDS*, es un parámetro obligatorio para el trámite de compra de sustancias en la Institución. Así lo estipula el “*Procedimiento para el ingreso de sustancias*”, implementado también por el SiGA.

La fecha de ingreso y vencimiento, es necesaria para prevenir la generación de desechos y minimizar los potenciales costos de su tratamiento. Permite agilizar las compras de sustancias próximas a vencer, que son de uso intensivo en las actividades de los laboratorios.

La cantidad y el punto de reorden están asociados estrechamente, ya que el registro continuo de los ingresos y consumos de las sustancias, permiten conocer si las existencias se acercan al punto de reorden. Entiéndase punto de reorden, como la cantidad mínima que puede existir de una sustancia, definida por las condiciones propias de un lugar de trabajo (este concepto fue aportado por el CIPA como parte de sus investigaciones en años pasados).

Por lo tanto, el conocer los movimientos de los consumos e ingresos, permite conocer datos como uso excesivo de sustancias, consumos mensuales y similares. Asimismo, el punto de reorden permite realizar reabastecimientos oportunos de sustancias de interés.

Por otra parte, la ubicación de una sustancia permite identificar el estante o lugar en el que se encuentra, así como identificar si existen problemas de compatibilidad entre sustancias. Al evitar este inconveniente, se previenen derrames, incendios y explosiones que pueden contaminar el aire, agua y suelo, provocar daños a la infraestructura de la institución, así como lesiones y muerte a los seres humanos y otros seres vivos.

El tipo de sustancia puede ser definido por entidades como las Naciones Unidas, la Unión Europea, la NFPA, entre otros (ARP SURA, 2011); así como por reglamentos nacionales como el 27000-MINAE. Una vez definido el criterio, el tipo de sustancia permite conocer los riesgos asociados con su transporte, uso y almacenamiento.

Otros criterios como marca, comentarios o medidas adicionales de seguridad; también pueden llegar a ser necesarios para los usuarios finales, por lo que también fueron incluidas.

Seguidamente, el *registro de consumos* e ingresos fue la segunda función definida, necesaria para mantener actualizados los datos de consumo mensual, de gran importancia para el control de uso de sustancias precursoras y puntos de reorden de reactivos. Esto a su vez es requerido para controlar la acumulación de desechos; en ambos casos, esta operación

se encuentra relacionada estrechamente con el *registro de ingresos*. La actualización constante de los ingresos y consumos por parte de los usuarios, permite generar información necesaria para la generación de *reportes generales de consumo*, la tercera funcionalidad definida.

La cuarta funcionalidad, *generar reportes de movimiento de precursores*, es un caso específico de la tercera funcionalidad. Sin embargo, se especificó por separado con la intención de facilitar el cumplimiento del Reglamento asociado a la Ley 8204, de la cual surge el Reporte de Movimiento de Precursores. Este reporte es presentado a la Unidad de Control y Fiscalización de Precursores, del Instituto Costarricense Sobre Drogas.

La Regencia Química del Tecnológico, es la encargada de presentar estos reportes, con el fin de mantener activa la *licencia de compra*, que le permite a la Institución adquirir una cuota mensual fija de estas sustancias. La solicitud para incorporarse entre los compradores de estas sustancias es suministrada por el SiGA, ésta exige los siguientes compromisos:

- I. Mantener un inventario físicamente verificable.
- II. Llevar un control estricto de su ingreso, consumo y uso.

Por lo tanto, la especificación de esta funcionalidad tomó en cuenta todos estos aspectos.

Seguidamente, *controlar la generación de desechos* corresponde a la quinta funcionalidad definida; ésta busca apoyar el cumplimiento de la legislación institucional mencionada en detalle en los antecedentes. Así como de la legislación nacional, ya que especifica fuertes sanciones ante sus incumplimientos; esto no deja de lado las repercusiones ambientales que los desechos puedan provocar, además de su eventual daño a los seres vivos.

De la Ley GIR, el Reglamento 27001-MINAE, la Normativa de Manejo de Desechos Peligrosos en el Instituto Tecnológico de Costa Rica y la Guía para el manejo de Desechos Peligrosos en los Laboratorios del ITCR, se extraen los siguientes requisitos generales:

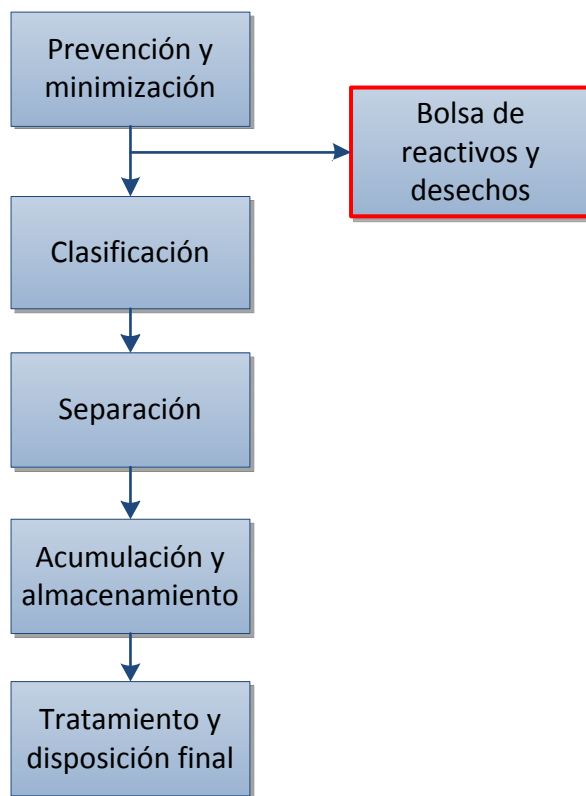
- I. Mantener registros actualizados de la generación de desechos.
- II. Incluir en los registros: tipos, cantidades, composiciones, procedencia, destino, fechas de ingreso y expiración, encargados, entre otros.
- III. Asegurar la rastreabilidad de los desechos en cualquier momento.
- IV. Contar con la posibilidad de generar reportes.
- V. Evitar su generación por falta de uso, excesiva compra y vencimiento de reactivos.

La *generación de alertas* corresponde a la sexta funcionalidad. Responde a las observaciones realizadas por los usuarios, durante la ejecución del primer objetivo del proyecto. Éstas corresponden a notificaciones que le permitan los funcionarios, percatarse de puntos de reorden alcanzados por sustancias, así como sus vencimientos.

De la misma forma, esta funcionalidad aplica en la gestión de reactivos; ya que según la Normativa de Manejo de Desechos Peligrosos en el Instituto Tecnológico de Costa Rica, los desechos no pueden acumularse más de un año, por lo que fácilmente un usuario puede olvidar el vencimiento de desechos acumulados en meses anteriores.

El *gestionar una bolsa de reactivos* (sétima funcionalidad), corresponde a una iniciativa planteada por los investigadores del CIPA, como resultado de su extenso trabajo en el área de los desechos peligrosos y sustancias químicas en la institución. Esta funcionalidad buscó el contar con espacio donde los diferentes laboratorios fueran capaces de compartir sustancias en desuso, próximas a vencer; o bien, residuos que pudieran ser de alguna utilidad para otros laboratorios.

Lo anterior parte del hecho de que no toda sustancia residual es un desecho, esto es mencionado en la Guía para el manejo de Desechos Peligrosos en los Laboratorios del ITCR. Esto se puede observar en la sección 2 de la guía, en el contexto de las Etapas del Manejo de los desechos peligrosos (Figura 12).



**Figura 12.** Función de la bolsa de reactivos en el manejo adecuado de los desechos.

(Adaptado de la *Guía para el manejo de Desechos Peligrosos*).

El *gestionar consultas* es una funcionalidad propia de todo inventario, por lo que se especificó en esta etapa la posibilidad de manejar consultas asociadas son sustancias en general, precursores y desechos.

De la misma forma se especificó el contar con una sección de *ayuda*, elemental en todo sistema informático. De esta forma los usuarios podrán recordar el funcionamiento del sistema; o bien, los nuevos usuarios podrán familiarizarse con la operación del mismo.

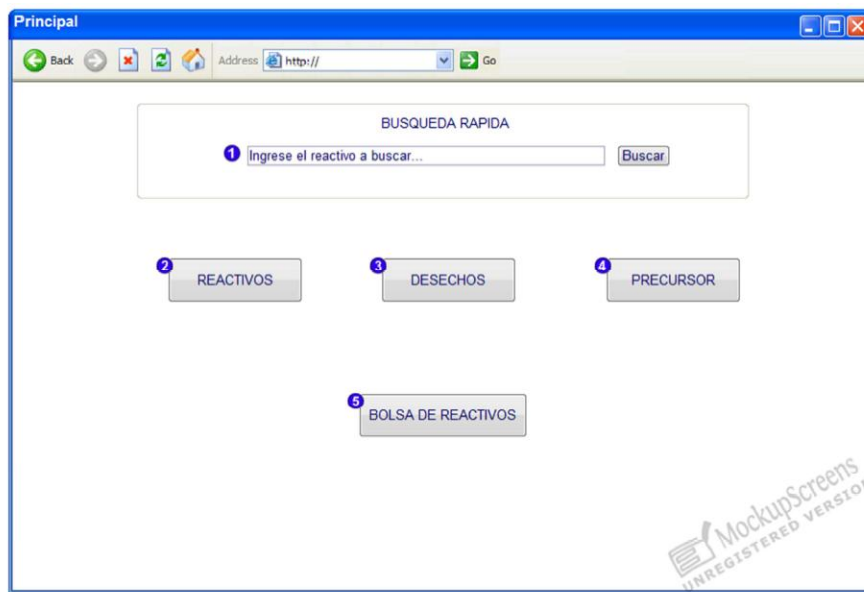


- **Identificación de requerimientos y diseño de interfaz**

Una vez detallada la especificación del proyecto, se procedió a identificar en detalle los requerimientos del sistema. Durante esta etapa se mantuvo una comunicación estrecha con el programador del sistema, detallándole cada uno de los requerimientos y atendiendo todas las consultas asociadas a ellos. Con esta información el programador procedió a realizar un diseño detallado del sistema.

Fue de vital importancia mantener la comunicación entre los usuarios finales y el programador, ya que una mal interpretación de las necesidades de los usuarios, pudo haber llevado al diseño de un sistema incongruente con lo especificado, dando lugar a una gran pérdida de tiempo y recursos. A lo largo de esta etapa se realizaron un total de 15 reuniones, donde participaron ocasionalmente el resto del personal del CIPA y el personal de Centro de Cómputo.

Una vez realizado el diseño detallado del sistema, se procedió a evaluar la conformidad de éste a través de nuevos prototipos de interfaz. Si se observa el anexo 7, es posible comparar los prototipos presentados en el objetivo específico 1, y los obtenidos al finalizar esta etapa (los detalles de los nuevos prototipos se observan en el anexo 9).



**Figura 13.**Prototipo de la pantalla principal del sistema.

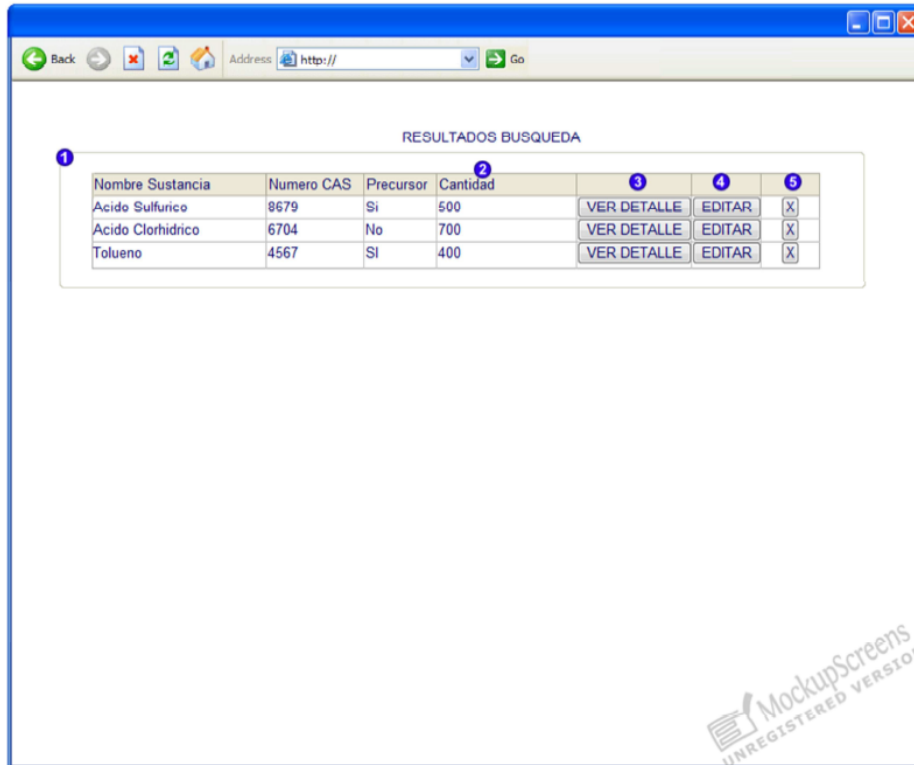


Figura 14. Prototipo de la pantalla de resultados de búsqueda.

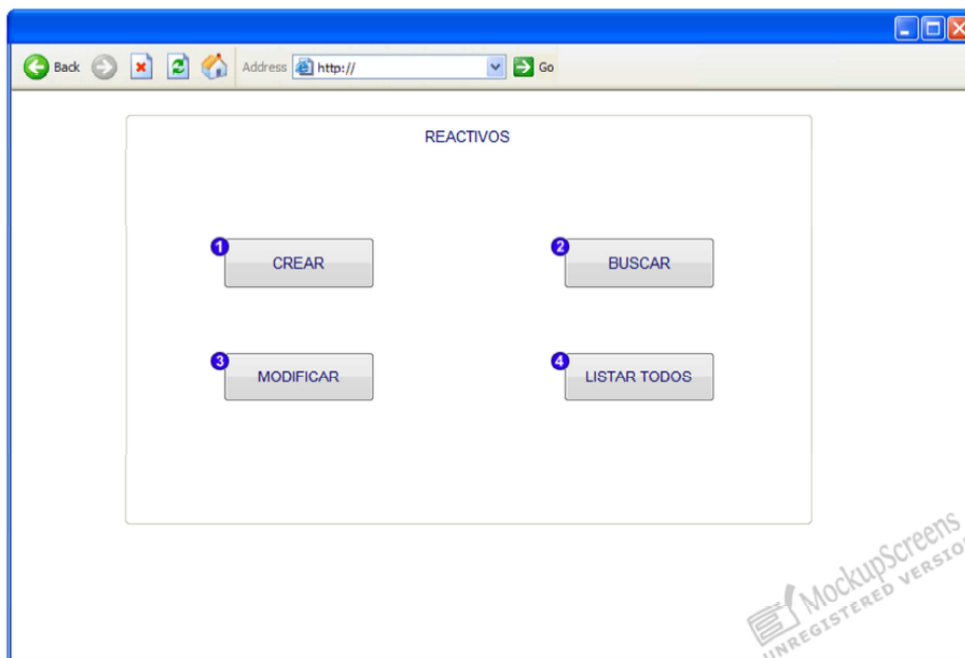


Figura 15. Prototipo de la pantalla principal de gestión de reactivos.

NUEVO REACTIVO

1

Nombre

Nombre Comun

Nombre en Ingles

Numero CAS

2 Hoja Seguridad  Cargar Archivo

Cantidad

Estante

Punto Reorden

Tipo Reactivo

Unidad Medicion

3 Precursor  Si  No

CREAR SUSTANCIA

Figura 16. Prototipo de la pantalla de creación de reactivos.

MODIFICAR SUSTANCIA

Acido Sulfurico

Nombre Comun

Nombre en Ingles

Numero CAS

Hoja Seguridad  Cargar Archivo

Cantidad

Estante

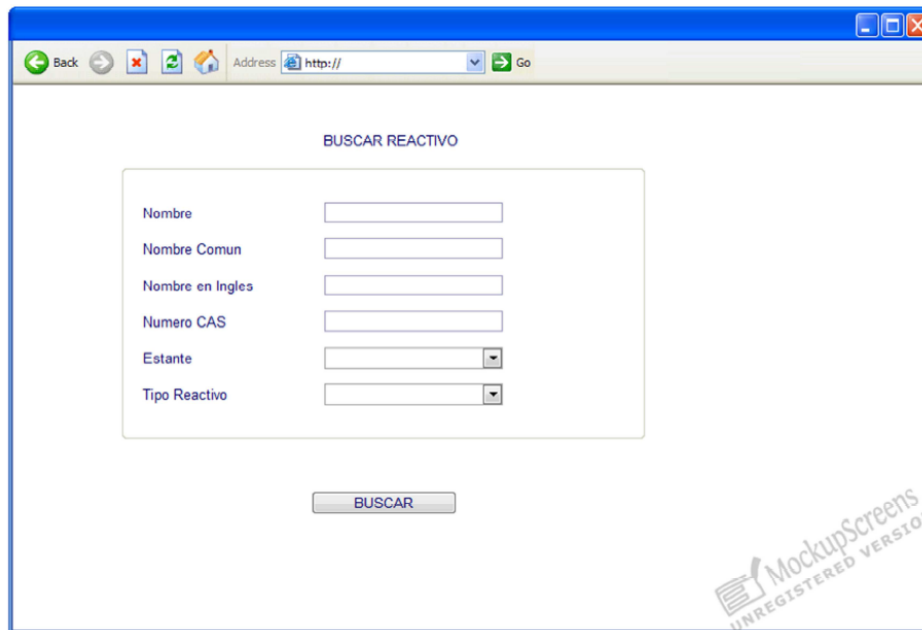
Punto Reorden

Tipo Reactivo

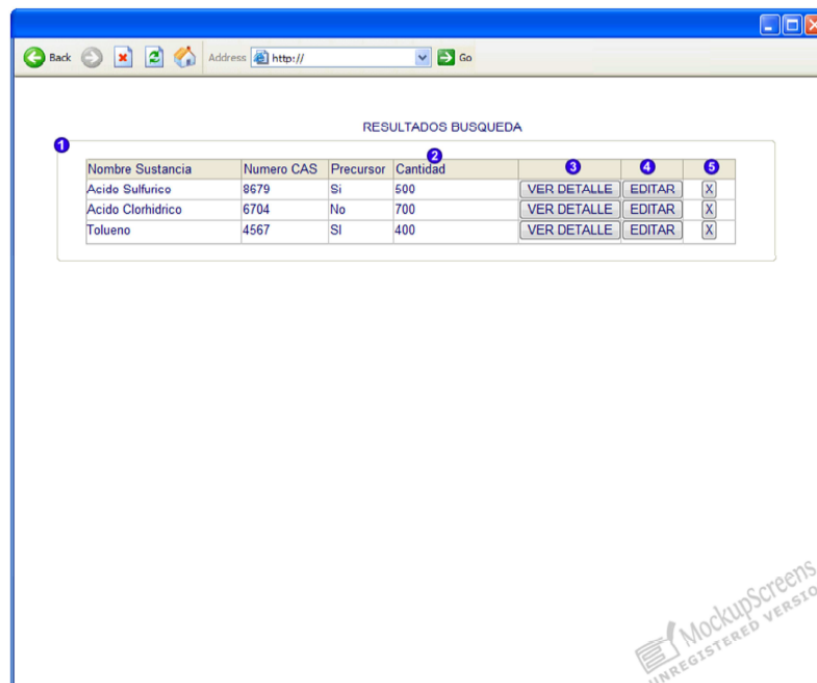
Unidad Medicion

GUARDAR CAMBIOS

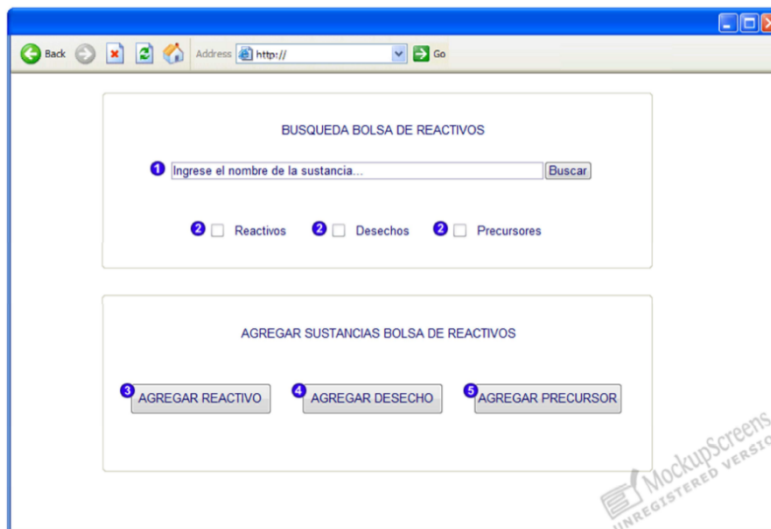
Figura 17. Prototipo de la pantalla de modificación de reactivos.



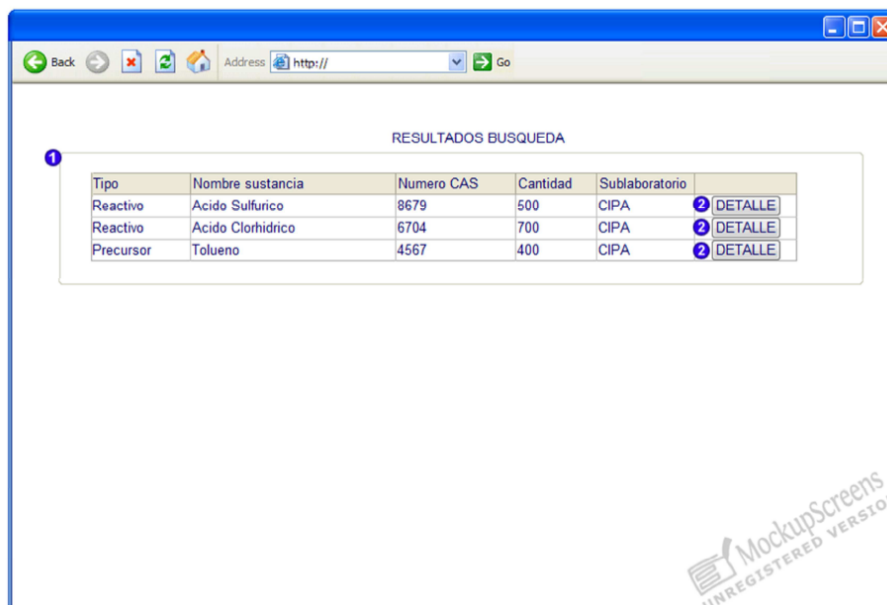
**Figura 18.** Prototipo de la pantalla de búsqueda de reactivos.



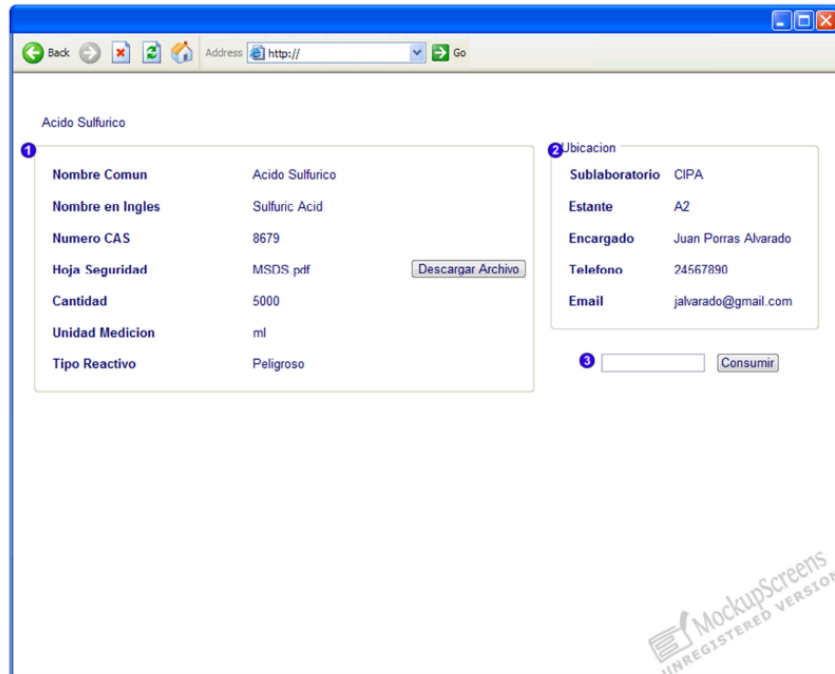
**Figura 19.** Prototipo de la pantalla de resultados de la búsqueda.



**Figura 20.** Prototipo de la pantalla de la bolsa de reactivos.



**Figura 21.** Prototipo de la pantalla de resultados de búsqueda de la bolsa de reactivos.



**Figura 22.** Prototipo de la pantalla para deducir sustancias en la bolsa de reactivos.



**Figura 23.** Prototipo de pantalla de reactivos por agregados a la bolsa de reactivos.

Todas las especificaciones definidas a través de los prototipos anteriores, no fueron definitivas, ya que correspondieron a un punto de partida para dar al programador la aprobación para el inicio de sus labores.

Una vez que se aprobaron los prototipos, se continuó con la atención de las consultas del programador, sobre otros detalles que surgieron durante la programación de los componentes del sistema. Esto permitió finalizar una versión de provisional del sistema, que fue instalada en un servidor de prueba del centro de cómputo.

A continuación se presentan algunas capturas de pantalla del sistema durante su primera ejecución.

lusalano Tecnológico de Costa Rica

**TEC** Sistema de Gestión de Inventario

Sistema ▶ Reactivos Desechos Precusores Bolsa Reactivos ▶ Reportes ▶ Anexos ▶ Ayuda ▶

**Ingeniería Ambiental**

Cambiar Sublaboratorio

---

ALERTAS

**Búsqueda Rápida**

REACTIVOS
DESECHOS
PRECURSORES

BOLSA DE REACTIVOS

11/10/2011 05:31:40 p.m.	Ácido acético	Consumo	1.000	litros
11/10/2011 05:30:55 p.m.	Ácido acético	Agregacion	5.000	litros
11/10/2011 02:52:25 p.m.	DQO	Consumo	1.000	mililitros
11/10/2011 02:51:35 p.m.	DQO	Agregacion	1.000	mililitros
11/10/2011 02:50:34 p.m.	2-propanona	Agregacion	1.000	litros

**Figura 24.** Captura de la pantalla principal del sistema en el servidor de pruebas.

**Búsqueda rápida**

[Listar Todos](#)

### CREAR REACTIVO

Hoja de seguridad:

Nombre químico:

Nombre común:

Nombre en inglés:

Número CAS:

Unidad medición:  ▼

Cantidad:

Punto reorden:

Tipo:  ▼

Ubicación:  ▼

Precursor:  Sí  
 No

Anotaciones:

**Figura 25.** Captura de la pantalla principal de reactivos.



**Búsqueda Rápida**

[Listar Todos](#)

**CREAR PRECURSOR**

MSDS:	<input type="text"/>	<input type="button" value="Browse..."/>
Nombre:	<input type="text"/>	
Nombre Común:	<input type="text"/>	
Nombre en inglés:	<input type="text"/>	
Numero CAS:	<input type="text"/>	
Cantidad:	<input type="text"/>	
Punto reorden:	<input type="text"/>	
Estante:	<input type="text" value="I1"/>	<input type="button" value="v"/>
Tipo reactivo:	<input type="text" value="Inflamable"/>	<input type="button" value="v"/>
Unidad medición:	<input type="text" value="mililitros"/>	<input type="button" value="v"/>
Anotaciones:	<input type="text"/>	

**Figura 26.** Captura de la pantalla principal de precursores.

**Busqueda Rapida**

[Listar Todos](#)

**CREAR DESECHO**

Nombre:

Origen:

Cantidad:

Punto exceso:

Es Mezcla:  Si  
 No

Estante:

Unidad medicion:

Fecha vencimiento:

≤ noviembre de 2012 ≥						
dom	lun	mar	mié	jue	vie	sáb
28	29	30	31	1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	1
2	3	4	5	6	7	8

Anotaciones:

**Figura 27.** Captura de la pantalla principal de desechos.

**Búsqueda Bolsa de Reactivos**

Reactivo  Desecho  Precursor

**Sustancias**

**Figura 28.** Captura de la pantalla principal de la bolsa de reactivos.

lusolano Tecnológico de Costa Rica

TEC Sistema de Gestión de Inventario  
 Sistema ▶ Reactivos Desechos Precusores Bolsa Reactivos ▶ Reportes ▶ Anexos ▶ Ayuda ▶

**Periodo**

**Fecha Inicio**

≤ octubre de 2011 ≥

dom	lun	mar	mié	jue	vie	sáb
25	26	27	28	29	30	1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31	1	2	3	4	5

**Fecha Fin**

≤ noviembre de 2011 ≥

dom	lun	mar	mié	jue	vie	sáb
30	31	1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	1	2	3
4	5	6	7	8	9	10

**REACTIVOS**

	Nombre	Numero CAS	Cantidad	Unidad Medicion	Tipo de Reactivo
<a href="#">Generar Reporte</a>	2-propanona	67-64-1	5.000	mililitros	Base
<a href="#">Generar Reporte</a>	Acido clor	23-43-33	67.000	litros	Ácido
<a href="#">Generar Reporte</a>	Hexano	12-2-3-33	15.000	litros	Inflamable
<a href="#">Generar Reporte</a>	Ácido acético	64-19-7	5.000	litros	Ácido

**Figura 29.** Captura de la pantalla principal de la generación de reportes de reactivos.

El detalle de los componentes finales del sistema, se discuten en detalle en la sección de resultados.

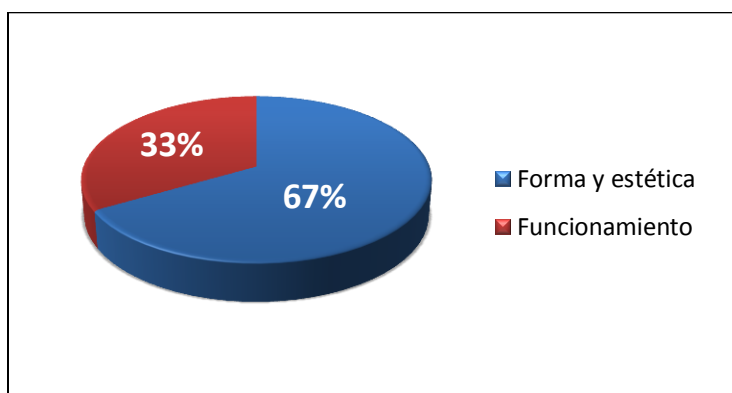
## VALIDACIÓN DEL SISTEMA

### Prueba piloto

Una vez obtenida la primera versión estable del sistema, se realizaron las pruebas iniciales de las funcionalidades especificadas por los usuarios. A través de esta prueba piloto, se buscó verificar la satisfacción del usuario al utilizar el sistema, así como detectar correcciones y opciones de mejora adicionales.

Se realizaron dos sesiones de prueba en las instalaciones de la Carrera de Ingeniería Ambiental, en la oficina del técnico de laboratorio Bernardo Morales Herrera. Esta oficina contaba con una computadora con conexión a la intranet de la institución, con la que se ingresó a la dirección <http://tec-dev.itcr.ac.cr/InventarioQuimica/>, por medio del navegador Microsoft Internet Explorer versión 9.0. Esta dirección fue asignada provisionalmente por el Centro de Cómputo, para la realización de las pruebas.

La primera sesión dio como resultado un total de 27 observaciones, de las cuales 9 correspondieron a problemas en el funcionamiento del sistema (33%) y 18 (67%) a correcciones de redacción y estética de la interfaz.



**Figura 30.** Distribución porcentual de las correcciones de la primera prueba.

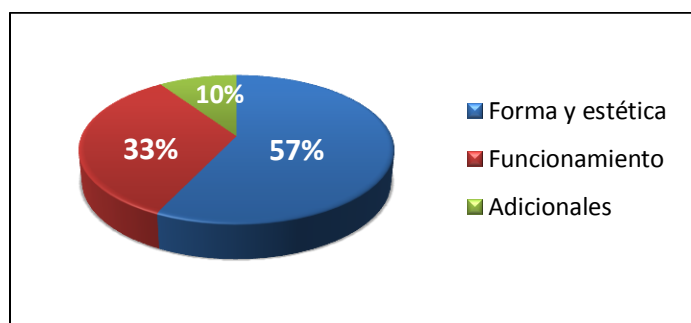
Los errores de funcionamiento implicaron que el sistema perdiera parte o la totalidad de alguna funcionalidad, por lo que este tipo de errores debieron ser corregidos obligatoriamente, éstos responden a problemas originados en la programación de los componentes, propios del programador y por tanto ajenos a esta discusión. Como ejemplo

concreto, se determinó que errores en la estructura interna del sistema, provocaban que funcionalidad de búsqueda no trabajara completamente.

Por otra parte, los errores de forma y estética, correspondieron a problemas en la utilización de palabras, errores ortográficos y otros asociados con la ubicación y proporciones de los elementos de la interfaz (botones, cajas de texto, entre otros). Estos errores pueden comprometer el uso del sistema, ya que confunden al usuario y hace más difícil la asimilación de las funcionalidades. Por lo que siempre se le hizo ver al usuario piloto la importancia de sus observaciones, ya que el éxito de estos sistemas depende de la comodidad que el usuario final y no de los desarrolladores (para conocer el detalle de estas correcciones, consúltese el anexo 11).

Una vez corregidos estos errores, se presentó nuevamente el sistema al señor Marco Méndez, contando también con la participación del señor Bernardo Morales nuevamente. La actividad se realizó en el mismo lugar, con las mismas especificaciones de la primera prueba.

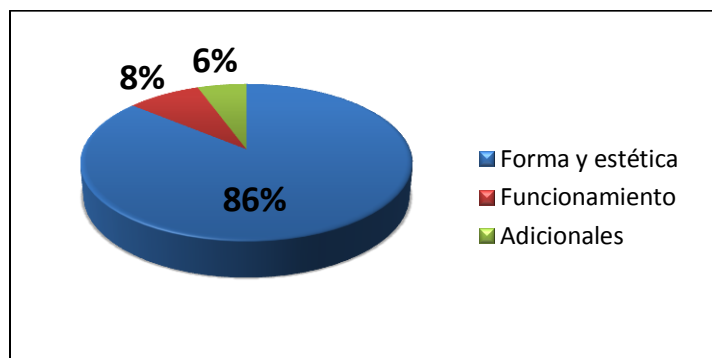
Se recopilaron un total de 21 observaciones, 7 correspondientes a errores en el funcionamiento del sistema (33%), 2 a opciones mejora adicionales (10%) y 12 a correcciones de forma y estética (57%). La variación entre las cantidades y tipos de observaciones entre la primera y la segunda prueba, se deben a las diferentes acciones tomadas por los usuarios, que los llevaron a descubrir nuevas inconformidades o sugerencias.



**Figura 31.** Distribución porcentual de las correcciones de la segunda prueba.

Ante el hallazgo de nuevas correcciones, se decidió realizar una revisión a profundidad de todas las modalidades antes de volver a presentar el sistema a los usuarios. Con el fin de mejorar el sistema y garantizar su correcto funcionamiento durante la realización de las pruebas.

La totalidad de las observaciones se incorporaron un informe, donde se documentaron un total documentado de 107. Del total, 92 de ellas correspondieron a forma y estética (86%), 9 a funcionamiento (8%) y 6 a funcionalidades adicionales (ver anexo 11).



**Figura 32.** Distribución porcentual de las correcciones de la evaluación en detalle.

Con el propósito de maximizar el aporte realizado por el señor Bernardo Morales Herrera, se realizó una tercera evaluación. En este tercer caso, se modificó el enfoque metodológico de la actividad.

En las primeras dos pruebas, el usuario utilizó libremente el sistema, asistido en aquellas funcionalidades en las que presentaba interés. En el segundo enfoque, se utilizó un formato de pruebas, según módulos (reactivos, desechos, precursores, reportes y bolsa de reactivos) y funcionalidades (ingresos, consumos, eliminaciones, modificaciones, entre otras), de forma que fuera posible detallar la prueba y así orientar al usuario a puntos más específicos (ver anexo 12). Se recopilaron 5 observaciones en este segundo caso.

Adicionalmente, se realizó una prueba con el futuro el administrador del sistema, el Lic. David Gustavo Benavides Ramírez, regente químico de la institución. El administrador del sistema, se encargará de registrar y autorizar a los usuarios durante el uso del mismo a largo

plazo, así como definir la configuración de las bodegas de almacenamiento, la clasificación de las sustancias reconocidas por la aplicación, entre otras a discutir más adelante.

### Capacitación a los usuarios

Al contar con la versión previamente validada del sistema, se solicitó al Departamento de Recursos Humanos la autorización para realizar una capacitación teórico-práctica sobre el manejo del sistema. La actividad fue autorizada y comunicada al personal de la institución a través del correo electrónico interno, recibiendo la confirmación de la asistencia de un total de 15 personas (ver comunicado en anexo 16). A continuación se muestran los resultados de la asistencia.

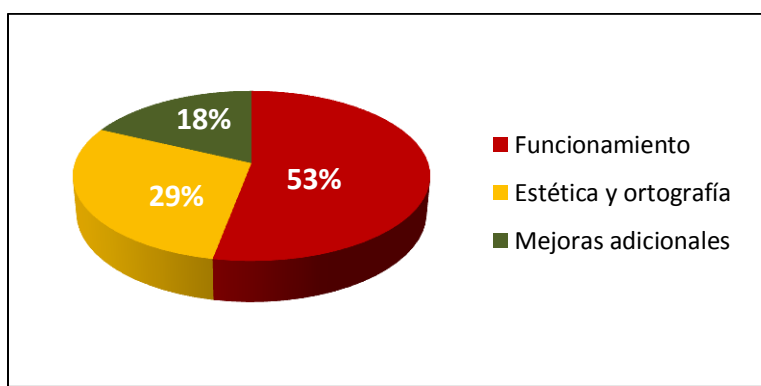
**Cuadro 2.** Resultados de la asistencia al evento de capacitación.

Nombre	Procedencia
Bernardo Morales Herrera	Ingeniería Ambiental
Floribeth Madrigal Cordero	Ingeniería en Materiales
Fabiana Rojas Parajeles	Laboratorio de Genética Molecular
Carlos Gómez Córdoba	Ingeniería Agrícola
Adrián Chavarría Vidal	Laboratorio de Suelos
Johnny Granados Calderón	Administración de Mantenimiento
Carlos Ballestero Brenes	Ingeniería Forestal
Alejandro Córdoba Campos	CEQIATEC
Marco Méndez López	CEQIATEC
Julián Alvarado Herrera	Ingeniería en Biotecnología
Freddy Angulo Ramírez	CIPA
Juan Carlos Salas Jiménez	CIPA
Juan Carlos Solano	Docencia Biología
Eduardo Arce Mena	CIVCO
David Benavidez Ramírez	Regencia Química

La presentación de la *Normativa de Manejo de Desechos Peligrosos* y de la *Guía de Manejo de Desechos Peligrosos en los Laboratorios del ITCR*, fue necesaria para recordar a los participantes el trabajo realizado con anterioridad, ya que las primeras etapas del proyecto habían sido realizadas dos años atrás. Por otra parte, se contó con la participación de algunas personas que conocían el proyecto por primera vez, por lo que fue indispensable la presentación de los antecedentes del mismo.

La participación del señor Gustavo Villavicencio Gómez, profesional del Centro de Cómputo de la Institución, permitió orientar a los usuarios las etapas del desarrollo del sistema, así como los conceptos importantes relacionados (ver anexo 13).

Posteriormente, se procedió a presentar el sistema en marcha, para orientar a los futuros usuarios en sus características y funcionamiento. Al finalizar esta etapa, cada usuario evaluó los módulos del sistema y sus funcionalidades. En vista de la variedad de formas de comprender y utilizar el sistema por parte de los usuarios, se detectaron correcciones y opciones de mejora adicionales. A continuación se describe su distribución:



**Figura 33.** Distribución de las correcciones y observaciones realizadas por los usuarios.

Durante la participación de los futuros usuarios en las sesiones, se evidenció que algunos carecían de los conocimientos básicos, necesarios para comprender de una forma óptima un sistema de consulta a través de internet. Por lo cual fue necesario tomar un espacio para aclarar estos conocimientos, a continuación se presentan algunos puntos importantes:

1. Uso básico del puntero (cuando es necesario realizar un *clic* o dos).
2. Definición y diferencias entre los términos intranet e internet.
3. Búsqueda, almacenamiento y uso de archivos PDF.
4. Definición y diferencias entre los términos navegador y explorador de internet.
5. Definición de los conceptos sitio web y dirección web.
6. Definición de las operaciones de retroceso y refrescamiento de una página web.

Los conceptos anteriores pueden parecer básicos e innecesarios para algunos lectores; sin embargo, es importante que estén claros pues pueden provocar problemas en el uso y



funcionamiento del sistema. Por ejemplo, realizar dos *clicks* en lugar de uno, puede implicar el ingreso de entradas duplicadas a la base de datos del sistema; o bien, la falta de capacitación en el manejo de archivos PDF, pueden implicar problemas en la búsqueda y almacenamiento de hojas de seguridad MSDS. Estos conceptos se deben tener presentes en futuras capacitaciones, durante el ingreso de nuevos usuarios o en proyectos similares.

Con esto se comprueba la importancia de rol de ingeniero ambiental, como mediador entre los diferentes actores involucrados en problemáticas ambientales, así como promotor de uso de la tecnología existente para resolverlas.

Al finalizar las sesiones de uso del sistema, se realizó la evaluación final programada previamente, ésta consistió en un porcentaje de trabajo en el laboratorio y otro individual, de forma que los participantes se tomaran el tiempo para interactuar con el sistema (el formato de evaluación se presenta en el anexo 15). Para esto se contó con una sesión adicional del trabajo, acordada entre el equipo de trabajo y los participantes.

La totalidad de los usuarios realizó el proceso de evaluación; sin embargo, al finalizarlo se observó que existían algunas confusiones en el manejo del sistema, debidas a los errores encontrados al inicio del proceso, así como otros debidos a carencias en el manejo de los conceptos informáticos descritos con anterioridad.

Por esta razón, se decidió realizar una sesión extraordinaria, utilizando una modalidad distinta a la de las primeras sesiones, ya que en un inicio cada usuario interactuaba por su cuenta y aprendía según su propia percepción, recibiendo asistencia cuando lo solicitaba. En este segundo caso, se realizó una presentación teórico-práctica sobre el uso del sistema, donde los participantes únicamente prestaban atención sin ninguna interacción. Al concluir la presentación, los participantes manifestaron comprender mucho mejor el manejo del sistema.

En vista de que la actividad era realizada por primera vez, no se conocía el aporte que lo anterior implicaría, por lo cual se determinó que es necesario realizar primeramente la presentación teórico-práctica, antes de la interacción individual de los usuarios con el sistema. En la sesión extraordinaria se contó únicamente con la participación de 5 personas.

A lo largo de todo el proceso, las personas manifestaron un interés constante en el proyecto, lo que cuantitativamente se verifica con el porcentaje de asistencia de un 90%. Las ausencias registradas, fueron justificadas y se dieron por causas de fuerza mayor, asociadas las labores de los participantes dentro y fuera de la institución. Cualitativamente, los usuarios manifestaron su satisfacción con la propuesta, estipulando que sobrepasaba sus expectativas, se mostraban optimistas ante el cambio y los beneficios que el uso del sistema implicaría para su trabajo.

Una vez corregidos los problemas finales de estética y funcionamiento, se procedió a solicitar al Centro de Cómputo la aprobación del mismo. A su vez se delegó al señor David Benavidez, regente químico de la Institución, como futuro administrador del sistema, y asesor de los usuarios ante cualquier necesidad que se presente a lo largo de su futuro uso.

Las opciones de mejora recopiladas al final del proceso, requerían el desarrollo de una etapa adicional de mejora, lo que implicaría la contratación de un nuevo programador y la formación de un nuevo equipo de trabajo. Por esta razón, se incluyen en el anexo 16 y fueron entregadas al administrador del sistema para su futura implementación.

Esto a su vez se realizó, con la intención de incorporarlas conjuntamente con otras mejoras, que puedan surgir durante los primeros meses de uso del sistema, de forma que su puesta en producción no se retrasara según lo previsto.

## **RESULTADOS FINALES**

A continuación se detallan las funcionalidades de cada uno de los módulos del sistema, los módulos son los siguientes:

1. Administración.
2. Pantalla principal.
3. Reactivos.
4. Precursores.
5. Desechos.
6. Bolsa de reactivos.
7. Reportes.
8. Anexos.
9. Ayuda.

### ***Módulo de administración***

El primer paso para iniciar el uso del sistema es definir los laboratorios, usuarios y condiciones de trabajo, esto es necesario ya que se debe mantener el orden en el uso del sistema para aprovechar todo su potencial. Por otra parte, los entes supervisores de la institución en materia ambiental como el SiGA, el CIPA o la Regencia Química, deben estar en capacidad de verificar que la gestión de las sustancias química, biológicas, precursoras y sus desechos, están siendo administradas correctamente según la legislación ambiental e institucional.

Por este motivo, la administración del sistema fue diseñada para que una única persona o departamento pueda realizar las siguientes funciones:

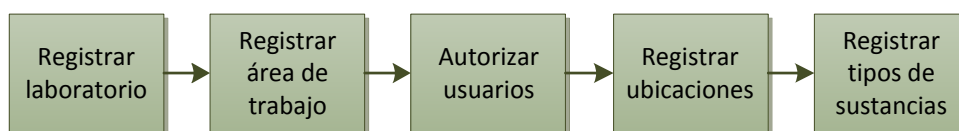
1. Registrar un nuevo laboratorio.
2. Registrar áreas de trabajo.
3. Autorizar usuarios.
4. Definir la clasificación de las sustancias.
5. Definir la ubicación física de las sustancias.

De esta forma se evitará que el sistema sea utilizado por personas no autorizadas, así como restringir el acceso de información errónea que implique una gestión contraria a la requerida por el marco legal definido previamente, como lo sería el vencimiento de reactivos por un incorrecto ingreso de fechas, o el desconocimiento de la ubicación de un desecho por una incorrecta distribución de bodega.

El proceso que el administrador realiza, consiste en registrar un nuevo laboratorio dentro del sistema, y las subdivisiones o áreas de trabajo que éste tenga. El área de trabajo fue definida para laboratorios de gran tamaño, como es el caso de CEQIATEC, que contaba con tres áreas de trabajo: Aguas Potables, Aguas Residuales y Microbiología. Si el laboratorio no cuenta con este tipo de distribución, puede asignar el mismo nombre del laboratorio al área de trabajo.

Posteriormente, autoriza los usuarios que pertenecen a ese laboratorio, previamente registrados por el Centro de Cómputo para el ingreso a la intranet. Un usuario puede ser autorizado para utilizar uno o más laboratorios, si sus labores así lo exigen.

Una vez concretado este último paso, ingresa la distribución de los estantes o *ubicaciones físicas* que las sustancias y sus desechos tendrán en la bodega y/o instalaciones del laboratorio. El último paso, es definir la clasificación de sustancias que el usuario utilizará, de forma que se le exija respetar la compatibilidad durante el almacenamiento, evitando mezclas que puedan producir reacciones o derrames, que contaminen el medio ambiente y pongan en peligro a los seres vivos.



**Figura 34.** Esquema del proceso de administración del sistema.

A continuación se muestran las capturas de las pantallas correspondientes al módulo de administración.

racosta Tecnológico de Costa Rica

TEC
Sistema de Gestión de Inventario

Cartago  
Escuela de Química

---

CREAR LABORATORIO

Nombre:

Encargado:

Teléfono:

Correo electrónico:

LABORATORIOS

Laboratorio A

**Figura 35.** Pantalla de registro de laboratorios.

racosta Tecnológico de Costa Rica

TEC
Sistema de Gestión de Inventario

Cartago  
Escuela de Química  
Laboratorio

---

CREAR ÁREA DE TRABAJO

Nombre:

Encargado:

Teléfono:

Correo electrónico:

ÁREAS DE TRABAJO

Sublab A

**Figura 36.** Pantalla de registro de áreas de trabajo.

racosta Tecnológico de Costa Rica

TEC
Sistema de Gestión de Inventario

Cartago

Escuela de Química

---

CREAR USUARIO

Nombre Usuario:

Laboratorio:

USUARIOS

X	racosta	Laboratorio A
---	---------	---------------

**Figura 37.** Pantalla de autorización de usuarios.

racosta Tecnológico de Costa Rica

TEC
Sistema de Gestión de Inventario

Laboratorio:

Área de trabajo:

---

CREAR UBICACIÓN

Nombre Ubicación:

UBICACIONES

X	A
X	B

**Figura 38.** Pantalla de ingreso de ubicación de sustancias.

**Figura 39.** Pantalla de ingreso de tipos de sustancias.

### *Pantalla principal*

Esta pantalla contiene los elementos principales del sistema, corresponde a la primera pantalla que el usuario ingresa una vez registrado su nombre de usuario y contraseña en la pantalla de autenticación, ésta última lo lleva a la pantalla de selección de su laboratorio y área de trabajo.

**Figura 40.** Pantalla de autenticación.

lusolano Tecnológico de Costa Rica

**TEC** Sistema de Gestión de Inventario

Sistema ▶ Reactivos Desechos Precursores Bolsa de Reactivos Reportes ▶ Anexos Ayuda ▶

**Seleccione su lugar de trabajo:**

Laboratorio: Ingeniería Ambiental ▼

Sublaboratorio: Ingeniería Ambiental ▼

Seleccionar

**Figura 41.** Pantalla selección de laboratorio y área de trabajo.

La pantalla principal cuenta con los siguientes elementos y funciones:

**Título:** muestra el área de trabajo en uso.

**Cambio de área de trabajo:** este botón permite al usuario cambiar de área de trabajo dentro de un mismo laboratorio, así como cambiar de laboratorio si posee los permisos correspondientes.

**Alertas:** muestra al usuario los reactivos que han alcanzado su punto de reorden y los desechos que han alcanzado su punto de exceso. El perímetro del botón se vuelve rojo al existir alertas sin resolver, al resolver todas las alertas su perímetro cambia a color verde.

**Búsqueda:** le permite al usuario buscar en la base de datos de reactivos y precursores, sustancias según sus atributos.

**Módulo de reactivos:** este botón permite al usuario acceder a la pantalla principal de gestión de reactivos.

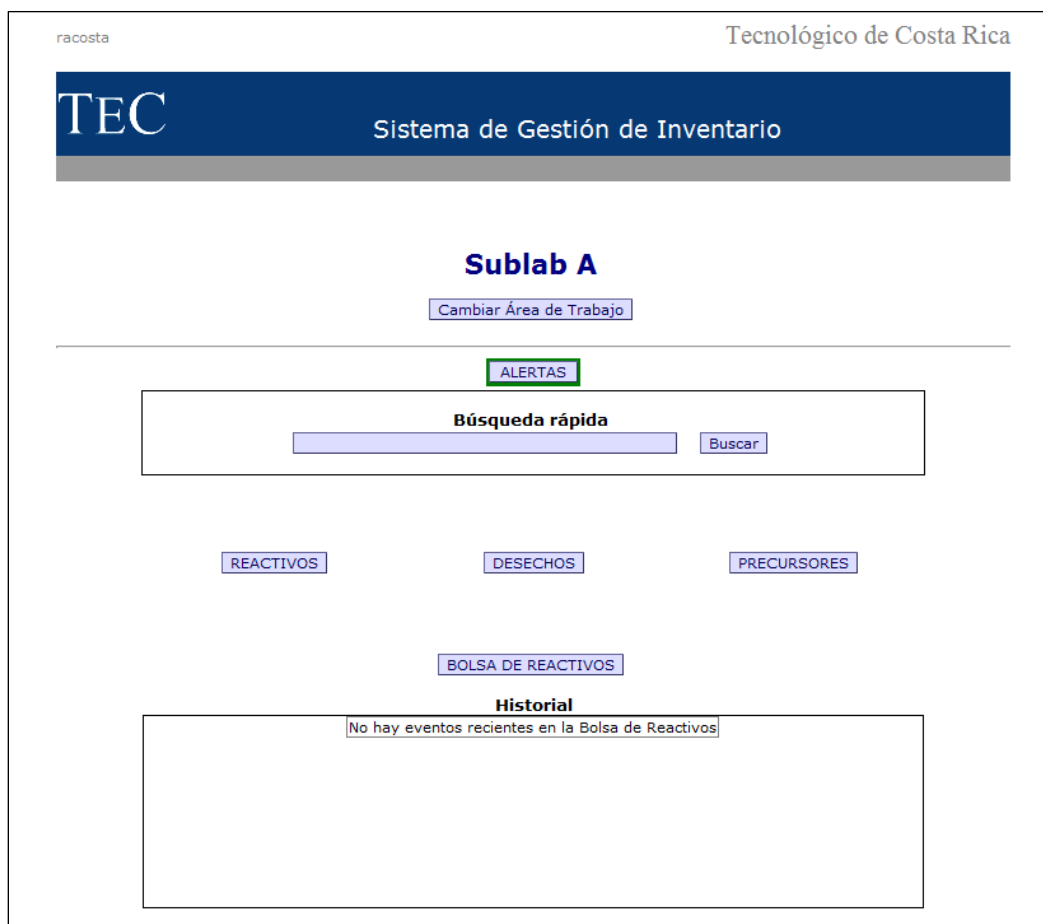
**Módulo de precursores:** este botón permite al usuario acceder a la pantalla principal de gestión de precursores.



**Módulo de desechos:** este botón permite al usuario acceder a la pantalla principal de gestión de desechos.

**Módulo de bolsa de reactivos:** este botón permite al usuario acceder a la pantalla principal de gestión de la bolsa de reactivos.

**Historial:** permite al usuario observar las acciones realizadas dentro de su área de trabajo. Incluye fecha y hora de la acción realizada, sustancia o desecho utilizado, tipo de acción, cantidad y unidades correspondientes a la acción.



**Figura 42.** Pantalla principal del sistema.



**Figura 43.** Detalle de alertas al mostrar y ocultar el elemento.

### *Gestión de reactivos*

La pantalla principal cuenta con los siguientes elementos y funciones:

**Título:** muestra el título del módulo y el área de trabajo en uso.

**Ingreso de nuevo reactivo:** permite al usuario ingresar una nueva sustancia en la base de datos, los parámetros de entrada son los siguientes.

- 1. Hoja de seguridad:** permite anexar un archivo con la información de la sustancia suministrada por el fabricante, o adquirida a través de internet.

Este parámetro es obligatorio, ya que el *Procedimiento para el ingreso de sustancias* y el *Formulario para el ingreso de sustancias*, elaborados por el SiGA<sup>4</sup>, establecen que toda sustancia registrada en el Catálogo de Materiales del Departamento de Aprovisionamiento de la institución posee este documento. Si no se encuentra dentro del catálogo, el interesado debe aportarla, por lo que en ambos casos se cuenta con el archivo si se respeta este. La Normativa de Manejo de desechos peligrosos también exige el cumplimiento de este requisito.

<sup>4</sup> Consultar referencias bibliográficas.

2. **Nombre químico:** permite al usuario ingresar el nombre de la sustancia, según la nomenclatura utilizada por el laboratorio, por ejemplo IUPAC.
3. **Nombre común:** permite al usuario ingresar el nombre común de la sustancia, utilizado por razones prácticas o comerciales.
4. **Nombre en inglés:** permite al usuario ingresar el nombre en inglés de la sustancia, en caso de que su recipiente u Hoja de Seguridad lo incluya.
5. **Número CAS:** permite ingresar el número de referencia CAS.
6. **Unidad de medición:** permite seleccionar entre las unidades de medición litros, mililitros, centímetros cúbicos, miligramos, gramos o kilogramos.
7. **Cantidad:** corresponde a la cantidad en litros, mililitros, centímetros cúbicos, miligramos, gramos, kilogramos, entre otros; de la sustancia a ingresar.
8. **Cantidad mínima:** corresponde al punto de reorden o cantidad mínima que puede existir en el inventario por motivos prácticos o administrativos.
9. **Clasificación:** permite seleccionar la clasificación definida por el administrador del sistema.
10. **Ubicación:** selecciona la ubicación física en la bodega o las instalaciones del laboratorio, definida previamente por el administrador.
11. **Fecha de vencimiento:** fecha suministrada por el fabricante en el recipiente de la sustancia.
12. **Anotaciones:** permite ingresar cualquier información adicional que el usuario requiera, por ejemplo detalles del proveedor, recipientes adicionales, otros datos de seguridad, entre otros.

**Figura 44.** Pantalla principal del módulo de reactivos.

**Búsqueda:** le permite al usuario buscar en la base de datos de reactivos por nombre químico, nombre común, nombre en inglés y número CAS. Los resultados de la búsqueda se presentan según el siguiente formato:

Detalles	Nombre común	Nombre químico	Nombre en inglés	Número CAS	Precursor	Eliminar
<a href="#">Ver</a>	Acetona	Dimetilcetona	Acetone	67-64-1	Sí	<a href="#">X</a>
<a href="#">Ver</a>	Hexano	n-Hexano	Hexane	110-54-3	No	<a href="#">X</a>

**Figura 45.** Formato del resultado de búsqueda de reactivos.

En el recuadro de búsqueda, se incluyó un vínculo para *listar todos* los contenidos de la base de datos en este módulo. Al seleccionar el vínculo de los detalles de un resultado de búsqueda, el sistema presenta la siguiente pantalla:

The screenshot shows a web interface for 'Sistema de Gestión de Inventario' (Inventory Management System) by 'Tecnológico de Costa Rica'. The main heading is 'REACTIVO' (REACTIVE) with a sub-label 'Sublab A'. The interface is divided into several sections:

- Form Fields:** A series of input fields for 'Hoja de Seguridad' (Download file), 'Nombre químico' (Reactivo de prueba), 'Nombre común' (Nombre comun), 'Nombre en inglés' (Nombre ingles), 'Número CAS' (CAS1234), 'Unidad medición' (centilitros), 'Cantidad' (40,000), 'Cantidad mínima' (40,000), 'Tipo' (Flamable), and 'Ubicación' (A).
- Calendar:** A calendar for December 2012, with the date '2' selected for 'Fecha vencimiento'.
- Buttons:** 'Ingresar' (Add) and 'Consumir' (Consume) buttons are located to the right of the form fields. An 'Editar información' (Edit information) button is located below the calendar.
- Historial (History):** A table at the bottom showing inventory events.

Fecha	Usuario	Evento	Cantidad
02/12/2011 08:57:39 p.m.	racosta	Deducción	16,000
02/12/2011 08:57:22 p.m.	racosta	Deducción	200,000
02/12/2011 08:57:16 p.m.	racosta	Deducción	400,000
02/12/2011 08:57:08 p.m.	racosta	Deducción	66,000
02/12/2011 08:57:04 p.m.	racosta	Deducción	78,000
02/12/2011 08:56:25 p.m.	racosta	Primer ingreso	800,000

**Figura 46.** Pantalla de detalle de reactivos.

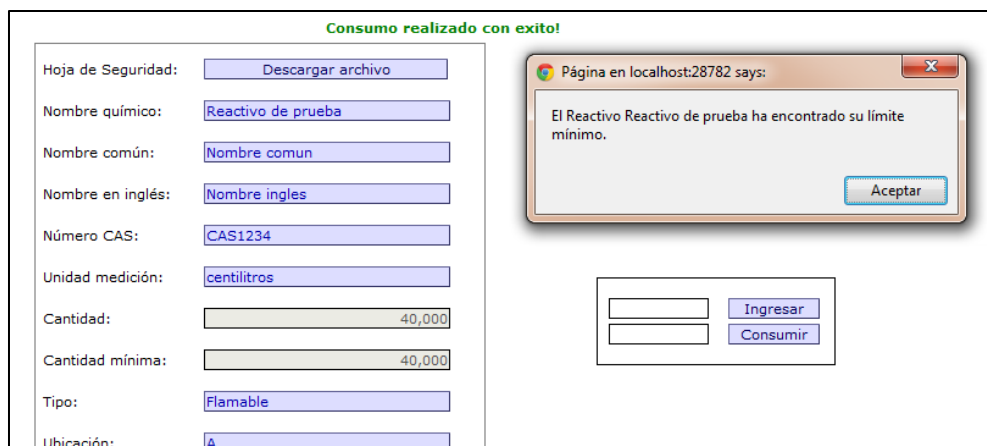
La pantalla anterior cuenta con los siguientes elementos:

**Título:** presenta el nombre del área de trabajo y el módulo sobre el cual se trabaja.

**Información de la sustancia:** corresponde a un recuadro con la información registrada al momento de ingresar la sustancia por primera vez.

**Consumos e ingresos:** permite realizar modificaciones rápidas de la cantidad registrada en la base de datos, por consumos o ingresos de la sustancia de interés.

En el momento en que una sustancia alcanza su punto de reorden, por el uso de esta funcionalidad, el sistema despliega una ventana de alerta, y la registra en la pantalla principal del sistema (ver figuras 42, 43 y 47).



**Figura 47.** Pantalla de alerta de punto de reorden.

**Edición de información:** este botón permite modificar la información registrada al momento de ingresar la sustancia por primera vez.

**Generación de reportes:** esta sección permite seleccionar un período de tiempo y generar un reporte los ingresos y consumos asociados a la sustancia de interés, así como del historial de los movimientos realizados con esa sustancia.

### ***Gestión de precursores***

Permite realizar todas las funciones descritas en el módulo de reactivos, ya que los precursores son reactivos de trato especial. La razón de manejar estas sustancias en un módulo separado, responde a la importancia legal que estos tienen para la institución.

Por otra parte, los resultados de la búsqueda de este módulo presentarán únicamente sustancias precursoras, por logra obtener resultados más específicos para esta categoría.

## ***Gestión de desechos***

La pantalla principal cuenta con los siguientes elementos y funciones:

**Título:** muestra el título del módulo y el área de trabajo en uso.

**Ingreso de nuevo desecho:** permite al usuario ingresar un nuevo desecho en la base de datos, los parámetros de entrada para este caso son los siguientes.

1. **Nombre:** permite al usuario ingresar el nombre que considere más significativo para el desecho.
2. **Origen:** permite introducir una descripción breve del origen del desecho.
3. **Unidad de medición:** permite seleccionar entre las unidades de medición litros, mililitros, centímetros cúbicos, miligramos, gramos o kilogramos.
4. **Cantidad:** corresponde a la cantidad en litros, mililitros, centímetros cúbicos, miligramos, gramos o kilogramos del desecho a ingresar.
5. **Límite máximo:** corresponde a la cantidad máxima (punto de exceso) que se puede acumular del desecho. Según la *Guía para el Manejo de los Desechos Peligrosos* de la institución, este límite corresponde a un kilogramo y un galón para sólidos y líquidos peligrosos respectivamente (existen excepciones a esta regla, para sustancias altamente peligrosas, ver página 24 de la guía impresa, puede solicitarla a la Regencia Química de la Institución).
6. **Ubicación:** selecciona la ubicación física en la bodega o las instalaciones del laboratorio, definida previamente por el administrador.
7. **Fecha de vencimiento:** fecha máxima que puede alcanzar el desecho en almacenamiento, definida por la guía mencionada en el punto 5, por un máximo de un año. El sistema despliega automáticamente esa fecha, con el fin de facilitar el trabajo al usuario.
8. **Anexos:** permite seleccionar archivos con especificaciones de tratamiento, medidas de seguridad, entre otros; que sean necesarios para un correcto manejo del desecho.
9. **Anotaciones:** permite ingresar cualquier información adicional que el usuario requiera.

TEC

Sistema de Gestión de Inventario

**DESECHOS**

Sublab A

**Búsqueda**

Buscar

[Listar Todos](#)**Ingresar nuevo desecho**

Nombre:	<input type="text"/>																																																																								
Origen:	<input type="text"/>																																																																								
Unidad medición:	centilitros <input type="text"/>																																																																								
Cantidad:	<input type="text"/>																																																																								
Límite máximo:	<input type="text"/>																																																																								
Ubicación:	A <input type="text"/>																																																																								
Fecha de vencimiento:	<table border="1"> <tr> <td>≤</td> <td colspan="7">diciembre de 2012</td> <td>≥</td> </tr> <tr> <td></td> <td>dom</td> <td>lun</td> <td>mar</td> <td>mié</td> <td>jue</td> <td>vie</td> <td>sáb</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>25</td> <td>26</td> <td>27</td> <td>28</td> <td>29</td> <td>30</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>9</td> <td>10</td> <td>11</td> <td>12</td> <td>13</td> <td>14</td> <td>15</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>16</td> <td>17</td> <td>18</td> <td>19</td> <td>20</td> <td>21</td> <td>22</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>23</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> <td>27</td> <td>28</td> <td>29</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>30</td> <td>31</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td></td> </tr> </table>	≤	diciembre de 2012							≥		dom	lun	mar	mié	jue	vie	sáb			25	26	27	28	29	30	1			2	3	4	5	6	7	8			9	10	11	12	13	14	15			16	17	18	19	20	21	22			23	24	25	26	27	28	29			30	31	1	2	3	4	5	
≤	diciembre de 2012							≥																																																																	
	dom	lun	mar	mié	jue	vie	sáb																																																																		
	25	26	27	28	29	30	1																																																																		
	2	3	4	5	6	7	8																																																																		
	9	10	11	12	13	14	15																																																																		
	16	17	18	19	20	21	22																																																																		
	23	24	25	26	27	28	29																																																																		
	30	31	1	2	3	4	5																																																																		
Hoja de seguridad:	<input type="button" value="Seleccionar archivo"/> <input type="button" value="No s...hivo"/>																																																																								
Anotaciones:	<input type="text"/>																																																																								

**Figura 48.** Pantalla principal del módulo de desechos.



**Búsqueda:** le permite al usuario buscar en la base de datos de desechos según el nombre ingresado. En el recuadro de búsqueda, también se incluyó un vínculo para *listar todos* los contenidos de la base de datos en este módulo. Los resultados de la búsqueda se presentan con el siguiente formato.

Detalles	Nombre	Origen	Cantidad	Unidades	Vencimiento	Eliminar
<a href="#">Ver</a>	DQO	Práctica 1	5	litros	01/01/2012	<a href="#">X</a>
<a href="#">Ver</a>	DBO	Práctica 2	4	litros	01/01/2012	<a href="#">X</a>

**Figura 49.** Formato del resultado de búsqueda de desechos.

Al seleccionar el vínculo de los detalles de un resultado de búsqueda, el sistema presenta la siguiente pantalla:

racosta
Tecnológico de Costa Rica

TEC
Sistema de Gestión de Inventario

### DESECHO

Sublab A

Hoja de seguridad: Descargar archivo

Nombre: Desecho de prueba

Origen: Origen

Unidad medicion: centilitros

Cantidad:

Límite máximo:

Ubicación: A

Fecha de vencimiento: 

< diciembre de 2012 >  
 dom lun mar mié jue vie sáb  
 25 26 27 28 29 30 1  
 2 3 4 5 6 7 8  
 9 10 11 12 13 14 15  
 16 17 18 19 20 21 22  
 23 24 25 26 27 28 29  
 30 31 1 2 3 4 5

Anotaciones:

Ingresar  
 Deducir

Editar información

#### HISTORIAL

Fecha	Usuario	Evento	Cantidad
02/12/2011 09:25:23 p.m.	racosta	Ingreso	20,000
02/12/2011 09:23:34 p.m.	racosta	Dedución	6,000
02/12/2011 09:23:18 p.m.	racosta	Primer ingreso	55,000

**Figura 50.** Pantalla de detalle de desechos.

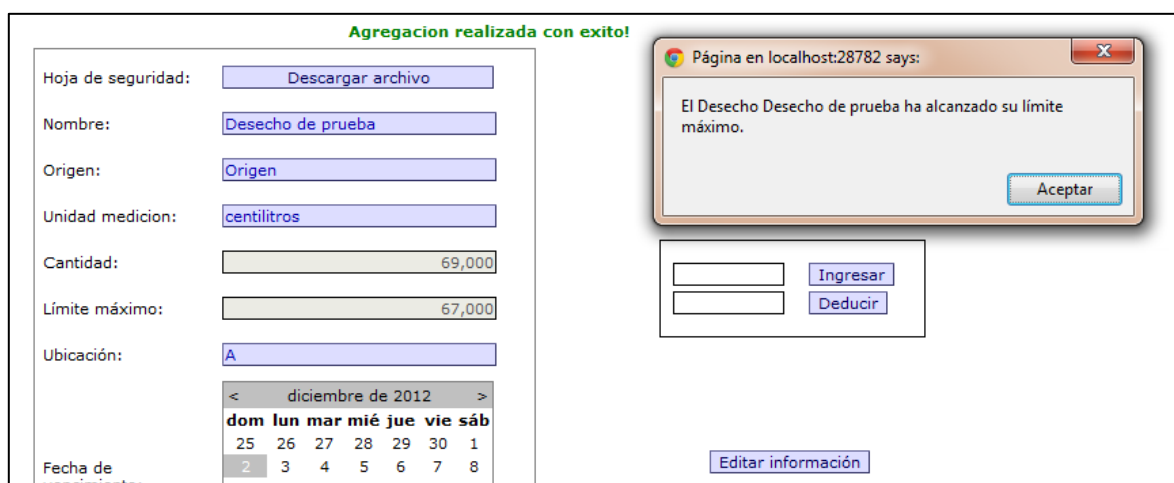
La pantalla de la figura anterior cuenta con los siguientes elementos:

**Título:** presenta el nombre del área de trabajo y el módulo sobre el cual se trabaja.

**Información del desecho:** presenta un recuadro con la información registrada al momento del primer ingreso.

**Consumos e ingresos:** permite realizar modificaciones rápidas de la cantidad registrada en la base de datos, similar a la implementada en el módulo de reactivos.

El sistema fue diseñado para presentar alertas por puntos de exceso en los desechos, el sistema presenta la ventana de alerta y la almacena en la pantalla.



**Figura 51.** Pantalla de alerta de punto de exceso.

**Edición de información:** este botón permite modificar la información registrada al momento de ingresar la sustancia por primera vez.

**Generación de reportes:** presenta la misma funcionalidad diseñada para los reactivos y precursores, con diferencias de formato discutidas más adelante.

## Bolsa de reactivos

La pantalla principal cuenta con los siguientes elementos y funciones:

**Título:** muestra el título del módulo y el área de trabajo en uso.

**Búsqueda:** permite al usuario conocer el contenido de la bolsa de reactivos para un criterio de búsqueda ingresado, o bien consultar todo el contenido para una de las tres categorías (reactivos, precursores o desechos.).

Los resultados de las búsquedas presentan el siguiente formato:

Detalles	Nombre	Cantidad disponible	Unidades	Laboratorio
<a href="#">Ver</a>	Acetona	5	litros	Ing. Ambiental
<a href="#">Ver</a>	Etanol	4	litros	Ing. Forestal

**Figura 52.** Formato del resultado de búsqueda de la bolsa de reactivos.

Estos resultados corresponden a sustancias que ya fueron ingresadas a la bolsa por parte del usuario, así como las ingresadas por otros usuarios en otros laboratorios o áreas de trabajo. Al ver los detalles de algún elemento, el sistema muestra una pantalla con los datos de contacto de la persona responsable (Figura 53).

The screenshot shows the 'Sistema de Gestión de Inventario' interface. At the top, it displays 'racosta' and 'Tecnológico de Costa Rica'. Below this is a dark blue header with the 'TEC' logo and the title 'Sistema de Gestión de Inventario'. The main content area is divided into two columns: 'Información' and 'Ubicación'. The 'Información' column contains five input fields: 'Nombre' (Reactivo de prueba), 'Nombre Común' (Nombre comun), 'Nombre en inglés' (Nombre ingles), 'Numero CAS' (CAS1234), and 'Cantidad' (33,000). The 'Ubicación' column contains five input fields: 'Laboratorio' (Laboratorio A), 'Sublaboratorio' (Sublab A), 'Encargado' (a), 'Teléfono' (33333333), and 'Email' (email).

**Figura 53.** Pantalla de detalle de elementos en la bolsa de reactivos.

En el caso en el usuario consulte una sustancia de su área de trabajo, podrá deducir la cantidad disponible para los potenciales interesados, en caso de que haya sido solicitada o su disponibilidad cambie (Figura 54).

**Figura 54.** Detalle de elementos ingresados por el usuario.

(Deducción resaltada en recuadro rojo).

**Ingresos:** en esta funcionalidad se ingresan a la bolsa las sustancias registradas en la base de datos del área de trabajo en uso.

Nombre de la sustancia	Área de trabajo	Cantidad disponible	Unidades	Cantidad a ingresar
Acetona	Aguas residuales	5	litros	<input type="text"/> <input type="button" value="Agregar"/>
Etanol	Aguas residuales	4	litros	<input type="text"/> <input type="button" value="Agregar"/>

**Figura 55.** Formato del ingreso de sustancias.

## Generación de reportes

La pantalla del módulo de generación de reportes es la siguiente:

racosta Tecnológico de Costa Rica

**TEC** Sistema de Gestión de Inventario

**REPORTES**  
Ingeniería Ambiental

Por sustancia

Por período

Reactivos  Desechos  Precursores

Inicio Fin

octubre de 2011							noviembre de 2011						
dom	lun	mar	mié	jue	vie	sáb	dom	lun	mar	mié	jue	vie	sáb
25	26	27	28	29	30	1	30	31	1	2	3	4	5
2	3	4	5	6	7	8	6	7	8	9	10	11	12
9	10	11	12	13	14	15	13	14	15	16	17	18	19
16	17	18	19	20	21	22	20	21	22	23	24	25	26
23	24	25	26	27	28	29	22	23	24	25	26	27	28
30	31	1	2	3	4	5	4	5	6	7	8	9	10

**Figura 56.** Pantalla principal del módulo de reportes.

A su vez cuenta con los siguientes elementos y funciones:

**Título:** muestra el título del módulo y el área de trabajo en uso.

**Ingreso de nuevo desecho:** permite al usuario ingresar un nuevo desecho en la base de datos, los parámetros de entrada para este caso son los siguientes.

**Generación de reportes por sustancia:** permite seleccionar un único reactivo, desecho o precursor de un listado general, seleccionar un período y realizar un reporte en formato Microsoft Excel con el siguiente formato:

Inicio: 23/10/2011 00:00

Fin: 22/11/2011 00:00

Nombre	Unidades	Cantidad inicial	Ingresos	Existencias	Deducciones	Cantidad final
Acetona	litros	0.000	2.600	2.600	1.000	1.600

**Historial**

Fecha	Usuario	Acción	Cantidad inicial	Cantidad de transacción	Cantidad final
09/11/2011 03:55:42 p.m.	lusolano	Ingreso	0.000	2.600	2.600
09/11/2011 03:55:42 p.m.	lusolano	Deducción	2.600	1.000	1.600

**Figura 57.** Formato de reportes individuales.

Como se observa en la figura 57, el reporte incluye el total de ingresos que la sustancia recibió en el período seleccionado, las existencias totales durante el mes, el total de deducciones y el saldo al final del período. A su vez presenta el historial completo de acciones realizadas y el usuario responsable.

Nombre	Numero CAS	Cantidad	Unidad Medicion	Tipo de Reactivo
Reactivo de prueba	CAS1234	7,000	centilitros	Flamable

**Figura 58.** Pantalla principal de reportes individuales.

**Generación de reportes por período:** permite seleccionar una categoría (reactivo, desecho o precursor) y generar un reporte de un período definido. En el caso de precursores, permite generar de forma automática, el reporte solicitado por el Instituto

Costarricense sobre drogas (Ley 8204) y así agilizar el cumplimiento de esta ley (Ver anexo 4).

En el caso de reactivos y desechos, genera un reporte con las mismas características:

**REACTIVOS**

**Inicio:** 23/10/2011 00:00

**Fin:** 22/11/2011 00:00

Nombre	Unidades	Saldo inicial	Ingresos	Existencias	Deducciones	Saldo final
Acetona	litros	0.000	3.600	3.600	2.000	1.600
Etanol	mililitros	3.600	2.000	5.600	1.300	4.300
Propanol	litros	1.400	1.000	2.400	0.500	1.900
Éter	mililitros	7.500	3.000	10.500	10.000	0.500

**Figura 59.** Formato de un reporte por período para reactivos.

### ***Módulo de anexos***

En esta sección se presentan los anexos suministrados por el administrador del sistema, que son de utilidad práctica los usuarios del sistema. En la primera versión del sistema, se incluyen los siguientes anexos:

1. Legislación asociada con el desarrollo del proyecto.
2. Tabla de compatibilidad de sustancias.
3. Etiqueta de manejo de desechos.
4. Formato de reporte de movimiento de precursores en Microsoft Excel y Word.
5. Boleta de donación de sustancias.

El administrador puede agregar todos los anexos requeridos por los usuarios en cualquier momento.

### ***Módulo de ayuda***

Esta sección presenta la ayuda para cada uno de los módulos descritos anteriormente, de forma que los nuevos usuarios puedan consultarla para capacitarse en el uso del sistema, de la misma forma que los usuarios ya capacitados puedan recordar los conocimientos básicos.

### ***Proyección a nivel institucional y estatal***

Al ser el Sistema de Gestión de Inventario, un bien institucional y estatal, puede ser implementado en las otras sedes del Instituto Tecnológico de Costa Rica, debido a que en la especificación del proyecto, se solicitó la posibilidad de implementar el sistema en las otras sedes.

Por otra parte, al ser un software elaborado por la institución, puede ser aprovechado por las otras universidades estatales, siempre que cumplan con estándares informáticos requeridos por el sistema.

### ***Aporte a la Regencia Química Institucional***

Las pruebas del sistema realizadas por parte del Lic. David Benavides Ramírez, confirmaron que la institución verdaderamente requiere una herramienta tecnológica y unificada que permita mejorar la gestión ambiental en el contexto de las sustancias químicas, biológicas, precursores y sus desechos.

Por esta razón, el Sistema de Gestión de Inventarios es una herramienta de gran potencial, ya que realizara un aporte importante en el manejo general de las sustancias como tales, pero a su vez contribuye con el manejo de los recursos monetarios, además de contribuir con la seguridad laboral asociada a las bodegas donde se almacenan.

En el caso particular de precursores, una adecuada comunicación y rendición de cuentas a la regencia, permitirá que los laboratorios puedan continuar con la compra de estos reactivos, necesarios para sus labores de investigación, extensión y docencia. Un trabajo unificado permitirá a la institución mantener activa la licencia de compra, indispensable para continuar su uso.

Es necesario que los laboratorios reporten cantidades reales de movimiento de precursores, en lugar de estimaciones o promedios. Así se podrá distribuir correctamente la cantidad autorizada de compra, conocida como cuota.



### ***Aporte al cumplimiento del marco legal nacional e institucional***

En el contexto institucional, la implementación del Sistema de Gestión de Inventarios, facilita el cumplimiento de una serie de requerimientos estipulados por el marco definido en la sección de antecedentes, a continuación se presentan los aportes puntuales según cada elemento de estudio definido previamente.

#### **Guía para el manejo de Desechos Peligrosos en los Laboratorios del ITCR**

1. Contar con un sistema de inventario actualizado.
2. Contar con una bolsa de reactivos.
3. Evitar la generación de desechos por falta de uso de reactivos.
4. Evitar excesivas compras.
5. Evitar vencimiento de reactivos.

#### **Normativa de Manejo de Desechos Peligrosos en el Instituto Tecnológico de Costa Rica**

1. Contar con un sistema de manejo integral de desechos peligrosos.
2. Contar con los inventarios de sustancias químicas y desechos peligrosos actualizados.
3. Controlar que el inventario de sustancias químicas y desechos peligrosos esté actualizado (responsabilidad del coordinador del laboratorio).

#### **Sistema de Gestión Ambiental SiGA**

1. Llevar un control con fecha de ingreso, inventario de consumo y sitio de almacenamiento, así como cualquier información de seguridad que sea necesaria para la manipulación de ésta.
2. Mantener un inventario físicamente verificable de los reactivos precursores, así como un control estricto de su ingreso, consumo y uso.

Adicionalmente, colabora en la prevención de la contaminación de agua, aire y suelo por derrames y explosiones, factores que son monitoreados por los sistemas de gestión ambiental.

A nivel nacional, el sistema facilita el cumplimiento de los siguientes puntos, ya sea de forma inmediata, a mediano o largo plazo, según las autoridades reguladoras los soliciten.

***Ley 8204: Reporte de Movimiento de Precursores***

El *Reglamento General a la Ley sobre estupefacientes, sustancias psicotrópicas, drogas de uso no autorizado, legitimación de capitales y actividades conexas*, estipula que se debe cumplir con:

1. El *Reporte de Movimiento de precursores* (anexo 4).

***Decreto 27001-MINAE: Reglamento para el Manejo de los Desechos Peligrosos Industriales***

Establece que las bodegas de desechos peligrosos deben poseer un registro de entrada de desechos peligrosos que incluya:

1. Procedencia.
2. Tipo de desecho.
3. Fecha de entrada.
4. Fecha en que se inició la acumulación del desecho.
5. Fecha en que expira el periodo de 1 año.
6. Personal encargado del desecho por parte del generador.

Este decreto es aplicable a desechos industriales; sin embargo, se toma como referencia en vista de que aporta información importante, sobre desechos comunes en la industria y la Institución.

***Ley para la Gestión Integral de Residuos***

1. Mantener un registro actualizado de la generación y forma de gestión de cada residuo.
2. Reportar a las autoridades competentes sobre su gestión en materia de residuos, según se establezca en esta Ley y en los reglamentos que de ella deriven.

3. Suministrar a los gestores autorizados la información necesaria para su adecuada manipulación, trasiego, transporte, tratamiento y disposición final.
4. Llevar un registro de los residuos peligrosos generados que incluya:
  - a. Tipo.
  - b. Composición.
  - c. Cantidad.
  - d. Destino.
5. Presentar informes semestrales al Ministerio de Salud donde se especifique, como mínimo, la cantidad de residuos peligrosos producidos, la naturaleza de estos y el destino final.

En una escala más general, el cumplimiento de los anteriores requisitos puntuales, aporta al cumplimiento de requerimientos más generales. En el entorno institucional, se tienen los siguientes:

#### ***Dimensión ambiental de la institución***

1. Ejecutar actividades acorde con la legislación ambiental nacional y convenios internacionales ratificados.
2. Ejecutar actividades administrativas, docentes, estudiantiles de investigación y extensión de tal forma en que se minimice y prevenga el impacto negativo sobre el ambiente.
3. Formar profesionales comprometidos, con una clara conciencia y responsabilidad ambiental.
4. Trabajar bajo un sistema de mejora continua.
5. Ser un modelo en el ámbito nacional y regional de la aplicación y cumplimiento de acciones en pro de la mejora ambiental.

#### ***Ley Orgánica del Ambiente 7754***

1. Dar prioridad al establecimiento y operación de servicios adecuados el control de sustancias químicas y radiactivas.
2. Evitar la contaminación del suelo por acumulación, almacenamiento, recolección, transporte o disposición final inadecuada de desechos y sustancias tóxicas o peligrosas de cualquier naturaleza.

## Conclusiones

Por medio de la implementación y correcto uso del Sistema de Gestión de Inventario, el personal de un laboratorio puede obtener los siguientes beneficios operativos:

1. Contar con un inventario verificable para rendir cuentas ante los entes institucionales o estatales de ser necesario.
2. Minimizar el uso de registros escritos, propensos perderse o dañarse, reduciendo paralelamente el consumo de papel.
3. Acceso a información en tiempo real sobre las existencias del inventario en el campus de la sede central<sup>5</sup>.
4. Contar con un respaldo de información en los servidores del Centro de Cómputo, evitando pérdidas por averías de equipo de hardware.
5. Evitar paros en procesos por agotamiento de sustancias, a través del uso de puntos reorden y control de alertas.
6. Realizar proyecciones y compras oportunas, al dar seguimiento a las alertas de la pantalla principal del sistema, mejorando el manejo del efectivo y otros recursos.
7. Evitar la compra excesiva de sustancias al mantener un control actualizado de existencias.
8. Evitar la generación de residuos por acumulación excesiva de sustancias, ocasionada por compras innecesarias.
9. Evitar accidentes y mejorar la respuesta ante los mismos, al contar con información actualizada de consulta rápida como las hojas MSDS.
10. Contar con un registro histórico de las operaciones realizadas por los usuarios, de particular interés para los encargados o directores de laboratorio.
11. Reducir la generación de desechos al contar con una bolsa de reactivos para compartir sustancias que puedan ser de interés para otros usuarios.
12. Reducir costos de compras por reactivos o residuos de interés encontrados en la bolsa de reactivos.

---

<sup>5</sup> Como requisito mínimo se debe contar con una computadora conectada a la intranet de la institución, con el navegador Internet Explorer 9.0 o posterior instalado.

13. Reducir de eventuales costos por tratamiento de desechos generados por una mala gestión.
14. Agilizar la elaboración de reportes, de especial importancia para el movimiento de precursores.
15. Minimizar el tiempo invertido en la verificación de existencias en bodegas.
16. Integrar esfuerzos de una adecuada gestión ambiental de sustancias químicas, biológicas, precursores y residuos, con el resto de laboratorios de la institución.
17. Contar con información para realizar estadísticas, proyecciones y evaluaciones de calidad y desempeño ambiental.

Por otra parte, se concluyen los siguientes puntos generales:

1. Se verificó que la disminución de la resistencia al cambio al tomar en cuenta la opinión de los usuarios desde el arranque del proyecto.
2. Al haber desarrollado una herramienta compatible con los estándares informáticos del Centro de Cómputo, se logra mantener un mejoramiento continuo del sistema, esto se comprobó a través del gran número de modificaciones realizadas.
3. Se diseñó una herramienta que facilitará las labores del personal de los laboratorios, aprobada y validada por los mismos.
4. A través del uso y mantenimiento del sistema es posible cumplir con el marco legal nacional e institucional consultado.
5. El proyecto permitió unificar esfuerzos entre el Centro de Protección en Investigación Ambiental, la Regencia Química Institucional, el Sistema de Gestión Ambiental, la Carrera de Ingeniería Ambiental
6. El evento de capacitación, abrió un espacio de diálogo entre los distintos actores influyentes en el manejo de sustancias químicas y sus desechos, fomentó el trabajo en equipo y benefició a todas las partes.
7. Se cuenta con 15 personas capacitadas para utilizar el sistema, que al finalizar la aprobación del sistema, cuentan con las herramientas y asesoramiento necesario para migrar sus datos al sistema.

## Recomendaciones

1. Es de gran importancia la coordinación de la Regencia Química y el Centro de Cómputo, en la asignación y mantenimiento de una persona encargada del mantenimiento del sistema.
2. Para un correcto funcionamiento del sistema, el administrador debe visitar a los usuarios y verificar que utilizan correctamente sus funcionalidades.
3. Es de gran valor fomentar el uso de la herramienta en las otras sedes de la Institución.
4. Es necesario valorar los resultados del evento de capacitación para mejorar su eficiencia en futuras ocasiones.
5. Los conocimientos informáticos básicos, son necesarios para operar correctamente este tipo de aplicaciones, por lo que se deben tomar como punto de partida en la capacitación de los usuarios.
6. Para unificar esfuerzos y mejorar el cumplimiento legal, la asistencia a futuros eventos de capacitación y el uso del sistema como tal, debe ser obligatorio para todos los laboratorios y centros de investigación de la Institución.
7. Para futuras mejoras al sistema, se debe tener presente que la contratación de un estudiante implica plazos más extensos de desarrollo, por lo que si se desea desarrollar mejoras en menos tiempo, se debe contratar un profesional dedicado.

## Referencias bibliográficas

AGA. 2011. Glosario de términos. *Hoja de datos de seguridad (MSDS)*. Disponible en: [http://hiq.aga.cl/International/SouthAmerica/WEB/SG/HiQGloss.nsf/Index/MATERIAL\\_SAFETY\\_DATA\\_SHEET\\_\(MSDS\)](http://hiq.aga.cl/International/SouthAmerica/WEB/SG/HiQGloss.nsf/Index/MATERIAL_SAFETY_DATA_SHEET_(MSDS)). Fecha de consulta: 01/12/11.

Amorós, E. 2007. *Comportamiento Organizacional: En Busca del Desarrollo de Ventajas Competitivas*. *Escuela de Economía*. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Documento digital en formato PDF. Disponible en: <http://www.eumed.net/libros/2007a/231/129.htm>. Fecha de consulta: 01/12/11.

ARPSURA. 2011. Clasificación de sustancias químicas. Disponible en: [http://www.arpsura.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=744&Itemid=114](http://www.arpsura.com/index.php?option=com_content&view=article&id=744&Itemid=114). Fecha de consulta: 01/12/11.

Asamblea Legislativa (CR). 2005. *Ley Orgánica del Ambiente 7554*. Documento digital en formato PDF. Disponible en: <http://www.tramites.go.cr/manual/espanol/legislacion/7554.PDF>. Fecha de consulta: 01/12/11.

Asamblea legislativa. 2010. *Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Documento digital en formato PDF. Disponible en: [http://www.amcham.co.cr/documentos\\_privados/852\\_ley.pdf](http://www.amcham.co.cr/documentos_privados/852_ley.pdf). Fecha de consulta: 01/12/11

Atencio, Y. 2005. *Inventario de los reactivos y desechos de laboratorios e centros de investigación*. Manual de Usuario. Centro de Investigación en Protección Ambiental. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Documento digital en formato Microsoft Word 2003.

García, S; Laurent, R; Solano L. 2008. *Planteamiento para la creación de un Sistema de Manejo de Inventario en el CEQIATEC*. Proyecto final de investigación del curso Sistemas de Información, en la carrera de Ingeniería Ambiental, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Documento digital en formato Microsoft Word 2003.

GII (Glosario de Informática e Internet). 2011. *Conceptos varios*. Disponible en: <http://www.internetglosario.com/>. Fecha de consulta: 01/12/11.

GTZ. 2004. *Guía para la gestión de sustancias químicas*. Documento digital en formato PDF. Disponible en: <http://www.gtz.de/de/dokumente/sp-guia-para-la-gestion-de-sustancias-quimicas-2004.pdf>. Fecha de consulta: 01/12/11.

ICD (Instituto Costarricense sobre Drogas, CR). 2007. Estructura Organizacional del Instituto Costarricense sobre Drogas. *Unidad de Control y Fiscalización de Precursores*. Disponible en: [http://www.icd.go.cr/sitio/index.php?option=com\\_content&task=view&id=29&Itemid=9](http://www.icd.go.cr/sitio/index.php?option=com_content&task=view&id=29&Itemid=9). Fecha de consulta: 01/12/11.

ITCR (Instituto Tecnológico de Costa Rica, CR). 2011. Reglamentos institucionales. *Normativa de manejo de desechos peligrosos en el Instituto Tecnológico de Costa Rica*. Disponible en: <http://www.itcr.ac.cr/reglamentos/Consultas/consultarR1.asp?n=289>. Fecha de consulta: 01/12/11.

ITCR (Instituto Tecnológico de Costa Rica, CR). 2011. Centro de Investigación en Protección Ambiental. *Comisión ambiental Institucional (CAI)*. Disponible en: <http://www.tec.cr/sitios/Docencia/quimica/cipa/Paginas/CAI.aspx>. Fecha de consulta: 01/12/11.

ITCR (Instituto Tecnológico de Costa Rica, CR). 2011. Oferta académica, Escuela de Química. *Licenciatura en Ingeniería Ambiental*. Disponible en: [http://www.tec.ac.cr/sitios/Docencia/quimica/Paginas/oferta\\_academica.aspx](http://www.tec.ac.cr/sitios/Docencia/quimica/Paginas/oferta_academica.aspx). Fecha de consulta: 01/12/11.

Ledezma, A; Salazar, T. 2011. *Formulario para solicitud de ingreso de Sustancias no registradas*. Documentación del Sistema de Gestión Ambiental ISO 14001. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Documento digital en formato Microsoft Word 2003.

Ledezma, A; Salazar, T. 2011. *Procedimiento para el manejo de sustancias/productos químicos/biológicos del Instituto Tecnológico de Costa Rica*. Documentación del Sistema de Gestión Ambiental ISO 14001. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Documento digital en formato Microsoft Word 2003.

Ledezma, A; Salazar, T. 2011. *Procedimiento para el ingreso de sustancias peligrosas al campus del Instituto Tecnológico de Costa Rica*. Documentación del Sistema de Gestión Ambiental ISO 14001. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Documento digital en formato Microsoft Word 2003.

MINAE (Ministerio de Ambiente y Energía, CR). 1998. *Decreto 27001: Reglamento para el manejo de los desechos peligrosos industriales*. Documento digital en formato PDF. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd38/CostaRica/D-27001.pdf>. Fecha de consulta: 01/12/11.

OECD (Organization for Economic Co-operation and Development, FR). 2011. *CAS Number (Chemical Abstract Service index number)*. Disponible en: [http://www.oecd.org/document/46/0,2340,en\\_2649\\_34379\\_37795981\\_1\\_1\\_1\\_1,00.html](http://www.oecd.org/document/46/0,2340,en_2649_34379_37795981_1_1_1_1,00.html). Fecha de consulta: 01/12/11.

OIT (Organización Internacional del Trabajo, PE). 2010. *Experiencias de Diálogo Social en Productividad y Trabajo*. Documento digital en formato PDF. Disponible en: [http://www.oit.org.pe/WDMS/bib/publ/panorama/panorama10\[art-7\].pdf](http://www.oit.org.pe/WDMS/bib/publ/panorama/panorama10[art-7].pdf). Fecha de consulta: 01/12/11.

Pacheco, C. 2005. *La Identificación de Stakeholders en la Ingeniería de Requisitos*. Trabajo de investigación tutelado. Universidad Politécnica de Madrid. Documento digital en formato PDF.



Disponible en: [is.ls.fi.upm.es/doctorado/Trabajos20042005/Pacheco\\_Aguero.pdf](http://is.ls.fi.upm.es/doctorado/Trabajos20042005/Pacheco_Aguero.pdf). Fecha de consulta: 01/12/11.

Poder ejecutivo (CR). 2004. *Reglamento general a la ley sobre estupefacientes, sustancias psicotrópicas, drogas de uso no autorizado, legitimación de capitales y actividades conexas*. Disponible en: <http://www.sugeval.fi.cr/normativa/Otra%20Normativa%20Relacionada/Reglamento%20Ley%208204.pdf>. Fecha de consulta: 01/12/11.

Quesada, H; Salas, JC. 2002. *Manejo de desechos peligrosos en los laboratorios del I.T.C.R, Primera fase: Evaluación Preliminar*. Informe final. Centro de Investigación en Protección Ambiental. Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Quesada, H; Salas, JC. 2006. *II Fase del proyecto de manejo de los desechos peligrosos en los laboratorios del I.T.C.R*. Informe final. Centro de Investigación en Protección Ambiental. Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Quesada, H; Katsuhiko, H; Salas, JC. 2007. *III fase del proyecto manejo de desechos peligrosos en los laboratorios del I.T.C.R*. Informe final. Centro de Investigación en Protección Ambiental. Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Quintana, P. El conflicto socioambiental y estrategias de manejo. Instituto de estudios para el desarrollo y la paz. Documento digital en formato Microsoft Word 2003. Disponible en: [http://www.indepaz.org.co/attachments/134\\_Ana\\_Patricia\\_CONFLICTO\\_Y\\_RESLUCION.doc](http://www.indepaz.org.co/attachments/134_Ana_Patricia_CONFLICTO_Y_RESLUCION.doc). Fecha de consulta: 01/12/11.

RAE (Real Acedemia Española). 2011. *Diccionario de la lengua española*. Disponible en: <http://www.rae.es/rae.html>. Fecha de consulta: 01/12/11.

Universidad de Pamplona. 2011. Oferta académica. *Ingeniería Ambiental*. Disponible en: [http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portalIG/home\\_1/recursos/facultades/ingenierias/31052009/ing\\_ambiental.jsp](http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portalIG/home_1/recursos/facultades/ingenierias/31052009/ing_ambiental.jsp). Fecha de consulta: 01/12/11.

Universidad Católica de Chile. 2011. Perfil profesional Ingeniero Civil de Industrias, Diploma en Ingeniería Ambiental. Disponible en: [http://www.ing.puc.cl/esp/futurosalumnos/programas\\_estudio/perfil\\_ing\\_industrial\\_ambiental.html](http://www.ing.puc.cl/esp/futurosalumnos/programas_estudio/perfil_ing_industrial_ambiental.html). Fecha de consulta: 01/12/11.

Wordreference. 2011. Online Language Dictionaries. *Stakeholder*. Disponible en: <http://www.wordreference.com/es/translation.asp?tranword=stakeholder>. Fecha de consulta: 01/12/11.

# **Anexos**

## **Anexo 1**

### **Programa de capacitación de la normativa de desechos peligrosos**

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA**

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN PROTECCIÓN AMBIENTAL**

**Capacitación:**

“Aplicación de la normativa de manejo de Desechos Peligrosos en el quehacer de los laboratorios y centros de investigación del TEC”

Instructores:

**M.Eng. Juan Carlos Salas Jiménez**  
**M.A.E. Hilda Quesada Carvajal.**

**Fecha de realización:**

4, 11,18 y 25 de noviembre y 2 de diciembre de 2009

**Horario:**

2:00 p.m. a 4:30 p.m.

## **Introducción**

Esta capacitación está dirigida a personas (asistentes, coordinadores e investigadores, etc.) que trabajan en laboratorios donde se manejan sustancias que por sus características químicas, físicas y biológicas, generan desechos peligrosos. Es teórico-práctica, con una duración de 22.5 horas.

## **Objetivo General**

Esta capacitación pretende concientizar y capacitar a las personas que trabajan con sustancias químicas peligrosas y sus desechos, en la minimización, clasificación, almacenamiento, tratamiento y disposición adecuados de los desechos peligrosos que generan.

## **Metodología**

El proceso de enseñanza–aprendizaje se dará en forma activa por medio de charlas y tareas a realizar en el lugar de trabajo conforme se desarrolla la capacitación, con el fin de implementar la guía de manejo de desechos para cumplir con la normativa institucional sobre manejo de desechos peligrosos.

El tiempo de dedicación son 5 horas por semana, 2.5 horas presenciales y 2 horas extra clase, durante cinco sesiones.

El documento base para esta capacitación es “Guía Para el Manejo de Desechos Peligrosos en los Laboratorios del ITCR”, elaborado por M.A.B Hilda Quesada Carvajal y M.Eng. Juan Carlos Salas Jiménez. Se entregará una copia para cada laboratorio para ser utilizada como documento de consulta.

## **Evaluación**

La evaluación se realizará a través de:

<b>Tareas</b>	<b>35%</b>
<b>Trabajo final</b>	<b>50%</b>
<b>Asistencia</b>	<b>15%</b>

Una asistencia menor del 75% pierde la capacitación, lo que equivale a faltar una sesión.

# **PRIMERA SESIÓN**

## **SITUACIÓN DE LOS DESECHOS PELIGROSOS.**

**Objetivo General:** Motivar a los participantes en el curso a asumir una actitud proactiva en el manejo adecuado de estos desechos.

### **Objetivos específicos:**

- Definición de desechos peligrosos
- Clasificación de los desechos peligrosos
- Conocer los impactos de los desechos peligrosos en la salud y en el ambiente.
- Analizar la problemática de los desechos peligrosos en el ITCR.
- Conocer la Guía de manejo de Desechos Peligrosos en los Laboratorios del ITCR.

### **Contenidos**

- Problemática (Casos mundiales y casos de Costa Rica).
- Impacto a la salud (Ejemplos, riesgos y rutas de exposición).
- Impacto al medio ambiente (Ejemplos).
- Definiciones.
- Tipos de desechos peligrosos.
- Clasificación.
- Guía de Manejo de desechos.

### **Tareas:**

1. Identificar cuatro desechos peligrosos que se generan en su lugar de trabajo, con sus respectivas hojas de seguridad de la sustancia que proviene el desecho.
2. Indicar el manejo que se les da actualmente.

La tarea debe de presentarse por escrito y hacer una presentación de no más de cinco minutos para la sesión siguiente.

## **SEGUNDA SESIÓN**

### **GESTIÓN DE DESECHOS PELIGROSOS**

#### **Objetivos específicos**

- Conocer y aplicar los lineamientos para el manejo de los desechos peligrosos.
- Establecer la organización del manejo de los desechos peligrosos.
- Definir las etapas para el manejo de los desechos peligrosos.
- Conocer la jerarquía del manejo integral de los desechos peligrosos.
- Desarrollar la primera etapa de prevención y minimización.

#### **Contenidos:**

- Lineamientos.
- Organización.
- Etapas.
- Jerarquía.
- Primera etapa.

#### **Tareas:**

1. Definir la organización para el manejo de los desechos peligrosos que tiene el laboratorio donde usted labora.
2. Plantear una organización para el manejo de los desechos peligrosos propia de su laboratorio.
3. Definir los más importantes y aplicables a su laboratorio, con base en los lineamientos establecidos en la guía.
4. Indicar si hay otros lineamientos que no se han indicado en la Guía de Manejo de los Desechos de los Laboratorios del ITCR y que se están o estarían aplicando en su laboratorio.

La tarea debe de presentarse por escrito y hacer una presentación de no más de cinco minutos para la sesión siguiente.

## **TERCERA SESIÓN**

### **GESTIÓN DE DESECHOS PELIGROSOS**

#### **Objetivos específicos**

- Establecer la clasificación de los desechos peligrosos en los laboratorios del TEC.
- Aplicar los criterios de separación y clasificación de los desechos peligrosos en los laboratorios del TEC.
- Aplicar las condiciones de acumulación y almacenamiento de los desechos peligrosos en los laboratorios del TEC.

#### **Contenidos**

- Clasificación
- Separación y rotulación.
- Acumulación y almacenamiento.

#### **Tareas:**

1. Realizar un análisis de las condiciones de almacenamiento de las sustancias y desechos peligrosos en su lugar de trabajo
2. Identificar las condiciones físicas, de seguridad y ambientales de las bodegas de reactivos en su lugar de trabajo.
3. Describir el funcionamiento de su sistema de inventarios de sustancias y desechos peligrosos

La tarea debe de presentarse por escrito y hacer una presentación no más de cinco minutos para la sesión siguiente.



## **CUARTA SESIÓN**

### **TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE LOS DESECHOS PELIGROSOS**

#### **Objetivos específicos**

- Conocer los métodos físico-químicos de tratamiento de los desechos peligrosos.
- Conocer las diferentes formas de disposición de los desechos peligrosos.

#### **Contenidos**

- Métodos físicos.
- Métodos químicos.
- Métodos biológicos.
- Disposición final.

#### **Tareas:**

#### **Trabajo Final.**

1. Definir el manejo, tratamiento y disposición final para cada uno de los cuatro desechos identificados en la tarea de la primera sesión.
2. Aplicar las etapas que recomienda la Guía para el Manejo de Desechos Peligrosos en los Laboratorios del ITCR y la normativa institucional.

Preparar para la Quinta Sesión una presentación del trabajo final en Power Point de 5 a 10 minutos, dependiendo del número de grupos. El trabajo se debe presentar por escrito y en forma digital.

**QUINTA SESION**  
**PRESENTACIÓN DEL TRABAJO FINAL**

**Objetivos específicos**

- Realizar la presentación de trabajos finales.

## **Anexo 2**

### **Normativa de manejo de desechos peligrosos en el instituto tecnológico de costa rica**

# **NORMATIVA DE MANEJO DE DESECHOS PELIGROSOS EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA**

## **Capítulo 1 OBJETIVOS Y DEFINICIONES**

### *Artículo 1 De los objetivos*

Los objetivos de esta normativa son:

- a. Reducir al mínimo la generación de desechos peligrosos en los Laboratorios y Centros de Investigación, bodegas y en general dentro de las instalaciones físicas del Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- b. Contar con un sistema de manejo integral de los desechos peligrosos del ITCR, con el fin de disminuir el impacto negativo a la salud de los funcionarios, estudiantes, la comunidad vecina y al ambiente.
- c. Servir de modelo a la comunidad nacional.

### *Artículo 2 Definiciones*

Para establecer los alcances de las disposiciones establecidas por esta normativa, se utilizarán las siguientes definiciones:

- a. Desechos peligrosos: Desechos sólidos, líquidos, pastosos o gaseosos, que por su reactividad química y sus características tóxicas, explosivas, corrosivas reactivas biológicas, inflamables volátiles, combustibles u otras, por su cantidad y tiempo de exposición, pueden causar daño a la salud de los seres humanos y del ambiente, incluyendo la muerte de los seres vivos.
- b. Desechos ordinarios: Desechos sólidos, líquidos, gaseosos y pastosos que no requieren un tratamiento especial antes de ser dispuestos.
- c. Guía de manejo de desechos peligrosos en los laboratorios del ITCR: Manual que pretende ser una guía para la minimización y el manejo seguro y apropiado de los desechos peligrosos que se generan en los laboratorios del ITCR, con el fin de reducir el impacto negativo en el ambiente y la salud de las personas, cumplir con la Ley Orgánica del Ambiente, el Reglamento para el manejo de los desechos peligrosos Industriales” y el “Reglamento sobre las características y el listado de los desechos peligrosos industriales”.
- d. Boleta de registro: Información de identificación de los desechos en la fuente de generación.
- e. Boleta de acumulación: Información acerca de donde se lleva el control de la cantidad, tiempo, condiciones del recipiente y de la persona responsable de la acumulación de los desechos conforme se van generando.

f. Datos técnicos de Seguridad “Material Safety data sheet” (MSDS): Información técnica sobre los materiales de seguridad que se comercializan en el mundo.

## **Capítulo 2 DE LAS RESPONSABILIDADES**

### *Artículo 3 De los(as) coordinadores/as de laboratorios y Centros de Investigación*

Son responsabilidades de los/as coordinadores/as de laboratorios y Centros de Investigación, así como de los/as coordinadores/as de unidad y directores de departamentos:

a. Realizar acciones conducentes a prevenir y reducir la generación de desechos peligrosos en los laboratorios o lugares a su cargo.

b. Controlar que los investigadores y docentes realicen acciones de prevención y reducción de los desechos peligrosos en los laboratorios, centros de Investigación, bodegas y en general dentro de las instalaciones físicas del ITCR.

c. Velar porque cada funcionario a su cargo reciba y conozca la Guía de Manejo de los Desechos Peligrosos en los laboratorios del ITCR y la normativa relacionada en esta materia.

d. Asegurarse de que los/as funcionarios/as y estudiantes que utilizan laboratorios, Centros de Investigación y bodegas cumplan con los lineamientos y procedimientos del laboratorio para el manejo de los desechos peligrosos.

e. Coordinar y garantizar que se imparta una inducción sobre el manejo adecuado de los desechos peligrosos en laboratorios, Centros de Investigación, bodegas y en general dentro de las instalaciones físicas del ITCR, a los estudiantes y funcionarios/as que inicien labores en el laboratorio.

f. Garantizar que los desechos peligrosos en laboratorios, Centros de Investigación, bodegas y en general dentro de las instalaciones físicas del ITCR se clasifiquen, recolecten, acumulen y almacenen por separado, según los lineamientos de la Guía de Manejo de los Desechos Peligrosos en los laboratorios del ITCR.

g. Controlar que el inventario de sustancias químicas y desechos peligrosos esté actualizado.

h. Evitar que los desechos peligrosos se almacenen por más de un año o en cantidades mayores de un kilogramo o un litro.

i. Controlar que los/as funcionarios/as y estudiantes que generan desechos peligrosos en laboratorios, Centros de Investigación, bodegas y en general dentro de las instalaciones físicas del ITCR, realicen el tratamiento y disposición final adecuada de los desechos generados.

- j. Velar para que los investigadores, docentes y estudiantes que utilizan los laboratorios y generan desechos peligrosos, llenen las boletas de registros de información y de acumulación en forma adecuada, indicando toda la información que se le solicita.
- k. Mantener actualizadas las boletas de registro de información y de acumulación de los desechos peligrosos.
- l. Llevar el control de la boleta de registro y la boleta de acumulación de los desechos peligrosos que se generan en laboratorios, Centros de Investigación, bodegas y en general dentro de las instalaciones físicas del ITCR.
- m. Enviar copia de las boletas de registro de desechos peligrosos cada semestre al encargado/a de la Oficina Institucional de Seguridad e Higiene Industrial.
- n. Informar al Departamento de Trabajo Social y Salud, la lista de funcionario/as y estudiantes que permanecen por periodos de ocho horas durante seis a doce meses calendario en contacto con sustancias y desechos peligrosos, con el fin de que se les realicen los exámenes médicos correspondientes.
- o. Incluir dentro de su informe semestral de labores un apartado sobre el estado y disposición de los desechos peligrosos.

#### *Artículo 4 Responsabilidades de la Oficina Institucional de Seguridad e Higiene Industrial*

Son funciones específicas de la Oficina Institucional de Seguridad e Higiene Industrial, las siguientes:

- a. Realizar inspecciones al menos una vez al año en los laboratorios y Centros de Investigación y bodegas, para evaluar que se estén manejando adecuadamente los desechos peligrosos y dar recomendaciones si fuera necesario.
- b. Establecer y mantener un sistema seguro y confiable de registro de los desechos peligrosos generados o manejados cada semestre en los laboratorios, Centros de Investigación y bodegas del ITCR.
- c. Comunicar al Departamento de Recursos Humanos y a la VIESA los incumplimientos de las disposiciones establecidas por esta normativa por parte de los funcionarios/as o estudiantes, según corresponda, para que procedan a aplicar las medidas disciplinarias correspondientes.
- d. Evaluar el estado de las sustancias químicas ofrecidas en calidad de donación a los laboratorios, Centros de Investigación o bodegas del ITCR, conjuntamente con el coordinador respectivo y recibir únicamente las que estén en buenas condiciones y sean útiles.

e. Realizar las acciones de prevención, reducción y/o denuncia ante las autoridades institucionales, según corresponda, cada vez que tenga conocimiento, por observación o comunicación, pública o confidencial, de derrame o manejo irresponsable de sustancias o desechos peligrosos dentro las instalaciones físicas del Instituto.

#### *Artículo 5 Responsabilidades del Departamento de Trabajo Social y Salud*

Es función específica del Departamento de Trabajo Social y Salud:

Realizar anualmente los exámenes médicos de los/as funcionarios/as y estudiantes que están en contacto con sustancias y desechos peligrosos y llevar el control médico correspondiente.

#### *Artículo 6 De los/as funcionarios/as y estudiantes*

Son responsabilidades de los/as funcionarios/as y estudiantes:

a. Los/as funcionarios/as y estudiantes que trabajen en el laboratorio deben realizar acciones para prevenir y reducir la generación de desechos peligrosos.

b. Los investigadores, docentes o estudiantes, según corresponda, que coordinen o participen en proyectos y actividades de investigación y docencia que generan desechos peligrosos, deben incluir dentro del presupuesto una partida para el tratamiento de los desechos peligrosos.

c. Conocer y aplicar los lineamientos de la Guía de Manejo de los Desechos Peligrosos en los laboratorios del ITCR.

d. Clasificar, recolectar, acumular y almacenar separadamente los desechos según los lineamientos de la Guía de Manejo de los Desechos Peligrosos en los laboratorios del ITCR.

e. Tratar los desechos peligrosos que generen en sus actividades docentes, de investigación y extensión, antes de que se cumpla un año de almacenamiento o antes de que las cantidades sean mayores de un kilogramo o un litro.

f. Asegurarse de que los tratamientos y la disposición final de los desechos peligrosos sea adecuada.

g. Llenar las boletas de registro y de acumulación de desechos peligrosos, la cual debe ser firmada por el o la estudiante, el coordinador/a o encargado/a del laboratorio o Centro de Investigación.

h. Los asistentes de los laboratorios deberán apoyar al coordinador/a de este en la supervisión, a los usuarios para que cumplan con la normativa y reglas de seguridad en el laboratorio y procedimientos en el manejo de los reactivos y desechos químicos

### **Capítulo 3 PROCEDIMIENTOS**

#### *Artículo 7*

Los laboratorios, Centros de Investigación y bodegas del ITCR que generan o manejan desechos peligrosos, deben contar con al menos un ejemplar de la Guía de Manejo de Desechos Peligrosos en el ITCR, disponible a los/as funcionarios/as y estudiantes que utilizan los laboratorios.

#### *Artículo 8*

Los laboratorios, Centros de Investigación y bodegas del ITCR que generan o manejan desechos peligrosos, deben tener por escrito las reglas de trabajo y seguridad propias de cada laboratorio, procedimientos de los tratamientos ya establecidos para algunos de los desechos peligrosos que comúnmente se generan en el laboratorio y algunos otros asuntos que no se contemplan en la Guía de Manejo de Desechos Peligrosos en el ITCR y que son importantes para cada laboratorio definirlos. Este documento al igual que el citado anteriormente, debe estar disponible para los/as funcionarios/as y estudiantes que utilizan el laboratorio.

#### *Artículo 9*

Los laboratorios, Centros de Investigación y bodegas del ITCR que generan o manejan desechos peligrosos, deben cumplir con los lineamientos y procedimientos descritos en la Guía de Manejo de los Desechos Peligrosos del ITCR, para el manejo adecuado (prevención, minimización, generación, acumulación, almacenaje, tratamiento y disposición final) de los desechos peligrosos.

#### *Artículo 10*

Los responsables de los Laboratorios de Docencia y Centros de Investigación, deben solicitar a los proveedores como requisito indispensable, los datos técnicos de Seguridad (MSDS) de las sustancias químicas que compran.

#### *Artículo 11*

El Departamento de Aprovechamiento deberá exigir como requisito de compra, los datos técnicos de Seguridad (MSDS) de las sustancias químicas y no podrá recibir ninguna sustancia química si no lo acompaña dicha información.

#### *Artículo 12*

Los usuarios de los laboratorios, Centros de Investigación y bodegas del ITCR, que generan o manejan desechos peligrosos, deben cumplir con las normativas de trabajo y reglas de seguridad dispuestas.



### *Artículo 13*

Los/as coordinadores/as de cada laboratorio o Centro de Investigación, proyectos de investigación y programas docentes, deben planificar la compra de reactivos para evitar el almacenamiento excesivo de reactivos que puedan potencialmente convertirse en desechos peligrosos.

### *Artículo 14*

En cada laboratorio, Centro de Investigación y bodega del ITCR, que genere o maneje desechos peligrosos, se debe contar con los inventarios de sustancias químicas y desechos peligrosos actualizados, el cual estará bajo la responsabilidad del/a coordinador/a.

### *Artículo 15*

Para efectos de recibir donaciones de sustancias químicas, la Oficina Institucional de Seguridad e Higiene Industrial, en conjunto con el/a coordinador/a del laboratorio o Centro de Investigación, debe evaluar el estado de las sustancias y recibir solamente los que están en buenas condiciones y son útiles.

### *Artículo 16*

Cualquier sustancia química que exista en un laboratorio que no tenga uso y que potencialmente puede convertirse en un desecho, deberá ser trasladado a otro laboratorio del ITCR donde se necesite a través de un traslado interno o podrá donarse a otra institución siguiendo los mecanismos correspondientes.

### *Artículo 17*

Cualquier funcionario/a o estudiante que observe un derrame de sustancias o desechos peligrosos dentro de la Institución, debe informarlo al coordinador/a de la unidad correspondiente y a la Oficina Institucional de Seguridad e Higiene Industrial.

### *Artículo 18*

Es prohibido disponer los desechos peligrosos sin previo tratamiento con los desechos ordinarios o la disposición de estos en zonas no aptas para tal fin, que ponga en riesgo la salud de personas, ecosistemas y dañe la imagen de la Institución.

### *Artículo 19*

Es prohibido la acumulación de sustancias y desechos peligrosos en una zona abierta y sin ninguna contención dentro de la Institución.

## **Capítulo 4 SANCIONES**

### *Artículo 20*

El funcionario/a o estudiante del laboratorio, Centro de Investigación o bodega del ITCR, que genere o maneje desechos peligrosos que no cumpla con las disposiciones establecidas por esta normativa, no podrá hacer uso de tales instalaciones hasta que corrijan las anomalías.

### *Artículo 21*

El funcionario/a o estudiante de laboratorio o Centro de Investigación o bodega del ITCR, que genere o maneje desechos peligrosos que incumpla con las disposiciones de esta Normativa será sujeto, según corresponda, a las sanciones establecidas por la normativa institucional aplicable.

## **Capítulo 5 DISPOSICIONES TRANSITORIAS**

### **Artículos Transitorios**

#### Transitorio 1

Cada laboratorio, Centro de Investigación o bodega del ITCR que genere o maneje desechos peligrosos, tendrá un período de doce meses a partir de la entrada en vigencia de esta normativa para implementar y adaptar el sistema de manejo de los desechos peligrosos.

#### Transitorio 2

En un plazo no mayor a seis meses después de la entrada en vigencia de esta normativa, la Oficina Institucional de Seguridad e Higiene Industrial, deberá haber establecido el sistema seguro de registro de los desechos peligrosos, generados o manejados cada semestre en los laboratorios, Centros de Investigación y bodegas del ITCR, sobre los desechos peligrosos.

Aprobado por el Consejo Institucional en la Sesión No. 2516, Artículo 11, del 14 de junio del 2007. Gaceta 227.

Fuente: <http://www.itcr.ac.cr/reglamentos/Consultas/consultarR1.asp?n=289>

## **Anexo 3**

### **Software de Sistemas de Inventarios de sustancias químicas**

# CIS Chemical Inventory System

## CISPro

The screenshot displays the CIS Chemical Inventory System interface. The main window is titled "CIS Chemical Inventory System - CISPro Desktop [Chemicals]". The interface includes a menu bar (File, Edit, View, Help) and a toolbar with icons for New, Save, Delete, and other functions. A search bar at the top contains the text "ammonium".

The central part of the interface is a list of chemicals with columns for Name, CAS#, and Formula. The chemical "AMMONIUM NITRATE" is selected and highlighted in blue. To the right of the list, a detailed information panel for "AMMONIUM NITRATE" is visible, showing fields for Name, ID (210), CAS# (6484-52-2), ID2 (User Defined Text), Other ID#, Other Reference ID, ID3 (User Defined Text), Description (White Crystals), Applications (Fertilizer, Rocket propulsion, Laboratory Reagent), Manufacturer (ABC MFG), and Emergency Phone (707-864-0845).

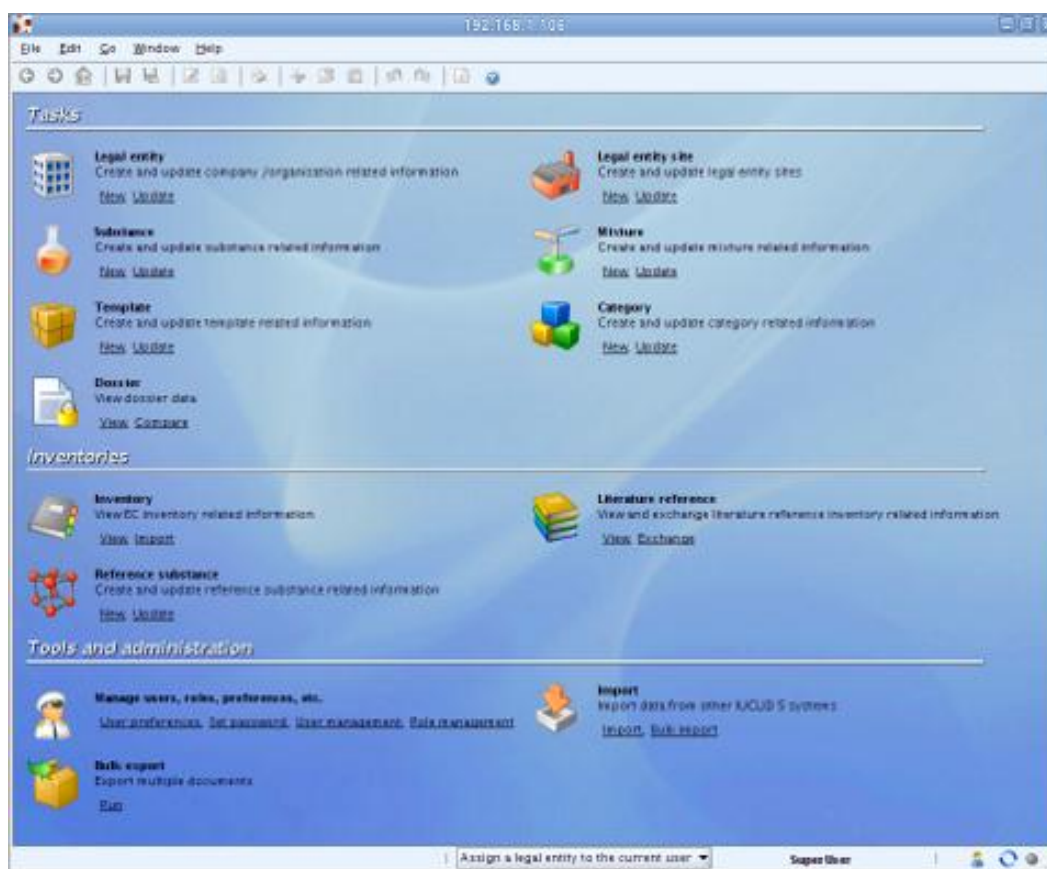
Below the detailed information panel, there are sections for Classifications (SARA III, TIER II, FORM-R) and Comments (General Comments Field).

Name	CAS#	Formula
4-AMINO BENZOIC ACID, SODIUM SALT	555-06-6	C7H7NO2
2-AMINO-3-CHLORO BENZOIC ACID	6388-47-2	
2-AMINO-4-CHLORO BENZOIC ACID	89-77-0	
2-AMINO-5-CHLORO BENZOIC ACID	635-21-2	C7H6ClNO
2-AMINO-6-CHLORO BENZOIC ACID	2149-56-3	
5-AMINO EOSIN	75900-75-3	
4-(2-AMINOETHYL) BENZENESULFONYL FLUORIDE HYDRO	30827-99-7	
2-AMINO-4-FLUORO BENZOIC ACID	446-32-2	
2-AMINO-5-FLUORO BENZOIC ACID	446-08-2	
2-AMINO-6-FLUORO BENZOIC ACID	434-76-4	
N-(3-AMINOPROPYL)-1,4-BUTANEDIAMINE TRIHYDROCHL	334-50-9	C7H19N3
4-AMINOSALICYLIC ACID	65-49-6	C7H7NO3
P-AMINOSALICYLIC ACID SODIUM	6018-19-5	
AMMONIA, ANHYDROUS	1336-21-6	HSNO
AMMONIUM ACETATE	631-61-8	C2H4O2.H
AMMONIUM ALUM	7784-25-0	AlH3N2H
AMMONIUM BIBORATE TETRAHYDRATE	12228-87-4	
AMMONIUM BICARBONATE	1066-33-7	CH2O3.H3
AMMONIUM CHLORIDE	12125-02-9	CH4N
AMMONIUM (15N) CHLORIDE	39466-62-1	
AMMONIUM CITRATE DIBASIC	3012-65-5	C6H8O7.2
AMMONIUM FORMATE	540-69-2	CH2O2.H3
AMMONIUM HYDROGEN DIFLUORIDE	1341-49-7	F2H.H4N
AMMONIUM HYDROXIDE	1336-21-6	HSNO
AMMONIUM LAURYL SULFATE	2235-54-3	C12H26O4
AMMONIUM MOLYBDATE	12054-85-2	
AMMONIUM NITRATE	6484-52-2	HN3.HNO3

Fuente: <http://www.labwrench.com/?equipment.view/equipmentNo/7063/ChemSW/CISPro/>

# International Uniform Chemical Information Database

## *IUCLID 5*



Fuentes:

<http://iuclid.eu/>

<http://www.chem-support.org/Reach/?IUCLID+5>

# Nexxis Chemical Inventory Manager

## *Nexxis CIM*

**Chemical/Container Information**  
**Chemical Information**

Chemical ID: C65102  
Chemical Name: Acetone  
EHS Name: Trade Secret: No  
CAS #: 67-64-1 Rush Order Level: 200  
Reorder Level: 600 mL  
Order Notification: Fred Hoffmann

**Physical Properties**  
Formula: (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CO Specific Gravity: 0.79  
Boiling Point (C): 56.5 Purity (%): 100 Composition: Pure  
Melting Point (C): -95 State: Liquid Molecular Weight: 58.1

**Description:** Clear, colorless, flammable, volatile liquid.

**Storage:** Store in a cool, dry well-ventilated location, away from any area where the fire hazard may be acute.

**Safety:** DANGER! EXTREMELY FLAMMABLE LIQUID AND VAPOR. VAPOR MAY CAUSE FLASH FIRE. HARMFUL IF SWALLOWED OR INHALED. CAUSES IRRITATION TO SKIN, EYES AND RESPIRATORY TRACT. AFFECTS CENTRAL NERVOUS SYSTEM.

**NFPA Chemical Hazard Labels**  
Health: 1 - Caution (May be irritating.)  
Flammability: 3 - Warning (Flammable liquid flash point below 100 F.)  
Reactivity: 0 - Stable (Not reactive when mixed with water.)  
Special Notice: No Special Notice

**Warnings**  
 Flammable  Radioactive  
 Explosive  Carcinogen  
 Biohazard  Corrosive  
 Hazardous

View MSDS View History Previous

User: Fred Hoffmann Method: Chemical Inventory Manager v2.1 Process: Chemical/Container Information

Fuente: [http://www.labtronics.com/chemical\\_inventory\\_management.htm](http://www.labtronics.com/chemical_inventory_management.htm)

## **Anexo 4**

### **Formato para presentación de reportes de movimiento de precursores al Instituto Costarricense sobre Drogas**

## REPORTE DE MOVIMIENTO DE PRECURSORES

NOMBRE DE PERSONA FÍSICA O JURÍDICA: \_\_\_\_\_ N° de Inscripción: \_\_\_\_\_  
 ACTIVIDAD A LA QUE SE DEDICA LA EMPRESA: \_\_\_\_\_  
 INFORME DEL MES DE \_\_\_\_\_ DEL AÑO \_\_\_\_\_ TEL.: \_\_\_\_\_  
 RESPONSABLE: \_\_\_\_\_ FIRMA \_\_\_\_\_ CARGO: \_\_\_\_\_

NOMBRE DE LA SUSTANCIA O PRODUCTO	UNIDADES	SALDO FINAL DEL REPORTE ANTERIOR	INGRESOS DURANTE EL MES	TOTAL DE EXISTENCIA (DATO COLUMNA 2 + DATO COLUMNA 3)	DESPACHO O GASTO DURANTE ESTE MES	SALDO AL FINAL DEL MES REPORTADO EN ESTE INFORME	RAZÓN DEL DESPACHO O GASTO (USO ESPECÍFICO DADO A LA SUSTANCIA )



## **Anexo 5**

**Capturas de pantalla de la base de datos de sustancias químicas,  
desarrollado por el Centro de Investigación en Protección  
Ambiental en el 2005**

## Pantalla principal de la base de datos

**INVENTARIO DE REACTIVOS** USUARIOS

NOMBRE LABORATORIO:

**DATOS RE REACTIVOS**

**TRANSACCIONES**

**OPCIONES**

- Salir
- Bolsa Reactivos

## Pantalla de usuarios

**ID\_USUARIO**

**NOMBRE\_USUARIO**

**LABORATORIO**

**OTROS\_DATOS**

## Pantalla de búsqueda alfabética






ID REACTIVO	NOMBRE QUIMICO	NOMBRE COMERCIAL
1	Acetona	Acetona
10	Acetato de cobre	Acetato de cobre
16	Azul de anilina	Azul de anilina
17	Azul de cocina metilico	Azul de cocina metilico
18	Azul de bromofenol indicador P	Azul de bromofenol indicador
21	Alcohol desnaturalizado	Alcohol desnaturalizado
30	Azul de bromofenol indicador	Azul de bromofenol indicador
4	Alcohol Anhydrous	Alcohol Anhydrous
43	Anilina azul	Anilina azul
48	Amoniaco	Amoniaco
52	Anilina pura	Anilina pura
7	Alcohol Amilico puro	Alcohol Amilico puro
77	Aminopoliborato	Aminopoliborato
9	Alcohol etilico para fricciones	Alcohol etilico para fricciones
*		

Registro: 1 de 14

Vista Formulario

## Pantalla de registro de reactivos


Cerrar Nuevo Buscar Actualizar Eliminar  BOLSA REACTIVOS

N. de CAS   

FORMULA\_QUIMICA

NOMBRE QUIMICO

NOMBRE\_COMERCIAL


UNIDAD\_MEDIDA  

PUNTO\_REORDEN


MAXIMO TIEMPO ALMACENAMIENTO

RECORDATORIO DE VENCIMIENTO

CATEGORIA\_GENERAL

CATEGORIA\_REACTIVO1  

CATEGORIA\_REACTIVO2

ZONA\_ALMACENAMIENTO  

VINCULO HOJA TECNICA

CONDICIONES\_ALMACENAMIENTO:

E: ESTANTERIA  
C: COLUMNA  
F: FILA

TIPO DE RIESGO

<input type="checkbox"/> 1. EXPLOSIVOS	<input type="checkbox"/> 4. SOLIDOS INFLAMABLES	<input type="checkbox"/> 7. MATERIAS RADIATIVAS
<input type="checkbox"/> 2. GASES	<input type="checkbox"/> 5. MATERIAS COMBURENTES	<input type="checkbox"/> 8. MATERIAS CORROSIVAS
<input checked="" type="checkbox"/> 3. LIQUIDOS INFLAMABLES	<input type="checkbox"/> 6. MATERIAS TOXICAS	<input type="checkbox"/> 9. MATERIAS Y OBJETOS PELIGROSOS DIVERSOS

**EXISTENCIAS ACTUALES**


P  
R  
E  
S  
E  
R  
V  
A  
C  
I  
O  
N  
  
D  
E  
  
M  
A  
D  
E  
R  
A




Cerrar

Acetona

EXISTENCIAS

 La cantidad existente es menor o igual al punto de reorden.

 La cantidad existente es menor a cero.

## Pantalla de proveedores y consultas

**PROVEEDORES Y CONSULTAS**

Vencimiento de Reactivos

Proveedores

Ingresos en intervalo de fechas

Egresos en intervalo de fechas

CERRAR

## Pantalla de proveedores

Cerrar Nuevo Buscar Actualizar Eliminar

ID\_PROVEEDOR 001

NOMBRE XILOQUIMICA

CONTACTO

TELEFONO 541-2351

DIRECCION:  
OCHOMOGO, CARTAGO

OBSERVACIONES:

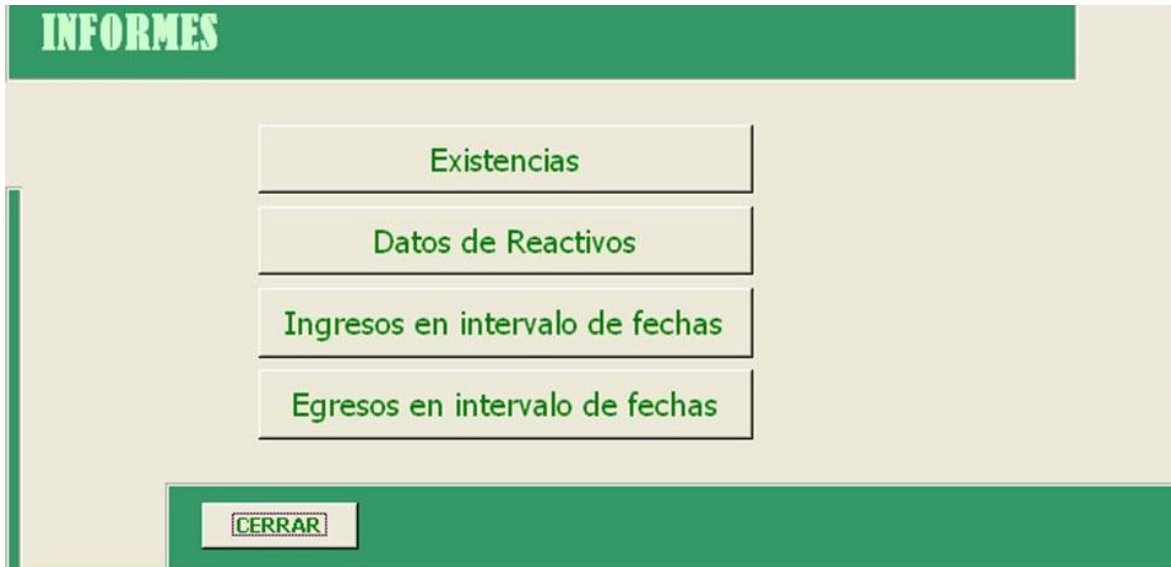
P  
R  
E  
S  
E  
R  
V  
A  
C  
I  
O  
N

## Pantalla de vencimiento de reactivos

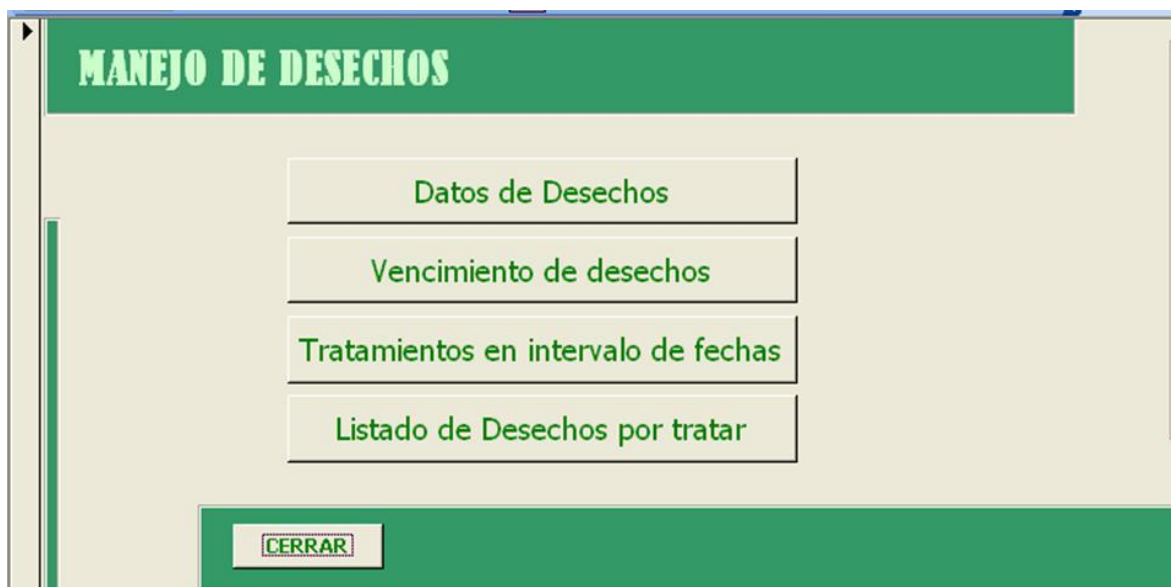
Cerrar	Ver detalle por punto de reorden	Hoy es: <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">10/06/2005</span>		
BOLETA_INGRESO	ID_REACTIVO	NOMBRE	F. INGRESO	VENCIMIENTO
▶ <input type="text" value="I-000"/>	<input type="text" value="81"/>	<input type="text" value="1-Butanol"/>	<input type="text" value="01/04/2005"/>	<input type="text"/>
<input type="text" value="I-001"/>	<input type="text" value="81"/>	<input type="text" value="1-Butanol"/>	<input type="text" value="01/04/2005"/>	<input type="text"/>
<input type="text" value="I-000"/>	<input type="text" value="89"/>	<input type="text" value="2-Pentanol"/>	<input type="text" value="01/04/2005"/>	<input type="text"/>
<input type="text" value="I-001"/>	<input type="text" value="89"/>	<input type="text" value="2-Pentanol"/>	<input type="text" value="01/04/2005"/>	<input type="text"/>
<input type="text" value="I-000"/>	<input type="text" value="47"/>	<input type="text" value="2-Propanol"/>	<input type="text" value="01/04/2005"/>	<input type="text"/>
<input type="text" value="I-001"/>	<input type="text" value="47"/>	<input type="text" value="2-Propanol"/>	<input type="text" value="01/04/2005"/>	<input type="text"/>
<input type="text" value="I-000"/>	<input type="text" value="36"/>	<input type="text" value="4-Cloro-3-Metilfenol"/>	<input type="text" value="01/04/2005"/>	<input type="text"/>

Cerrar			
N. CAS	NOMBRE	EXISTENCIAS	PUNTO REORDEN
▶ <input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="Acetona"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="0"/>
<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="Acetato de cobre"/>	<input type="text" value="1500"/>	<input type="text" value="0"/>
<input type="text" value="11"/>	<input type="text" value="Cristal Violeta"/>	<input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="0"/>
<input type="text" value="12"/>	<input type="text" value="Safranina P"/>	<input type="text" value="85"/>	<input type="text" value="0"/>
<input type="text" value="13"/>	<input type="text" value="Lugol"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="0"/>

## Pantalla de informes



## Pantalla de manejo de desechos



## Pantalla de datos de desechos

Cerrar Buscar Nuevo Eliminar HOY ES: 11/06/2005

**CATEGORIA**

**ID\_DESECHO**

**NOMBRE**

**LUGAR DE PRODUCCION DESECHO**

**ZONA ALMACENAMIENTO**

**TRATAMIENTO**

**TIPO DE RIESGO**

1. EXPLOSIVOS

4. SOLIDOS INFLAMABLES

7. MATERIAS RADIATIVAS

2. GASES

5. MATERIAS COMBURENTES

8. MATERIAS CORROSIVAS

3. LIQUIDOS INFLAMABLES

6. MATERIAS TOXICAS

9. MATERIAS Y OBJETOS PELIGROSOS DIVERSOS

**FECHA\_INGRESO**

**FECHA DESECHADO**

**CANTIDAD MAX.**

**TIEMPO MAX.**

**¿DESECHADO?**

**UNIDAD MEDIDA**

**CANTIDAD:**

numero	cantidad
▶ 1	10
▶ 2	30
* *	0

**OBSERVACIONES:**

Registro:  de 1

## Pantalla de listado de laboratorios

Cerrar

NUM	ESCUELA	NOMBRE LABORATORIO	TELEFONO	ENCARGADO1	ENCARGADO2
▶ 1		PRESERVACION DE MADERA	550-2310	ALEXANDER BRENES	MARVIN MARIN
2		EDAFOLOGIA	550-2303	ISABEL GUZMAN	
3		PRESERVACION DE MADERA	550-2531	ALEXANDER BERROCAL	
4		PROTECCION FORESTAL	550-2441	WILLIAM MORALES	
5		CIB	550-2474	MONSERRAT JARQUIN	
6		EDAFOLOGIA	550-2140	ERICK HERNANDEZ	
7		EDAFOLOGIA	550-2444	JUAN CARLOS SOLANO	
8		CEQIATEC	550-2482	BERNARDO MORALES	FREDDY ANGULO
9		METALOGRAFIA	550-2439	FLORIBETH MADRIGAL	
10		CIVCO	550-2309	HEINER NAVARRO	JUAN CARLOS COTO
11		CENTRO DE PRACTICAS AGRO	550-2352	BERNARDO QUESADA	
12		BODEGA AGRICOLA	550-2579	GERARDO VARGAS	
13		CIGA	550-2332	RANDAL CHAVEZ	
* (brico)					

Registro:  de 13



## **Anexo 6**

**Informe del proyecto final de investigación, presentado en el  
curso Sistemas de Información, año 2008**

Instituto Tecnológico de Costa Rica

Ingeniería Ambiental

Sistemas de Información

## **Proyecto Final**

### **Planteamiento para la creación de un Sistema de Manejo de Inventario en el CEQIATEC**

Elaborado por:

Sofía García Prado  
Ricardo Laurent Aguilar  
Luis Daniel Solano Solano

Profesora:

Dyalá de la O Cordero

II Semestre 2008

## Introducción

El laboratorio CEQIATEC ubicado en el Instituto Tecnológico de Costa Rica se dedica desde 1981 a prestar servicios de análisis químicos y microbiológicos, capacitación asesoría e investigación en ensayos acreditados bajo la norma internacional INTE/ISO/IEC 17025:2005 en las áreas de microbiología de alimentos, aguas potables y residuales. Para cumplir con sus labores y asegurar la calidad de las mismas, el laboratorio requiere gestionar adecuadamente los reactivos químicos que utiliza. Requiere contar con información detallada sobre cada sustancia, llevar un control sobre el consumo y la generación de desechos producto de su uso, además de generar reportes y alertas eficientemente. La elaboración de un sistema de información es un paso clave para lograr este objetivo.

El desarrollo de aplicaciones computacionales que permitan la gestión de los reactivos es una forma efectiva y económica de controlarlos, siempre y cuando se cuente con una planeación precisa y exhaustiva sobre las verdaderas necesidades de los usuarios finales. Es importante analizar dichas necesidades para elegir la solución tecnológica más adecuada, para evitar invertir tiempo y recursos de tipo económico y humano en un sistema que no abarca o sobre-abarca las necesidades de los dichos usuarios finales.

El desarrollo de aplicaciones computacionales es un proceso delicado y complejo que debe ser planificado minuciosamente para garantizar la probabilidad de éxito. La Especificación de Requerimientos de Software (ERS) establece las bases para que se de un acuerdo eficiente entre el interesado, el desarrollador del proyecto y los proveedores Software y demás tecnología implicada. La ERS especifica tanto lo que el sistema hace como lo que no se espera que haga, ya que es de vital importancia llegar a un acuerdo claro entre ambas partes para evitar conflictos durante o después del desarrollo del proyecto. También es una herramienta útil para estimar los costos, riesgos y cronogramas de la aspiración.

Además es importante tomar en cuenta la resistencia al cambio al implantar dichas aplicaciones, ya que los usuarios están acostumbrados a realizar sus tareas de una forma determinada y puede que les dificulte adoptar la idea de cambiar su esquema de trabajo. La resistencia al cambio en uno de los factores más importantes a considerar para el éxito de este tipo de proyectos, por lo que se debe estructurar seriamente un plan para manejar los posibles inconvenientes a lo largo de todo el proceso de desarrollo.

Las aplicaciones orientadas a servicios web han ganado popularidad en los últimos años, ya que reducen notoriamente los costos en inversión de equipo e infraestructura. Por otro lado permiten acceder la información desde cualquier lugar donde los usuarios lo requieran, por medio de una aplicación tan simple como un navegador web como Internet Explorer o Firefox. Dichas aplicaciones no requieren equipo de alta tecnología para ser utilizadas y están disponibles en la mayoría de equipos utilizados hoy en día.

## **Pautas Generales para la Especificación de Requisitos de Software**

### **Consideraciones iniciales**

#### **Propósito del documento**

En el presente apartado se pretende abarcar de manera general los requerimientos funcionales del Sistema de Gestión de Reactivos Químicos, no se incluyen algunos aspectos propios de este tipo de especificación, debido a que exceden los alcances y objetivos del presente trabajo. Cualquier otra consideración no contemplada en este documento deberá ser acordada posteriormente entre los desarrolladores del proyecto y los usuarios finales.

#### **Descripción del problema**

Los laboratorios que realizan análisis e investigaciones químicas y biológicas requieren en la mayoría de ocasiones, una gran cantidad de reactivos químicos para cumplir con los métodos de análisis comunes y estandarizados a nivel mundial. Dada la gran cantidad de reactivos que utilizan y el alto costo de la mayoría, es necesario llevar un control estricto sobre los ingresos y consumos de las sustancias para saber su estado, fecha de vencimiento y peligrosidad para los seres humanos y el medio ambiente. El CEQIATEC requiere eliminar problemas que se derivan de la situación anterior, por lo que es menester un sistema informático eficiente y eficaz que solucione esas situaciones.

#### **Stakeholders y sus necesidades**

El sistema será utilizado primordialmente por los laboratoristas y asistentes del laboratorio, pues son los encargados de realizar las labores prácticas diariamente, las cuales requieren la utilización de las sustancias y por lo tanto su ubicación y control de consumo. El director y los regentes requieren realizar labores más administrativas, pero en su momento también pueden demandar la misma información que consultan e ingresan los asistentes y laboratoristas. Además es

posible que asistentes estudiantes y otras personas ajenas al personal del laboratorio requieran utilizar el sistema, pero deberá ser con el consentimiento del personal y no tendrán los mismos privilegios. Las necesidades primordiales de cada usuario son las siguientes:

*Director del laboratorio:*

- Asegurar el control de consumo de sustancias químicas para garantizar las existencias en bodega.
- Gestionar adecuadamente los reactivos utilizados en el laboratorio para que su manejo sea compatible con los estándares de calidad bajo los que opera.

*Regentes, asistentes y laboratoristas:*

- Verificar información de los productos.
- Llevar un control sobre los ingresos al inventario.
- Generar reportes de consumo.
- Recibir alertas de escasez de sustancias.
- Modificar las cantidades de los productos del inventario.
- Llevar un control de desechos de las diferentes áreas.
- Reportar eficientemente el consumo mensual de precursores.

**Lista de problemas detectados**

- Pérdida de información por daño de equipo.
- Consulta tediosa de datos y cantidades de reactivos.
- Deficiente control de desechos.
- Reactivos con ubicación desconocida.
- No existe un control eficiente sobre la peligrosidad de las diferentes sustancias.
- Soluciones previas no han contemplado todas las necesidades de los usuarios.

**Lista de fortalezas detectadas**

- El laboratorio posee una infraestructura adecuada de bodega.
- Se cuenta con equipo de cómputo en todos los departamentos del laboratorio y posee navegador de internet.
- Se cuenta con acceso ininterrumpido a la intranet del ITCR.
- Existe con un control estricto de calidad.

## **Objetivos del sistema**

### **Objetivo General**

Crear un sistema informático con la capacidad de recibir y almacenar información relacionada con el inventario de reactivos del CEQIATEC, para posteriormente consultarla y generar de reportes y alertas sobre la misma.

### **Objetivos Específicos**

- Llevar un control sobre el consumo de reactivos
- Llevar un control de generación de desechos.
- Llevar un control sobre los ingresos de reactivos al inventario.
- Generar reportes de movimiento de precursores
- Dar a conocer los puntos de reorden de los reactivos críticos

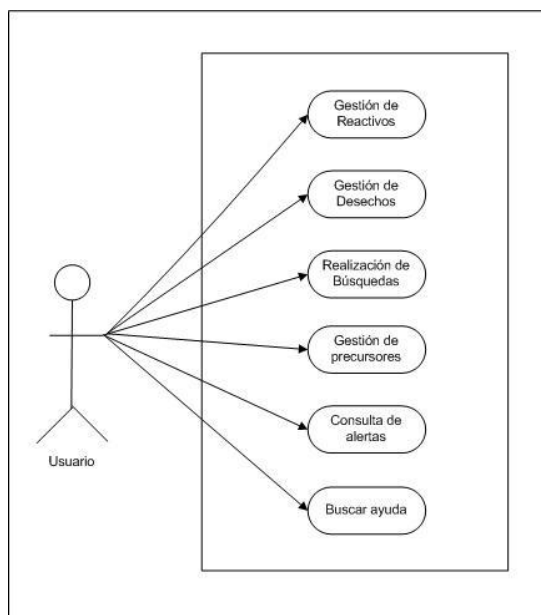
## **Perspectiva del producto por desarrollar**

La implementación de este sistema de gestión de reactivos químicos contribuirá con el control de reactivos y desechos del laboratorio, además garantizará la seguridad y fácil acceso de la información del inventario en bodega para evitar problemas por un acceso ineficiente o nulo a la misma. De esta forma se incrementará el rendimiento, se anticiparán las necesidades del personal y así la productividad aumentará, atribuida a la comodidad de los empleados. La generación de reportes permitirá llevar un control del consumo de las sustancias para evitar las inexistencias inesperadas. Los reportes de movimiento de precursores harán más eficiente el proceso de rendición de cuentas ante el Ministerio de Salud.

## **Restricciones o limitaciones**

- Es necesario apegarse a los estándares del Centro de Cómputo del ITCR para poder poner en funcionamiento el sistema.
- Para el desarrollo del sistema hay que utilizar software específico:
  - Microsoft C Sharp
  - Microsoft Visual Studio
  - Lenguaje de consulta estructurado SQL para el gestionamiento de bases de datos.
- Es probable que exista una limitación económica a la hora de desarrollar el proyecto, las opciones de implementación se discuten más adelante.

## Diagrama general de casos de uso



## 2. Descripción de cada caso de uso

### 2.1. Gestión de Reactivos

#### Intereses

- El usuario requiere ingresar un nuevo valor en la base de datos del inventario, pretende ingresar información detallada sobre la nueva sustancia ingresada y definir si se deben o no generar alertas de punto de reorden. También puede consultar la información de los valores ingresados previamente en la base de datos para modificar las cantidades de las existencias.

#### Precondiciones

- Se debe contar con toda la información de la nueva sustancia.
- El usuario debe estar autorizado para utilizar el sistema.

#### Poscondiciones

- El ingreso a la base de datos se realiza correctamente.

## **Escenario de flujo básico**

### *a) Ingreso de nuevos reactivos*

1. El usuario accesa al sistema de inventario
2. El usuario accede a la sección de Reactivos.
3. Selecciona la opción Nuevo Ingreso.
4. Suministra toda la información que desee sobre la sustancia.
5. El sistema ingresa la nueva información a la base de datos
6. El sistema muestra al usuario la pantalla del nuevo reactivo ingresado.
7. El sistema vuelve a la pantalla general de Ingresos.

### *b) Consulta de reactivos*

1. El usuario accesa al sistema de inventario
2. El usuario accede a la sección de Reactivos.
3. El usuario ingresa el criterio de búsqueda.
4. El sistema despliega los resultados de la búsqueda.
5. El usuario selecciona el resultado correcto.
6. El sistema suministra toda la información que desee sobre la sustancia.
7. El usuarios sale del sistema.

### *c) Modificación de cantidades*

1. El usuario accesa al sistema de inventario.
2. El usuario accede a la sección de Reactivos.
3. El usuario ingresa el criterio de búsqueda.
4. El sistema despliega los resultados de la búsqueda.
5. El usuario selecciona el resultado correcto.
6. El sistema muestra la pantalla de información del sistema.
7. El usuario selecciona la opción de “Ingreso” o “Deducción”
8. El sistema muestra la cantidad existente de la sustancia.
9. El usuario ingresa la nueva cantidad.
10. El sistema registra la modificación en la base de datos.
11. El usuario sale del sistema.



## Pantalla del Caso de Uso (a) y (b)

**TEC**

Reactivos    Desechos    Búsqueda    Precursores    Alertas    Ayuda

### Reactivos

### Nuevo ingreso

Nombre	<input type="text"/>	<b>Comentarios</b> <input type="text"/>
Nombre común	<input type="text"/>	
Nombre en inglés	<input type="text"/>	
Número CAS	<input type="text"/>	
Referencia Hoja de Seguridad	<input type="text"/>	
Cantidad	<input type="text"/>	
Ubicación	<input type="text"/>	
Reactivo Crítico	No <input checked="" type="radio"/> Si <input type="radio"/>	

Punto de reorden

[Ayuda](#)

## Pantalla del Caso de Uso (c)

**TEC**

Reactivos    Desechos    Búsqueda    Precursores    Alertas    Ayuda

**Nombre del Reactivo: xxxxx**

Nombre xxxxx

Nombre común xxxxx

Nombre en inglés xxxxx

Número CAS xxxxx

Referencia Hoja de Seguridad xxxxx

Cantidad xxxxx

Ubicación xxxxx

Reactivo Critico xxxxx

Punto de reorden

Comentarios xxxxx

Ingresos    Deducciones

[Ayuda](#)

## **2.2 Gestión de desechos**

### **Intereses:**

- El usuario desea ingresar un nuevo desecho para registrar su cantidad y nombre, también requiere registrar comentarios relacionados con el desecho. También es posible que el usuario desee consultar desechos ingresados previamente y modificar sus cantidades.

### **Precondiciones**

- Se debe conocer el nombre y la cantidad del desecho que se desea ingresar.
- Se debe contar con la autorización para ingresar al sistema.

### **Poscondiciones**

- El diseño se ingresa correctamente a la base de datos.

### **Escenario de flujo básico**

#### *a) Ingreso de desecho nuevo*

1. El usuario accesa al sistema de inventario.
2. El usuario accede a la sección de Desechos.
3. Suministra toda la información que desee sobre el desecho nuevo.
4. El sistema ingresa la nueva información a la base de datos.
5. El sistema muestra al usuario la pantalla del nuevo desecho ingresado.
6. El sistema vuelve a la pantalla general de Desechos.
7. El usuario sale del sistema.

#### *b) Consulta de un desecho*

1. El usuario accesa al sistema de inventario.
2. El usuario accede a la sección de Desechos.
3. El usuario ingresa de búsqueda.
4. El sistema despliega los resultados de la búsqueda.
5. El usuario selecciona el resultado correcto.
6. El sistema suministra toda la información sobre el desecho.
7. El usuario sale del sistema.

## Pantalla del Caso de Uso

**TEC**

Reactivos   Desechos   Búsqueda   Precursores   Alertas   Ayuda

### Desechos

#### Nuevo desecho

Nombre

Cantidad

Comentarios

[Ayuda](#)

## 2.3. Realización de Búsquedas

### Intereses

- El usuario desea consultar en una base de datos toda la información correspondiente a una sustancia. Requiere consultar reactivos, desechos y precursores.

### Precondiciones

- Conocer el nombre común o IUPAC de la sustancia de interés.
- Tener autorización para ingresar en el sistema.

### Poscondiciones

- El usuario encuentra la información deseada.

### Escenario de flujo básico

1. Usuario ingresa al sistema.
2. Selecciona la opción de Búsqueda.
3. Digita el criterio de búsqueda de la sustancia de interés en el espacio correspondiente.
4. Sistema despliega los resultados de la búsqueda.
5. Usuario selecciona el resultado deseado.
6. Sistema proporciona información de esa sustancia.
7. Usuario sale del sistema.

### Pantalla de caso de uso



The screenshot shows a web application interface for searching substances. At the top, there is a dark blue header with the logo 'TEC'. Below the header is a navigation menu with tabs for 'Reactivos', 'Desechos', 'Búsqueda', 'Precursores', 'Alertas', and 'Ayuda'. The 'Búsqueda' tab is currently selected. The main content area is titled 'Búsqueda' and contains three search sections: 'Reactivos', 'Desechos', and 'Precursores'. Each section has a text input field and a 'Buscar' button. In the bottom right corner of the search area, there is a small blue link labeled 'Ayuda'.

## 2.4. Gestión de precursores

### Intereses

- El usuario desea que el sistema genere reportes de movimiento de sustancias precursoras.

### Precondiciones

- Conocer los nombres de las sustancias precursoras.
- Tener autorización para ingresar al sistema.

### Poscondiciones

- El sistema genera el reporte esperado y el usuario lo descarga.

### Escenario de flujo básico

1. Usuario ingresa al sistema.
2. Selecciona viñeta de precursores.
3. Ingresar los criterios de período de reporte y demás datos.
4. Sistema despliega la hoja de reporte.
5. Usuario descarga el reporte.
6. Usuario sale del sistema.

### Pantalla de caso de uso

TEC

Reactivos Desechos Búsqueda Precursores Alertas Ayuda

**Precursores**

Información del reporte

Mes

Año

Responsable

Cargo

[Ayuda](#)

## **2.5. Alertas**

### **Intereses**

- El usuario desea conocer cuando una sustancia ha alcanzado el punto de reorden.

### **Precondiciones:**

- Haber definido el punto de reorden de cada sustancia.
- Tener autorización para ingresar al sistema.

### **Poscondiciones**

- El sistema arroja alertas cuando se ha alcanzado el punto de reorden de una sustancia y almacena ese aviso en la base de datos de la viñeta de alertas.

#### *Escenario de flujo básico (a)*

- Usuario ingresa al sistema.
- Selecciona viñeta de alerta.
- Sistema enlista los reactivos y las cantidades críticas de cada uno.
- Usuario visualiza lista.
- Sale del sistema.

#### *Escenario de flujo básico (b)*

- Usuario ingresa al sistema.
- Selecciona viñeta de reactivos.
- Incluye nombre de la sustancia en el espacio de búsqueda.
- Selecciona la opción de deducciones.
- Ingresar la cantidad de sustancia que se desea sustraer.
- Sistema lanza alerta de punto de reorden.
- Sistema almacena información en la base de datos de alertas.
- Usuario sale del sistema.

### Pantalla de caso de uso (a)



### Pantalla de caso de uso (b)





## 2.6. Obtención de ayuda

### Intereses

- El nuevo usuario requiere de un instructivo para aprender a utilizar el sistema.

### Precondiciones

- Tener autorización para utilizar el sistema.

### Poscondiciones

- El usuario aprende a manipular el sistema.

### Escenario de flujo básico

- Usuario ingresa al sistema.
- Elige la pestaña de ayuda.
- Sistema despliega en pantalla el instructivo.
- Usuario lee la información.
- Sale del sistema.

**Nota:** La ayuda también está disponible en cada viñeta, pero lleva a los mismos vínculos.

### Pantalla de caso de uso



### 3. Interfaz Web del usuario



### 4. Requerimientos de calidad

- Es necesario apegarme a las especificaciones del Centro de Cómputo
- Se cuenta con vínculos de ayuda en la interfaz que utiliza el usuario.

### 5. Requerimientos de seguridad

- El usuario debe ingresar un nombre de usuario y contraseña para utilizar la aplicación
- Integridad y seguridad de la Base de Datos.

## 6. Administración del riesgo y resistencia al cambio

### Riesgos

**Cuadro 6.1.** Riesgos de la implementación del sistema y posibles acciones de contingencia.

Riesgo	Acciones de contingencia
<i>Disposición del tiempo para reuniones.</i>	Aprovechar al máximo el tiempo de reunión para evitar molestias al cliente con posibles futuras dudas.
<i>Falta de comunicación.</i>	Verificar que el integrante del equipo desarrollador mantenga la comunicación constante con el usuario.
<i>Desmotivación del cliente.</i>	Replanteamiento del proyecto y crear un clima de confianza.
<i>Cambio del alcance del proyecto.</i>	Analizar los cambios necesarios y discutirlos con los usuarios cuando se evalúe su posible inclusión o no en el proyecto.
<i>Abandono por parte del desarrollador.</i>	Contratación inmediata de un reemplazo que le de continuidad al proyecto.
<i>Errores luego de la implementación.</i>	Contratación de un profesional para la inmediata revisión.
<i>Falta de disponibilidad del cliente.</i>	Minimizar al máximo la cantidad de reuniones.

### Resistencia al cambio

La introducción de un sistema de información apoyado en tecnologías de información siempre desencadenará un efecto en los miembros de la organización. La revolución de la tecnología de la información penetra en todo ámbito de la actividad humana, sin embargo, la tecnología no determina la sociedad<sup>6</sup>, pero si puede ser precursora de nuevas formas de comportamiento de los individuos. Algunos factores que deben involucrar los desarrolladores del proyecto para gestionar adecuadamente la resistencia al cambio son:

- Atender todas las sugerencias de los usuarios.
- Involucrarlos durante todo el proceso de obtención de necesidades de información.

---

<sup>6</sup> Castells, M. (2000). *La era de la información: la sociedad red*. Volumen 1. Segunda edición. Alianza Editorial, S. A. España. Pags. 35-43.

- No dejar por fuera en el planeamiento a usuarios por más bajo que sea su puesto en el nivel jerárquico.
- Antes de que el sistema entre en producción, asegurarse que los usuarios lo prueben para estar seguros de que se encuentran satisfechos.

Para el caso de este proyecto, se presencié durante el proceso de análisis de las necesidades de información del usuario, que el mismo tiene temor de que el sistema que se desea implementar no cumpla con las expectativas como en el pasado lo hicieron otros sistemas informáticos. Sin embargo, tienen muy definidas sus necesidades y poseen una actitud muy positiva, además, están conscientes de que el sistema vendría a agilizar el proceso de inventario de bodega, lo que aumentaría la productividad y crearía un clima de comodidad entre los usuarios finales.

## 7. Alternativas de implementación y financiamiento

En la Institución existen diferentes alternativas para que el proyecto sea desarrollado, sin embargo, al tratarse de una institución pública los recursos disponibles son muy limitados. Estas alternativas se reúnen en la tabla que sigue a continuación.

**Cuadro 7.1.** Alternativas de implementación, riesgos potenciales, ventajas y costo.

Alternativa	Riesgos	Ventajas	Costo
<i>Contratación de un profesional en el área.</i>	No se tiene certeza de la duración del proyecto.	Bajo riesgo de abandono.	Alto, por tratarse de un profesional.
<i>Asistentes nombrados por la Escuela de Química.</i>	Discontinuidad, tiempo insuficiente, abandono.	Costo	Bajo
<i>Tomar proyecto como trabajo de graduación.</i>	Proyecto muy sencillo para la relevancia del trabajo de graduación.	Se tiene garantía de que se va a concluir. Amplio conocimiento del desarrollador.	Alto, por competencia con empresas.
<i>Incluirlo como proyecto en los siguientes cursos* :</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Diseño de software.</i></li> <li>• <i>Especificación de requerimientos de software.</i></li> <li>• <i>Proyecto.</i></li> </ul>	En los dos primeros cursos el nivel de conocimiento no garantiza la buena funcionalidad del proyecto. Abandono.	En el curso de Proyecto existe un mayor grado de conocimiento, por lo que se reduce el riesgo de abandono. Además se garantiza la conclusión exitosa.	Nulo

\* Nota: se recomienda el nombramiento de un asistente especial que sirva de apoyo y nexo entre los desarrolladores y el personal del laboratorio.

### ***Alternativa recomendada***

Se recomienda la opción de incluirlo como trabajo para el curso de Proyecto, debido a que el nivel de conocimiento del desarrollador es bastante elevado, posee gran experiencia, además, existe la garantía de que se concluya el proyecto en el tiempo estimado, debido al grado de responsabilidad que genera el curso. Otro de los factores decisivos para recomendar esta opción es el costo que representa, ya que este es nulo para este caso. Incluso si se nombrara el asistente que se mencionó en la nota aclaratoria no se modificaría de forma significativa este aspecto económico.

## **8. Bibliografía**

Barquero, B; Calderón, G; Carvajal, R; Leandro, H. (2006). Proyecto de Ingeniería de Software 3: Plan General del Proyecto. Documento Digital.

Chan, C; Pérez, M; Salas, L. (2007). Documento ERS: Proyecto Escora. Documento Digital.

Instituto Tecnológico de Costa Rica, (2008). Investigación y Extensión. Laboratorio de Servicios Químicos y Microbiológicos CEQIATEC. Encontrado en: [http://www.itcr.ac.cr/investigacion\\_extension/index.aspx?url=../escuelas/quimica/htm/servicios-2.htm](http://www.itcr.ac.cr/investigacion_extension/index.aspx?url=../escuelas/quimica/htm/servicios-2.htm).

Larman, C. (2004). Applying UML and Patterns. Editorial Prentice Hall. Ebook.

Universidad de Valladolid, (2008). Departamento de Informática. Especificación de Requisitos de Software. Encontrado en <http://www.infor.uva.es/~descuder/proyectos/ipo/requi.htm>. Fecha de consulta: 15/11/08.

## **Anexo 7**

**Documento de Especificación de Proyecto presentado al Centro  
de Cómputo del Instituto Tecnológico de Costa Rica**

# D-10



Instituto Tecnológico de Costa Rica  
Centro de Cómputo

Departamento: Centro de Investigación en Protección  
Ambiental (CIPA)

ESPECIFICACIÓN DEL PROYECTO:

Sistema de Gestión de Inventario de Laboratorios del  
ITCR

17/12/09  
Versión 1

# CONTROL DE VERSIONES

## Documento original

**Versión 1**

**Fecha:**

**Elaborado por:** Luis Daniel Solano Solano

## Cambios

**Versión #**

**Fecha:**

**Elaborado por:**

**Descripción:**



## **PRESENTACIÓN**

El ITCR cuenta con centros de investigación y laboratorios de docencia que utilizan sustancias químicas y biológicas, las cuales deben ser gestionar adecuadamente para disminuir costos, evitar accidentes e impactos ambientales adversos.

La Institución debe a su vez cumplir con la legislación nacional correspondiente a la utilización de dichas sustancias, entre las cuales se tienen la Ley Orgánica del Ambiente, el Reglamento para el Manejo de Desechos Peligrosos Industriales y el Listado de Desechos Peligrosos Industriales. El ITCR también debe presentar reportes periódicos de Movimiento de Precursores según lo exige la Ley 8204 en relación con el Control y Fiscalización de Precursores y Químicos Esenciales. Sumado a esto, se debe cumplir con una Normativa de Manejo de Desechos Peligrosos y una Guía de Manejo de Desechos Peligrosos en los Laboratorios del ITCR.

El proyecto del Sistema de Gestión de Inventario de Laboratorios busca facilitar el control de ingreso y uso de las diversas sustancias utilizadas por los laboratorios, así como la generación de desechos. También busca facilitar la generación de los Reportes de Movimiento de Precursores y la reutilización de reactivos en desuso por medio del mantenimiento de una Bolsa de Reactivos.

### **OBJETIVOS DEL PROYECTO**

Dentro de los objetivos del proyecto se pueden listar:

1. Optimizar el control de ingreso de sustancias.
2. Registrar los consumos correspondientes
3. Llevar un control de la generación de desechos.
4. Generar reportes de movimiento de precursores.
5. Generar reportes de consumo.
6. Generar alertas.
7. Gestionar consultas.
8. Gestionar una bolsa de reactivos.
9. Suministrar ayuda.

### **ALCANCES**

Dado que todos los laboratorios deben cumplir con las leyes nacionales y normativas institucionales, el proyecto abarca todos los existentes en investigación y docencia.

También se toman en cuenta los laboratorios que serán creados en el futuro, así como proyectos de investigación que por su duración o características particulares requieran generar reportes de generación de desechos y movimiento de precursores.

Como se busca unificar un sistema que satisfaga las necesidades de todos los laboratorios de la Institución, se espera que el sistema pueda ser accesado por las sedes de San Carlos y San José de ser necesario. Inicialmente sólo será utilizado por la Sede Central.

## **ESPECIFICACIÓN DEL PROYECTO**

### **FUNCIONES ESPECÍFICAS**

#### *1) Registrar el ingreso de sustancias*

Este apartado se refiere a registrar el control de las cantidades de sustancias que ingresan a los laboratorios. El usuario registrará los datos básicos de las sustancias, como lo son:

- Categoría
- Nombre
- Nombre común
- Nombre en inglés
- Número CAS
- Fecha de ingreso
- Cantidad
- Marca
- Fecha de vencimiento
- Comentarios
- Punto de reorden

Este último corresponde a la cantidad mínima que puede existir en el inventario hasta que el sistema genere una alerta que especifique que se debe adquirir la sustancia nuevamente, también se debe poder especificar si la sustancia entra dentro del listado de precursores.

El sistema también debe permitir anexarle a la información general, un documento en formato de Microsoft Word o Adobe PDF que contenga la información sobre la peligrosidad de la sustancia, esto corresponde a la hoja MSDS. Si dicha hoja se encuentra disponible en línea, basta con incluir el vínculo respectivo, el sistema debe permitir ambas opciones.

## *2) Registrar el consumo de las sustancias*

Con el fin de garantizar las existencias, una vez utilizada una sustancia, se debe registrar la cantidad utilizada. Por lo tanto, el sistema debe contener un apartado que permita realizar una búsqueda en el inventario y modificar la cantidad que la sustancia tenía anteriormente o también digitar la cantidad consumida para que el sistema haga la deducción automáticamente.

Es importante que el sistema pida una confirmación antes de modificar el inventario, pues se pueden dar errores al digitar la cantidad o se pueden dar confusiones con las unidades.

## *3) Llevar un control de la generación de desechos peligrosos y no peligrosos*

La utilización de las sustancias genera a su vez desechos peligrosos y no peligrosos que deben contabilizarse para cumplir con la normativa nacional e institucional. Dentro de esta categoría entran las sustancias vencidas o que por su falta de uso se desean descartar. En este apartado el sistema debe recibir el nombre de la sustancia, la cantidad y comentarios.

Para evitar desperdicios y facilitar la reutilización de sustancias en desuso, el sistema debe manejar una lista de dichas sustancias definida en la Guía de Manejo de Desechos Peligrosos en los Laboratorios del ITCR como “Bolsa de Reactivos”. Dicha lista debe estar disponible para ser consultada por todos los laboratorios de la Institución. El usuario definirá en la sección de Control de Desechos si el ingreso que realizará formará parte únicamente del inventario de desechos de su laboratorio o también de la Bolsa de Reactivos.

## *4) Generar reportes de movimiento de precursores*

Para facilitar la rendición de cuentas ante la Unidad de Control y Fiscalización de Precursores del Instituto Costarricense sobre Drogas, sobre el uso de sustancias precursoras, el sistema deberá generar y enviar automáticamente reportes mensuales sobre la situación del laboratorio en esta área al responsable nombrado por la Institución. A continuación se enumeran los puntos que debe incluir el reporte para cada sustancia precursora:

1. Nombre.
2. Unidades.
3. Saldo del mes anterior al reporte.
4. Ingresos durante el mes del reporte.
5. Total de existencias.
6. Consumo durante el mes del reporte.
7. Saldo final.
8. Uso específico dado a la sustancia.

Para facilitar el entendimiento de este reporte, se anexa el formato original suministrado por el Instituto Costarricense sobre Drogas en el Instructivo para la Presentación del Reporte de Movimiento de Precursores.

#### 5) *Generar alertas*

En el punto 1 se mencionó el término Punto de Reorden, las alertas que sistema debe suministrar corresponden a los puntos de reorden que se alcancen al hacer una deducción. Al alcanzar un punto de reorden, el sistema debe disponer de una lista en un apartado separado que enumere los reactivos en estado crítico.

A su vez el sistema debe alertar a los usuarios sobre la antigüedad de los desechos registrados, ya que la ley exige que sean tratados a un plazo de máximo de un año luego de ser generados. Por lo que el usuario definirá un período para recibir una alerta antes de que sea vencido ese plazo. Una vez generada la alerta, el sistema debe registrar en un apartado los desechos en estado crítico, al igual que los precursores.

#### 6) *Manejar consultas*

Este apartado debe contener un motor de búsqueda que permita realizar consultas de los listados de los reactivos, desechos, precursores, reactivos y desechos en puntos críticos. Cada sección de las 5 mencionadas con anterioridad también debe tener un apartado para realizar consultas correspondientes únicamente a dicha sección. Para facilitar la búsqueda, el sistema debe permitir realizar búsquedas según los datos básicos estipulados en el punto 1, además de incluir listados en orden alfabético.

#### 7) *Impresiones*

El usuario final requiere realizar impresiones de los resultados de búsqueda, listados generales y descripciones de reactivos o desechos ingresados a la base de datos, por lo que el sistema debe tener la posibilidad de realizar rápidamente esta tarea para agilizar las funciones de los interesados.

#### 8) *Suministrar ayuda*

Como es común en la mayoría de aplicaciones computacionales, el sistema debe presentar un apartado de ayuda que le permita al usuario comprender el funcionamiento del sistema.

### **EQUIPO DE TRABAJO**

<b>Nombre:</b>	<b>Extensión/Teléfono</b>	<b>Rol</b>
<b>Fabiana Contreras Pérez</b>		<b>Responsable Técnico</b>
<b>Juan Carlos Salas</b>	<b>2568</b>	<b>Coordinador General</b>
<b>Hilda Quesada</b>	<b>9137</b>	<b>Coordinador Auxiliar</b>
<b>Luis Daniel Solano Solano</b>	<b>89 21 29 04</b>	<b>Asistente de implementación</b>

## Anexo 1: Minutas

### Minuta 1

Departamento:	CIPA		
Lugar:	Sala Capacitación RH	Fecha:	18/11/09
Hora inicio:	2:00 pm	Hora final:	5:00 pm
Elaborada por:	Luis Daniel Solano	Minuta No.	<i>1</i>

#### PRESENTES\*:

Nombre	Departamento	Firma
Juan Carlos Salas	CIPA	
Hilda Quesada	CIPA	
Luis Solano	CIPA	
Bernardo Montero	CEQIATEC	
Carlos Ballesteros	Forestal	
Marco Méndez	Ing. Ambiental	
Alexander Brenes	Química	
Carlos Gómez	Agrícola	
Juan Alvarado	Biología	
Bernardo Quesada	Agrícola	
Marvin Marín	Química	
Freddy Angulo	Química	
Deiby Brenes	Forestal	

\* Nota: El control de asistencia se realizó en una sola tabla durante el transcurso de la capacitación. Ver anexo 3.

#### OBJETIVO DE LA SESIÓN DE TRABAJO:

Presentar el proyecto a los laboratorios de la Institución y escuchar sugerencias sobre posibles modificaciones a la propuesta inicial o funciones adicionales que deseen los usuarios finales. Esta sesión está incluida dentro de un módulo de capacitación sobre el manejo de desechos peligrosos en los laboratorios del ITCR.

#### TAREAS Y COMPROMISOS

No.	Tarea	Responsable(s)	Fecha límite
<b>1.</b>	Realizar un reporte verbal sobre la situación actual del inventario que utilizan y futuros requerimientos de un sistema de inventario en línea.	Todos los asistentes a la capacitación.	<b>25/11/09</b>
-----ÚLTIMA LÍNEA-----			

## FECHA Y HORA DE LA PRÓXIMA REUNIÓN: 25/11/09

### TEMAS TRATADOS

- 1 - Antecedentes de los sistemas de inventario utilizados en el pasado.
- 2 - Presentación general de los objetivos del proyecto.

Nota: La sesión 1 tuvo una duración muy breve pues por motivos de tiempo no fue posible presentar lo que se tenía planeado, por lo que el objetivo no se pudo cumplir en su totalidad. Sin embargo, se dio a conocer el proyecto entre los asistentes, lo cual es de utilidad para empezar directamente a trabajar con el grupo en la sesión 2.

### Minuta 2

Departamento:			
Lugar:	Sala Capacitación RH	Fecha:	25/11/09
Hora inicio:	2:00 pm	Hora final:	5:00 pm
Elaborada por:	Luis Daniel Solano	Minuta No.	2

### PRESENTES\*:

Nombre	Departamento	Firma
Juan Carlos Salas	CIPA	
Hilda Quesada	CIPA	
Luis Solano	CIPA	
Bernardo Montero	CEQIATEC	
Carlos Ballesteros	Forestal	
Marco Méndez	Ing. Ambiental	
Alexander Brenes	Química	
Carlos Gómez	Agrícola	
Juan Alvarado	Biología	
Bernardo Quesada	Agrícola	
Marvin Marín	Química	
Freddy Angulo	Química	
Deiby Brenes	Forestal	

\* Nota: El control de asistencia se realizó en una sola tabla durante el transcurso de la capacitación. Ver anexo 3.

### OBJETIVO DE LA SESIÓN DE TRABAJO:

Presentar gráficamente un prototipo de interfaz a los potenciales usuarios finales para dar a conocer de una forma efectiva el enfoque del proyecto y a su

vez obtener sugerencias con respecto a la modificación, adición o eliminación de nuevas funciones al proyecto planteado.

#### **TAREAS Y COMPROMISOS**

<b>No.</b>	<b>Tarea</b>	<b>Responsable(s)</b>	<b>Fecha límite</b>
<b>1.</b>	Revisar con detalle la interfaz planteada para recolectar sugerencias adicionales a las discutidas en la presente sesión. La información será recibida por correo electrónico.	Todos los asistentes a la capacitación.	<b>02/12/09</b>
-----ÚLTIMA LÍNEA-----			

**FECHA Y HORA DE LA PRÓXIMA REUNIÓN: 02/12/09**

#### **TEMAS TRATADOS**

1- Propuestas generales:

Se discutió con los usuarios sobre los requerimientos preliminares de un sistema de inventario en línea que pudiera satisfacer sus necesidades según las labores que realizan.

2- Exposición del prototipo

Se realizó una presentación digital del prototipo de interfaz propuesta para que los usuarios asocien de una forma gráfica y más sencilla el enfoque del proyecto. Las capturas de la presentación se encuentran en los anexos.

3- Propuestas específicas:

Una vez presentado el prototipo de interfaz, se discutieron sugerencias específicas con la intención de unificar un sistema de gestión de inventario eficiente y compatible con las necesidades de todos los laboratorios representados en la reunión. El listado de sugerencias, se encuentra en la sección de anexos.

## Anexos minuta 2

Anexo 1: Capturas del prototipo de interfaz





## Reactivos

### Nuevo ingreso

Nombre Nombre común Nombre en inglés Número CAS Referencia Hoja de Seguridad Cantidad Ubicación 

Reactivo Crítico

No  Si Punto de reorden 

Comentarios

[Ayuda](#)

**Nombre del Reactivo: xxxxx**

Nombre xxxxx

Nombre común xxxxx

Nombre en inglés xxxxx

Número CAS xxxxx

Referencia Hoja de Seguridad xxxxx

Cantidad xxxxx

Ubicación xxxxx

Reactivo Crítico xxxxx

Punto de reorden

Comentarios xxxxx

Ingresos

Deducciones

[Ayuda](#)

## Desechos

### Nuevo desecho

Nombre

Cantidad

Comentarios

[Ayuda](#)

## Búsqueda

### Reactivos

### Desechos

### Precursores

[Ayuda](#)

## Precursores

### Información del reporte

Mes

Año

Responsable

Cargo

[Ayuda](#)

## Alertas

Sustancia	Cantidad

[Ayuda](#)

## Deducciones

**Aviso** X

El reactivo ha alcanzado su punto de reorden

**Aceptar**

[Ayuda](#)



## Anexo 2

### Listado de observaciones obtenidas durante la sesión 2

Observación	Aporte realizado por
Incluir un vínculo a la Hoja de Seguridad MSDS	Freddy Angulo
Incluir la posibilidad de adjuntar el archivo de la Hoja de Seguridad MSDS	Marvin Marín
Restringir el acceso de otros laboratorios a la información privada de cada laboratorio	Deiby Brenes
Incluir lista general de los reactivos de todos los laboratorios para facilitar el intercambio en caso de una emergencia. Incluir en esa lista el número de CAS, ubicación y datos de contacto.	Deiby Brenes
Facilitar el rastreo de los reactivos que han sido prestados de la bolsa de reactivos para conocer su ubicación exacta.	Alexander Brenes
Incluir una sección para registrar medidas de seguridad, como Equipo de Protección Personal (EPP) e instrucciones en caso de derrames y accidentes.	Bernardo Montero
Incluir búsqueda con criterio A-Z para agilizar el funcionamiento.	Bernardo Montero
Incluir alertas de tratamiento de desechos similares a las de los puntos de reorden.	Hilda Quesada
Incluir una sección para incluir comentarios cuando los desechos son mezclas.	Freddy Angulo
Incluir categorías para los desechos de forma que sea más fácil clasificarlos.	Alexander Brenes
Incluir sección para categorizar los desechos según número de práctica en caso de laboratorios de docencia.	Alexander Brenes
Incluir un programa de capacitación para el personal nuevo.	Bernardo Montero
Manejar eficientemente el ingreso de personas ajenas al laboratorio (estudiantes, investigadores) de forma que puedan usar el sistema de inventario y encontrar las sustancias en las bodegas para evitar pérdidas.	Alexander Brenes
Incluir una opción de impresión, y poder seleccionar el pictograma con la peligrosidad de la sustancia. Así como una categorización de la peligrosidad de las sustancias por medio de números.	Deiby Brenes
Registrar la o las personas que utilizan los reactivos dentro de las deducciones de consumo generales.	Bernardo Montero

**Anexo 2:** Extracto del Instructivo para la Presentación del Reporte de Movimiento de Precursores de la Unidad de Control y Fiscalización de Precursores del Instituto Costarricense sobre Drogas

MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA  
INSTITUTO COSTARRICENSE SOBRE DROGAS  
UNIDAD DE CONTROL Y FISCALIZACIÓN DE PRECURSORES

**REPORTE DE MOVIMIENTO DE PRECURSORES**

NOMBRE DE PERSONA FÍSICA O JURÍDICA: \_\_\_\_\_

Nº DE INSCRIPCIÓN: \_\_\_\_\_

ACTIVIDAD A LA QUE SE DEDICA LA EMPRESA: \_\_\_\_\_

INFORME DEL MES DE \_\_\_\_\_ DEL AÑO \_\_\_\_\_

TEL.: \_\_\_\_\_

RESPONSABLE: \_\_\_\_\_ FIRMA \_\_\_\_\_ CARGO: \_\_\_\_\_

NOMBRE DE LA SUSTANCIA O PRODUCTO	UNIDAD*	SALDO FINAL DEL REPORTE ANTERIOR	INGRESOS DURANTE EL MES	TOTAL DE EXISTENCIA <small>(DATO COLUMNA 2 + DATO COLUMNA 3)</small>	DESPACHO O GASTO DURANTE ESTE MES	SALDO AL FINAL DEL MES REPORTADO EN ESTE INFORME	RAZÓN DEL DESPACHO O GASTO (USO ESPECÍFICO DADO A LA SUSTANCIA)

**NOTA:** Este formulario debe ser remitido, mensualmente a la Unidad de Control y Fiscalización de Precursores del INSTITUTO COSTARRICENSE SOBRE DROGAS, por todas aquellas empresas o Instituciones que importen, fabriquen, distribuyan, utilicen de cualquier forma exporten o re-exporten precursores.

\* Deben indicar claramente las unidades de medida en que reportan los datos.

Anexo 3: Control de Asistencia durante la capacitación



Aplicación de la Normativa de Manejo de Desechos Peligrosos  
en el quehacer del ITCR

Lista de Asistencia

Nombre	Departamento	Email	Sesión I 04 Nov	Sesión II 11 Nov	Sesión III 18 Nov	Sesión IV 25 Nov	Sesión V 02 Dic
Daniela Morales	Legales	dmorales@itcr.ac.cr					
Carla de la Cruz	Ing. Forestal	cdela@itcr.ac.cr					
Maria A. Niz Lopez	Química T.A.	mniz@itcr.ac.cr					
Alexander Mora	Química	amora@itcr.ac.cr					
Carla Jimenez	Ing. Agronomía	cjimenez@itcr.ac.cr					
Julian Alvarado Herrera	biología	jalvarado@itcr.ac.cr					
Priscilla Alvarado	agropecuaria	palvarado@itcr.ac.cr					
Yessy Herrera	Esc. Química	yherrera@itcr.ac.cr					
Yessy Huguely Román	Esc. Química	yromán@itcr.ac.cr					
DEBORA ESPERANZA	Forestal	desperanza@itcr.ac.cr					
Carla de la Cruz	Ing. Forestal	cdela@itcr.ac.cr					
<del>Carla de la Cruz</del>	<del>Ing. Forestal</del>	<del>cdela@itcr.ac.cr</del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>
<del>Carla de la Cruz</del>	<del>Ing. Forestal</del>	<del>cdela@itcr.ac.cr</del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>



## **Anexo 8**

### **Metodología para proyectos de desarrollo de software en el Instituto Tecnológico de Costa Rica**



Instituto Tecnológico de Costa Rica  
Centro de Cómputo

METODOLOGÍA PARA PROYECTOS DE DESARROLLO DE  
SOFTWARE EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

10/01/2006  
Versión 2.1

# CONTROL DE VERSIONES

## Documento original

<b>Versión #</b>	1.0
<b>Fecha:</b>	29/5/2004
<b>Elaborado por:</b>	Christian Sanabria J.

## Cambios

<b>Versión #</b>	2.0
<b>Fecha:</b>	10/01/2006
<b>Elaborado por:</b>	Kattia Hidalgo, Fabiana Contreras, Pablo Gamboa
<b>Descripción:</b>	Mejoras en la descripción de la metodología a utilizar en el desarrollo de nuevos sistemas.

<b>Versión #</b>	2.1
<b>Fecha:</b>	16/03/2006
<b>Elaborado por:</b>	Fabiana Contreras
<b>Descripción:</b>	Actualización del diagrama de las etapas de la metodología

<b>Versión #</b>	2.2
<b>Fecha:</b>	10/11/2008
<b>Elaborado por:</b>	Mauricio Avilés
<b>Descripción:</b>	Actualización del documento para utilización de Visual Studio 2005.

## **PRESENTACION**

El objetivo de este documento es presentar la metodología a seguir para proyectos de desarrollo de software a nivel institucional en el Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Está orientado a directores de departamentos, analistas y personal técnico que se encuentra involucrado en los proyectos de desarrollo en el Centro de Cómputo o en cualquier dependencia de la Institución.

## **OBJETIVOS DE LA METODOLOGÍA**

La metodología busca:

- Definir las pautas y estándares para desarrollo de aplicaciones en el ITCR
- Establecer las etapas básicas que todo proyecto de desarrollo realizado en la Institución debe cumplir.
- Establecer los estándares técnicos de diseño y desarrollo de aplicaciones
- Definir los productos que deben generarse en cada etapa del desarrollo
- Crear plantillas con el formato y la información mínima que debe contener cada producto generado en los proyectos de desarrollo.
- Establecer las herramientas tecnológicas a utilizar para los proyectos de desarrollo.

## **ALCANCES**

- La metodología no pretende limitar los proyectos ni a los desarrolladores, sino más bien proveer herramientas que agilicen los proyectos
- Los elementos que se incluyen en las plantillas de productos son requerimientos mínimos, será decisión del responsable de cada proyecto agregar información adicional que considere importante a estos documentos, como anexos.

# **ESPECIFICACIÓN DE LA METODOLOGÍA**

## **ETAPAS GENERALES**

La metodología incluye las siguientes etapas:

- Especificación del proyecto
- Planeación del proyecto
- Identificación de requerimientos
- Revisión de la planeación del proyecto
- Diseño de un modelo conceptual
- Diseño de un prototipo de interfaz
- Diseño físico de la aplicación
- Elaboración del plan de pruebas
- Programación de componentes
- Documentación
- Pruebas funcionales (ejecución del plan de pruebas)
- Aprobación
- Migración
- Implementación

## **PRODUCTOS**

Cada etapa de la metodología busca la elaboración de uno o más productos. En este documento se indica el contenido de cada uno de estos productos. Además el Centro de Cómputo proveerá las plantillas y herramientas que faciliten la elaboración de la documentación, diagramas, etc.

## **EQUIPOS DE TRABAJO**

El equipo de trabajo para cada proyecto deberá estar conformado por:

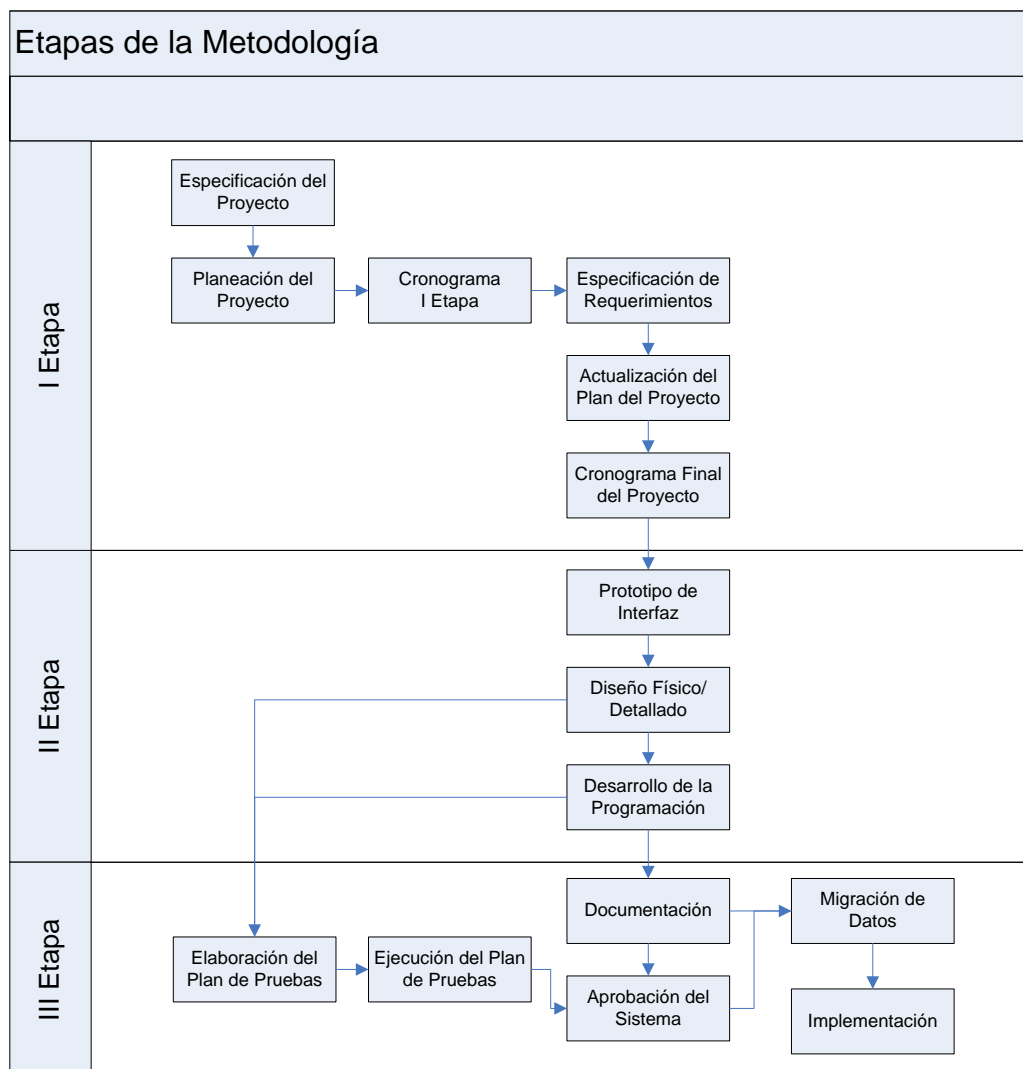
- Una persona responsable administrativa del proyecto, ya sea el Director del Centro de Cómputo o del departamento en donde se desarrolla el proyecto.
- Un analista Responsable Técnico del Proyecto, asignado por el departamento en donde se desarrolla el proyecto.
- Un analista del Centro de Cómputo encargado de Control de Calidad
- Equipo de analistas que apoyen en las distintas etapas
- Usuarios del sistema

## LINEAMIENTOS GENERALES

- Esta metodología es necesaria para todos los proyectos de desarrollo de Software que se realicen en el Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- La metodología es definida y mantenida por el equipo de desarrollo del Centro de Cómputo, las sugerencias y observaciones para su mejoramiento son bienvenidas.

## ETAPAS DE LA METODOLOGÍA

El siguiente diagrama muestra las etapas de la metodología:



<b>Etapa</b>	<b>Descripción</b>	<b>Participantes</b>	<b>Productos</b>
Especificación del proyecto	Elaborar un documento inicial de propuesta del proyecto	Responsable administrativo Analista Responsable CC QA	Documento de Especificación del proyecto
Planeación del proyecto	Elaborar cronograma estimado y plan de trabajo	Responsable administrativo Analista responsable CC QA	Plan del proyecto Cronograma inicial
Identificación de requerimientos	Identificar y documentar los requerimientos de la aplicación	Analista Responsable Usuarios CC QA	Especificación de requerimientos
Revisión de la planeación del proyecto	Revisar y adecuar el plan del proyecto de acuerdo con los requerimientos	Responsable administrativo Analista Responsable CC QA	Plan del proyecto y cronograma actualizados
Diseño de un modelo conceptual	Elaborar un modelo conceptual de las funcionalidades y datos de la aplicación	Analista Responsable Analistas de apoyo CC QA	Documento de diseño conceptual
Diseño de un prototipo de interfaz	Elaborar y validar un prototipo no funcional con la interfaz de la aplicación	Analista Responsable Analistas de apoyo Usuarios CC QA	Prototipo de interfaz aprobado
Diseño físico de la aplicación	Elaborar el diseño detallado de componentes, clases y el modelo de datos físico para la aplicación	Analista Responsable Analistas de apoyo CC QA	Documento de diseño detallado
Programación de componentes	Programación de la aplicación	Analista responsable Analistas de apoyo CC Soporte técnico y QA	Aplicación programada
Elaboración del plan de pruebas	Elaborar un plan de pruebas funcionales de la aplicación	Analista responsable Usuarios CC QA	Plan de pruebas
Documentación	Elaboración de la documentación técnica y de usuario de la aplicación	Analista Responsable Analistas de apoyo Usuarios	Manual Técnico y Manual de Usuario
Pruebas funcionales	Ejecución del plan de pruebas elaborado	Analista Responsable Usuarios CC QA	Plan de pruebas ejecutado y aprobado, correcciones realizadas
Aprobación	Aceptación de la aplicación por los usuarios	Analista Responsable Responsable Administrativo CC QA	Carta de aceptación
Migración final de datos	Movimiento de datos si es necesario, de acuerdo con manual técnico	Analista Responsable CC QA	Datos migrados
Implementación	Instalación en ambiente de producción de acuerdo con manual técnico	Equipo de infraestructura Analista responsable CC Soporte Técnico y QA	Aplicación instalada y en uso

## ESPECIFICACIÓN DETALLADA DE CADA ETAPA

### ESPECIFICACIÓN DEL PROYECTO

#### OBJETIVOS

- Definir los objetivos y alcances del proyecto a desarrollar
- Identificar los recursos disponibles y a los responsables del proyecto, y definir el equipo de trabajo que participaría en el proyecto
- Visualizar los plazos estimados o requeridos para el proyecto
- Identificar la funcionalidad y el ambiente de operación del proyecto a desarrollar
- Realizar un análisis de riesgos que puedan afectar el desarrollo del proyecto definiendo planes de contingencias para cada uno.

#### HERRAMIENTAS

- Plantilla para el documento de Especificación del Proyecto

#### PASOS/RESPONSABLES

Paso #	Descripción	Responsable(s)
1	El Centro de Cómputo provee la plantilla para elaboración del documento	Equipo de desarrollo CC
2	Elaboración del documento de acuerdo con la plantilla	Responsable administrativo Analista responsable
3	Control de calidad	Equipo de desarrollo CC
4	Aprobación de la especificación	Responsable administrativo

#### PRODUCTOS

- Documento de Especificación del Proyecto



## PLANEACIÓN DEL PROYECTO

### OBJETIVOS

- Analizar el documento de especificación del proyecto y realizar una estimación inicial del tiempo a emplear en cada una de las etapas siguientes del proyecto, de acuerdo con esta metodología y con los objetivos y alcances indicados.
- Elaborar un cronograma inicial del proyecto, que incluya tareas detalladas, plazos y responsables
- Obtener el compromiso del responsable administrativo del proyecto y del equipo de analistas para el cumplimiento de los plazos, principalmente el de la primer etapa, el análisis de requerimientos

### HERRAMIENTAS

- Plantilla para el documento del Plan de Proyecto
- Plantilla de Microsoft Project para la elaboración del plan del proyecto

### PASOS/RESPONSABLES

Paso #	Descripción	Responsable(s)
1	El Centro de Cómputo provee las plantillas para elaboración del documento del plan del proyecto.	Equipo de desarrollo CC
2	Reunión para análisis y definición inicial del plan	Analista responsable Equipo de desarrollo CC
3	Elaboración detallada del plan	Analista responsable
3	Control de calidad	Equipo de desarrollo CC
4	Presentación de plazos, tareas, herramientas y compromiso del responsable administrativo y el analista	Analista responsable Responsable administrativo Usuarios involucrados Equipo de desarrollo CC
4	Aprobación del plan inicial	Responsable administrativo
5	Se crea el proyecto en Project Server y se asigna tareas a cada miembro del equipo	Equipo de desarrollo CC Analista responsable

### PRODUCTOS

- Documento de Plan del Proyecto
- Diagrama Gantt del proyecto elaborado e instalado en Microsoft Project Server
- Correos enviados a los miembros del equipo indicando sus tareas en el proyecto

## IDENTIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS

### OBJETIVOS

- Obtener una especificación detallada de todos los requerimientos funcionales y no funcionales de la aplicación
- Analizar los requerimientos y elaborar todos los casos de uso que la aplicación debe implementar

### HERRAMIENTAS

- Plantilla para minutas de reunión
- Plantilla para el documento de Requerimientos
- Plantilla para diagramas de casos de uso

### PASOS/RESPONSABLES

Paso #	Descripción	Responsable(s)
1	Actualización de tareas en Project Server (durante toda la etapa)	Analista responsable
2	El Centro de Cómputo provee las plantillas para elaboración del documento y diagramas	Equipo de desarrollo CC
3	Reuniones con los usuarios para identificar las funcionalidades y los requerimientos no funcionales	Analista responsable Usuarios
4	Análisis de requerimientos y elaboración de casos de uso	Analista responsable
5	Validación de requerimientos	Analista responsable Usuarios Responsable administrativo
6	Control de calidad	Equipo de desarrollo CC
7	Aprobación del Documento de Requerimientos	Responsable administrativo

### PRODUCTOS

- Documento de Requerimientos
- Diagramas de casos de uso
- Plan de trabajo actualizado en Project Server

## REVISIÓN DE LA PLANEACIÓN DEL PROYECTO

### OBJETIVOS

- Actualizar el plan del proyecto una vez que se tiene una mejor visión de los requerimientos
- Actualizar los plazos y tareas en el cronograma inicial del proyecto
- Redefinir los alcances del proyecto si es necesario
- Obtener el compromiso del responsable administrativo del proyecto, de los usuarios involucrados y del equipo de analistas para el cumplimiento de los plazos en las etapas siguientes.

### HERRAMIENTAS

- Plan del proyecto elaborado en etapa previa
- Cronograma del proyecto elaborado en etapa previa

### PASOS/RESPONSABLES

Paso #	Descripción	Responsable(s)
1	Reunión para revisión de requerimientos y estimación, redefinición de alcances	Analista responsable Equipo de desarrollo CC
2	Reunión para revisión del plan y redefinición de alcances	Analista responsable Responsable administrativo Equipo de desarrollo CC
3	Actualización del plan	Analista responsable
3	Control de calidad	Equipo de desarrollo CC
4	Presentación de plazos, tareas, herramientas y compromiso del responsable administrativo y el analista	Analista responsable Responsable administrativo Usuarios involucrados Equipo de desarrollo CC
4	Aprobación del plan	Responsable administrativo
5	Se actualiza el proyecto en Project Server y se reasigna tareas a cada miembro del equipo	Equipo de desarrollo CC Analista responsable

### PRODUCTOS

- Documento de Plan del Proyecto actualizado
- Diagrama Gantt del proyecto actualizado
- Correos enviados a los miembros del equipo indicando los cambios en sus tareas en el proyecto
- Alcances del proyecto redefinidos y este cambio documentado en el plan del proyecto.

## **DISEÑO DE UN MODELO CONCEPTUAL**

### **OBJETIVOS**

- Analizar los requerimientos y agruparlos en módulos
- Analizar los requerimientos de información y elaborar un modelo lógico de base de datos

### **HERRAMIENTAS**

- Plantilla para documento de diseño Conceptual
- Plantilla Visio para diagrama lógico de base de datos

### **PASOS/RESPONSABLES**

<b>Paso #</b>	<b>Descripción</b>	<b>Responsable(s)</b>
2	El Centro de Cómputo provee las plantillas para elaboración del documento y diagramas	Equipo de desarrollo CC
4	Análisis de requerimientos y elaboración del diseño de módulos	Analista responsable
5	Análisis de requerimientos de información y elaboración del diseño lógico de la base de datos	Analista responsable
6	Control de calidad	Equipo de desarrollo CC
5	Presentación y validación del modelo conceptual	Analista responsable Usuarios Responsable administrativo
7	Aprobación del Documento de Diseño Conceptual	Responsable administrativo

### **PRODUCTOS**

- Documento de Diseño del Modelo Conceptual

## **DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE INTERFAZ**

### **OBJETIVOS**

- Diseñar la interfaz de usuario de la aplicación
- Elaborar un prototipo no funcional de la aplicación que muestre a los usuarios la funcionalidad que tendrán en la aplicación, y que sirva como base para diseñar la capa de interfaz en la etapa de desarrollo de la aplicación

### **HERRAMIENTAS**

- Plantilla para interfaz de usuario.

### **PASOS/RESPONSABLES**

<b>Paso #</b>	<b>Descripción</b>	<b>Responsable(s)</b>
2	El Centro de Cómputo provee las plantillas para elaboración del prototipo	Equipo de desarrollo CC
4	Diseño del prototipo	Analista responsable
6	Control de calidad	Equipo de desarrollo CC
5	Validación del prototipo con los usuarios	Analista responsable Usuarios Responsable administrativo
7	Aprobación del prototipo	Responsable administrativo

### **PRODUCTOS**

- Prototipo de interfaz validado con los usuarios y aprobado

## DISEÑO FÍSICO DE LA APLICACIÓN

### OBJETIVOS

- Realizar el diseño de clases y componentes de la aplicación
- Realizar el diseño físico de la base de datos y generar un script
- Realizar la especificación de los requerimientos de plataforma tecnológica para desarrollo de la aplicación y para su puesta en producción

### HERRAMIENTAS

- Plantilla para documento de diseño físico
- Plantilla Visio para diagrama lógico de base de datos

### PASOS/RESPONSABLES

Paso #	Descripción	Responsable(s)
1	El Centro de Cómputo provee las plantillas para elaboración del documento y diagramas	Equipo de desarrollo CC
2	Diseño de clases y componentes	Analista responsable
3	Diseño del modelo físico de la base de datos y generación de scripts	Analista responsable
4	Especificación de la plataforma tecnológica para desarrollo de la aplicación	Analista responsable
6	Control de calidad	Equipo de desarrollo CC
7	Aprobación del Documento de Diseño Detallado	Responsable administrativo

### PRODUCTOS

- Documento de Diseño del Modelo Detallado
- Script para generación de la base de datos

## PROGRAMACIÓN DE COMPONENTES

### OBJETIVOS

- Instalar la plataforma tecnológica para desarrollo de la aplicación
- Realizar la programación de los componentes de la aplicación de acuerdo con el diseño detallado
- Realizar las pruebas básicas de funcionalidad
- Generar un instalador de la aplicación

### HERRAMIENTAS

- Documento de Estándares de Programación
- Herramienta de generación de código de acceso a datos ITCRGen
- Herramientas de programación
  - Microsoft Visual Studio .NET 2005 (C#)
  - Microsoft SQL Server 2000

### PASOS/RESPONSABLES

Paso #	Descripción	Responsable(s)
1	El Centro de Cómputo provee las plantillas y herramientas de desarrollo necesarias	Equipo de desarrollo CC
2	El Centro de Cómputo provee la plataforma tecnológica necesaria para el desarrollo	Equipo de desarrollo CC
3	Instalación de la base de datos	Equipo de desarrollo CC Analista responsable
4	Generación de componentes de acceso a datos	Analista responsable
5	Generación de componentes de negocios	Analista responsable
6	Generación de componentes de presentación	Analista responsable
7	Control de calidad	Equipo de desarrollo CC
8	Elaboración de instaladores	Analista responsable

### PRODUCTOS

- Aplicación programada y pruebas básicas realizadas
- Software instalador para la aplicación elaborada
- Script para generación y carga de datos en la base de datos

## **ELABORACIÓN DEL PLAN DE PRUEBAS**

### **OBJETIVOS**

- Elaborar el documento de pruebas funcionales e integrales de la aplicación
- Presentar el plan de pruebas a los usuarios que las ejecutarán
- Elaborar la documentación técnica para la instalación del ambiente de pruebas

### **HERRAMIENTAS**

- Plantilla para el documento de Plan de Pruebas

### **PASOS/RESPONSABLES**

<b>Paso #</b>	<b>Descripción</b>	<b>Responsable(s)</b>
1	El Centro de Cómputo provee las plantillas necesarias	Equipo de desarrollo CC
2	Elaboración del plan de pruebas	Analista responsable
3	Elaboración de documentación para instalación del plan de pruebas	Equipo de desarrollo CC Analista responsable
	Presentación del plan de pruebas y compromiso para su ejecución	Analista responsable Responsable Administrativo Usuarios Equipo de desarrollo CC
7	Control de calidad	Equipo de desarrollo CC
8	Plan de pruebas aprobado	Analista responsable

### **PRODUCTOS**

- Documento de Plan de Pruebas
- Compromiso del Centro de Cómputo para la instalación del ambiente de pruebas (solicitud del ambiente de pruebas debe ser coordinado con la persona responsable del área de sistemas del Centro de Cómputo al menos por correo electrónico)
- Compromiso de la administración y los usuarios para la ejecución de las pruebas



## DOCUMENTACIÓN

### OBJETIVOS

- Elaborar la documentación técnica y de usuario para la aplicación desarrollada
- Elaborar las herramientas para capacitación
- Planear y ejecutar la capacitación

### HERRAMIENTAS

- Plantilla para documentación técnica de sistemas
- Plantilla para manual de usuario

### PASOS/RESPONSABLES

Paso #	Descripción	Responsable(s)
1	El Centro de Cómputo provee las plantillas para documentación y herramientas de capacitación	Equipo de desarrollo CC
2	Elaboración de la documentación técnica	Analista responsable
3	Elaboración de la documentación de usuario y/o ayuda en línea	Analista responsable
4	Elaboración de las herramientas de capacitación	Analista responsable
7	Control de calidad	Equipo de desarrollo CC
5	Planeación de la capacitación	Analista responsable Responsable administrativo Equipo de desarrollo CC
6	Ejecución de la capacitación	Analista responsable Responsable administrativo Equipo de desarrollo CC Usuarios

### PRODUCTOS

- Manual Técnico de la aplicación
- Manual de usuario de la aplicación
- Usuarios capacitados en el uso de la aplicación

## PRUEBAS FUNCIONALES

### OBJETIVOS

- Ejecutar el plan pruebas funcionales e integrales de la aplicación
- Informar acerca de los resultados de cada prueba
- Realizar las correcciones necesarias y ejecutar el plan de pruebas hasta que todos los casos de prueba sean aprobados.

### HERRAMIENTAS

- Plan de pruebas elaborado
- Herramienta para reporte y seguimiento de errores.

### PASOS/RESPONSABLES

Paso #	Descripción	Responsable(s)
1	Se provee el equipo y la infraestructura para pruebas	Responsable Administrativo Analista Responsable
2	Se instala la aplicación	Analista responsable
3	Se entrega a los usuarios el plan de pruebas y se explica el funcionamiento de la aplicación	Analista Responsable Usuarios
4	Los usuarios ejecutan cada uno de los casos de prueba de la aplicación	Usuarios
5	Los usuarios registran el resultado de cada prueba realizada	Usuarios
6	Se analizan los resultados de las pruebas y se asigna a los desarrolladores para realizar las correcciones necesarias	Analista responsable Equipo de desarrollo CC
7	Se realizan las correcciones de los errores reportados	Analista responsable Equipo de desarrollo CC
8	Se vuelven a ejecutar los casos de pruebas necesarios para validar que se corrigieron los errores y no se generaron otros	Usuarios

### PRODUCTOS

- Informe con el resultado de cada caso de prueba
- Aplicación depurada

## **APROBACIÓN**

### **OBJETIVOS**

- Realizar la aprobación de la aplicación generada por parte de todas las partes involucradas
- Definir la estrategia de puesta en producción de la aplicación

### **HERRAMIENTAS**

- Plantilla para documento de aprobación
- Plantilla para orden de puesta en producción

### **PASOS/RESPONSABLES**

<b>Paso #</b>	<b>Descripción</b>	<b>Responsable(s)</b>
1	Se reúnen las partes para analizar los resultados de pruebas y documentación	Responsable administrativo Analista Responsable Equipo de desarrollo CC Usuarios
3	Se analizan los requerimientos técnicos, operativos y de infraestructura para puesta en producción de la aplicación	Responsable administrativo Analista Responsable Equipo de desarrollo CC Equipo de desarrollo CC
4	Se definen tareas y responsables, así como fechas para la implementación de la aplicación	Responsable administrativo Analista Responsable
2	Se aprueba la aplicación	Responsable administrativo

## **MIGRACIÓN**

En caso de ser necesario se llevara a cabo el proceso de migración correspondiente a bases de datos o sistemas, de no ser así este punto debe obviarse.

### **OBJETIVOS**

- Realizar las migraciones de datos necesarias para la puesta en marcha de la aplicación

### **HERRAMIENTAS**

- Herramientas para manipulación de datos
- Secuencia de comandos SQL (Scripts) o utilitarios elaborados durante el desarrollo de la aplicación
- Procedimiento de migración incluido como parte de la documentación técnica de la aplicación.

### **PASOS/RESPONSABLES**

<b>Paso #</b>	<b>Descripción</b>	<b>Responsable(s)</b>
1	Se provee una versión de la base de datos limpia para realizar la carga de datos	Analista responsable Equipo de desarrollo CC
2	Se ejecutan los scripts o utilitarios para paso de datos, según los pasos definidos en la documentación técnica de la aplicación	Analista responsable

### **PRODUCTOS**

- Datos migrados

## **IMPLEMENTACIÓN**

Implementación en el ambiente de producción final.

## **Anexo 9**

### **Prototipo de Interfaz presentado al Centro de Cómputo**

**Instituto Tecnológico de Costa Rica**

**Centro de Investigación en Protección Ambiental CIPA**

**Proyecto de Investigación**

*Diseño de un Sistema de Inventario de laboratorios*

**Prototipo de interfaz**

**Elaborado por**

**Randal Charpantier**

**2011**

## INTRODUCCIÓN

El propósito de este documento es mostrar el prototipo inicial del sistema. Los datos usados en las pantallas son meramente ilustrativos.

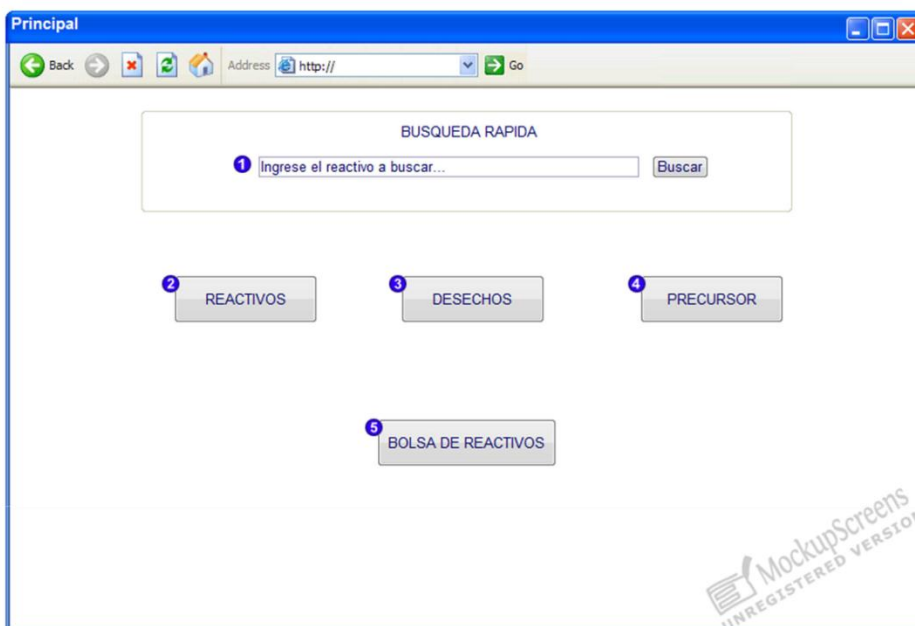
Se va a mostrar las pantallas relacionadas con las funcionalidades principales del sistema:

Manejo de sustancias (en este caso se va a ejemplificar con los reactivos, ya que para los desechos y precursores los procesos son los mismo).

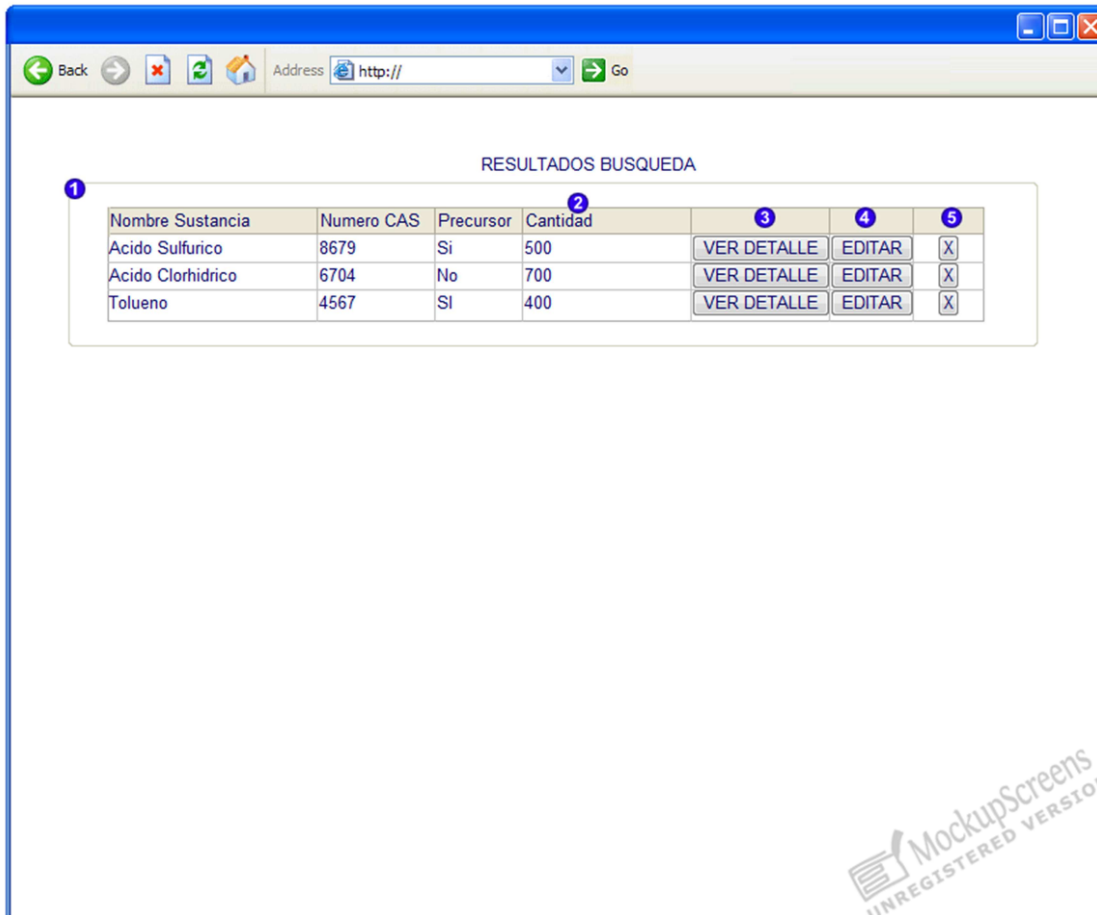
- creación
- modificación
- búsqueda
- agregación
- consumo
- eliminación

Bolsa de Reactivos. Aquí se puede:

- agregar una sustancia del laboratorio para la bolsa.
- buscar sustancias en la bolsa
- consumir una sustancia de la bolsa de reactivos



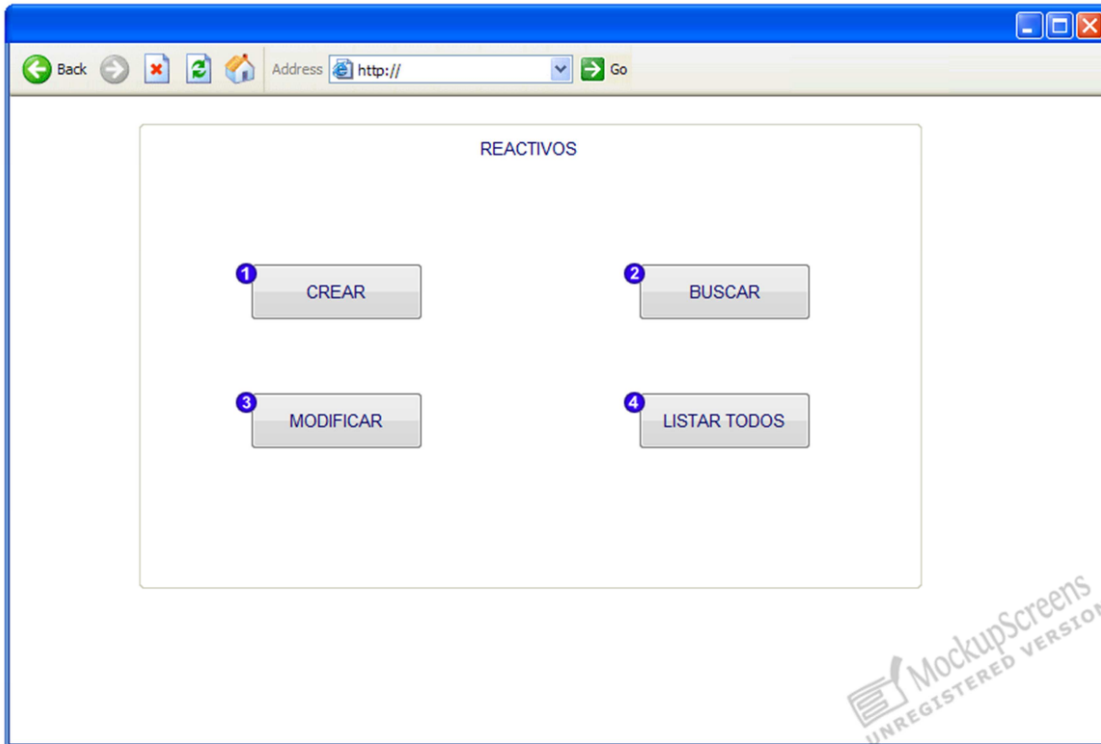
1. Búsqueda rápida. Se busca, por nombre, los reactivos del sublaboratorio.
2. Reactivos. Se accede al menú de los Reactivos, donde se puede crear, buscar y listar.
3. Desechos. Se accede al menú de los Desechos, donde se puede crear, buscar y listar.
4. Precursor. Se accede al menú de los Precursores, donde se puede crear, buscar y listar.
5. Bolsa Reactivos. Se accede al menú de la Bolsa, donde se puede buscar, agregar sustancia y consumir sustancia.



1. Se muestra los resultados de la búsqueda rápida de reactivos del menú principal.
2. Se indica si el reactivo es precursor o no.
3. Se accede a la vista de la información básica del reactivo, donde se puede agregar o consumir cierta cantidad del mismo.
4. Se accede a la modificación de los atributos del reactivo.
5. Se elimina al reactivo del sistema (si sus existencias en la bolsa son igual a 0, o no esta en la bolsa).

Este es el menu que se accede desde la pantalla principal del sistema. Las funcionalidades son las mismas para las otras sustancias (Desechos y Precursores). En este caso se van a explicar las funcionalidades con los Reactivos.





1. Se accede a la creación de un reactivo.
2. Se accede a la búsqueda específica de un reactivo.
3. Se accede a modificar un reactivo específico, pero primero se debe de buscar el reactivo que se desea modificar (se redirige a la pantalla de búsqueda de reactivos).
4. Se listan todos los reactivos del sublaboratorio.

NUEVO REACTIVO

1

Nombre

Nombre Comun

Nombre en Ingles

Numero CAS

2 Hoja Seguridad  Cargar Archivo

Cantidad

Estante

Punto Reorden

Tipo Reactivo

Unidad Medicion

3 Precursor  Si  No

CREAR SUSTANCIA

1. Datos básicos del reactivo.
2. Aquí se adjunta el documento asociado al reactivo.
3. Se puede indicar si lo que se va a crear es un precursor o no.

MODIFICAR SUSTANCIA

Acido Sulfurico

Nombre Comun

Nombre en Ingles

Numero CAS

Hoja Seguridad  Cargar Archivo

Cantidad

Estante

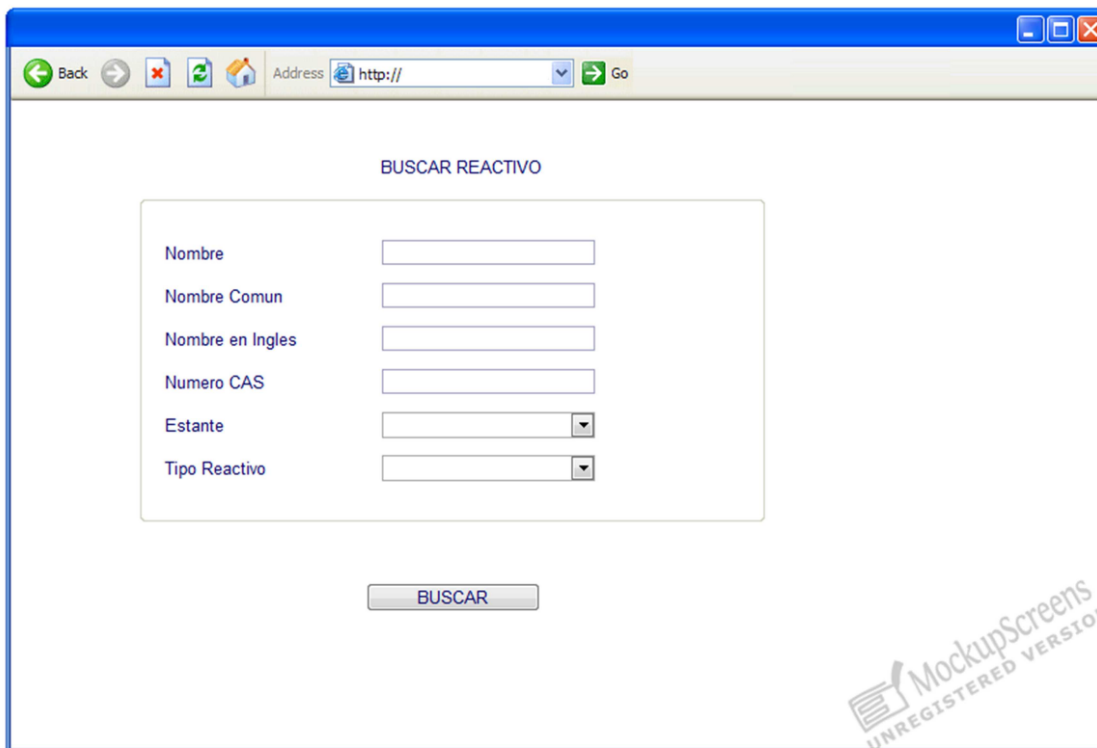
Punto Reorden

Tipo Reactivo

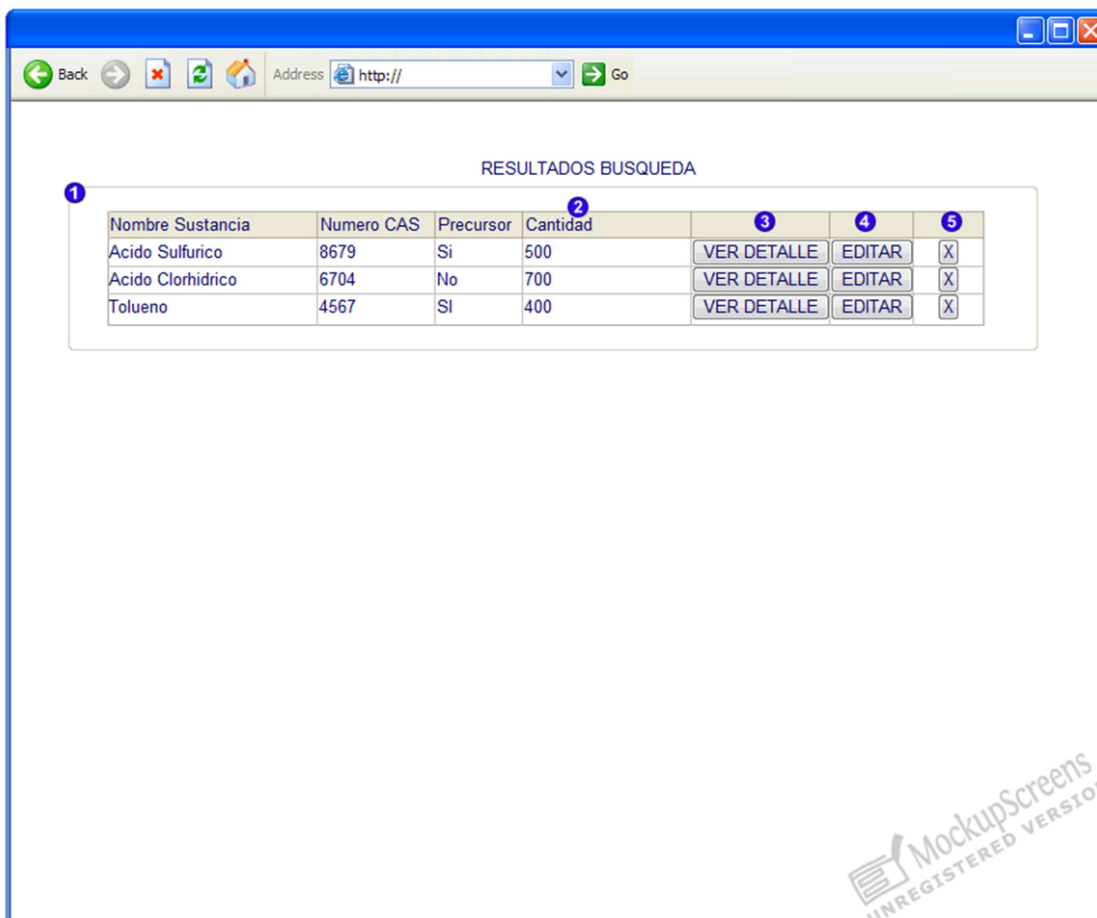
Unidad Medicion

GUARDAR CAMBIOS

Aquí se muestran los valores actuales del reactivo y posibilita cambiar dichos valores y guardar los cambios en el sistema.



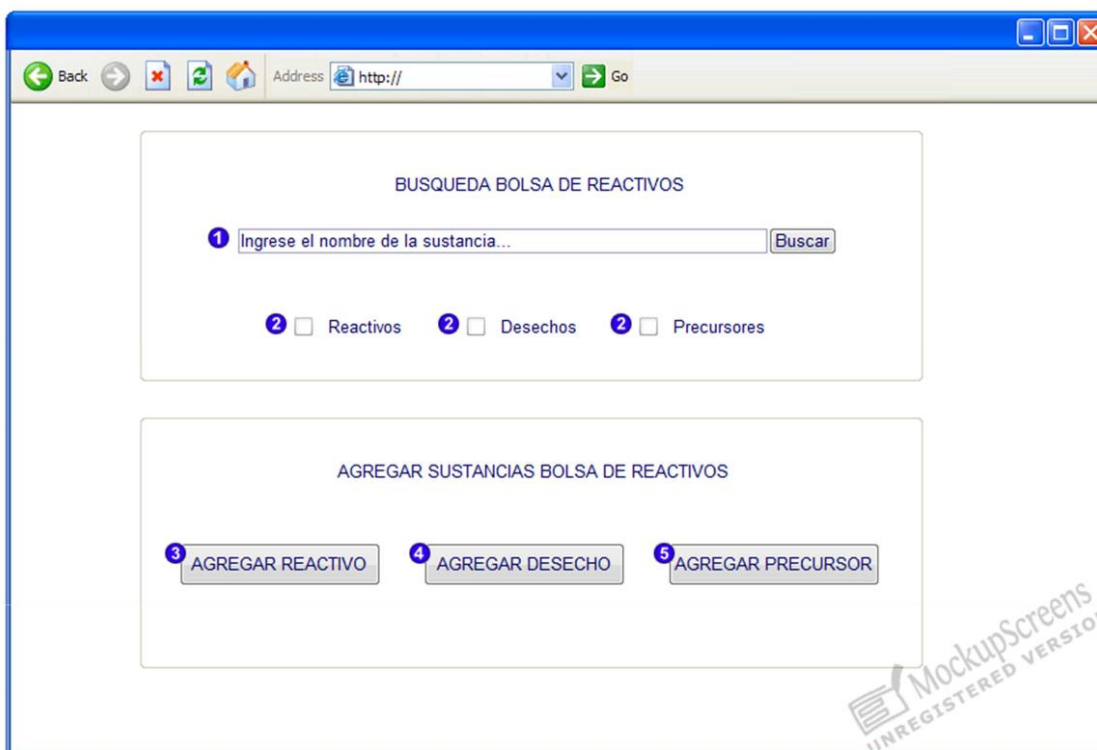
Aquí se posibilita la busque de reactivos por cualquiera de estos parámetros de búsqueda.



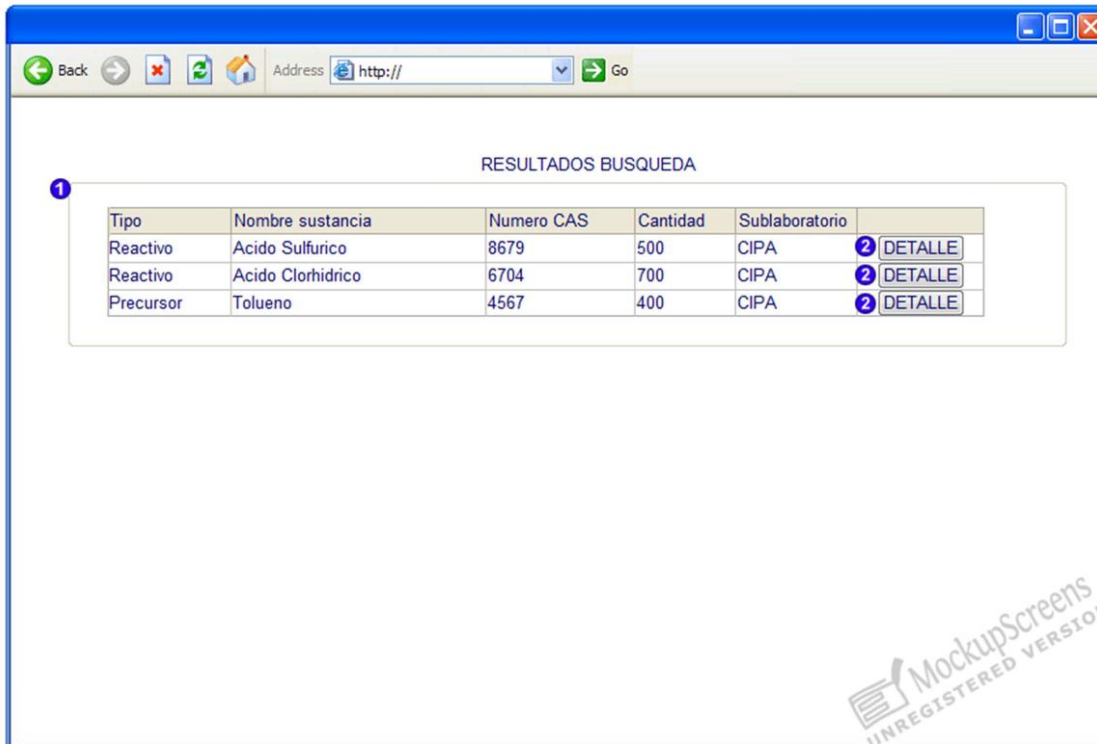
Se muestran los resultados de la búsqueda específica de reactivos.

1. Se muestra los resultados de la búsqueda.
2. Se indica si el reactivo es precursor o no.
3. Se accede a la vista de la información básica del reactivo, donde se puede agregar o consumir cierta cantidad del mismo.
4. Se accede a la modificación de los atributos del reactivo.
5. Se elimina al reactivo del sistema (si sus existencias en la bolsa son igual a 0, o no esta en la bolsa).

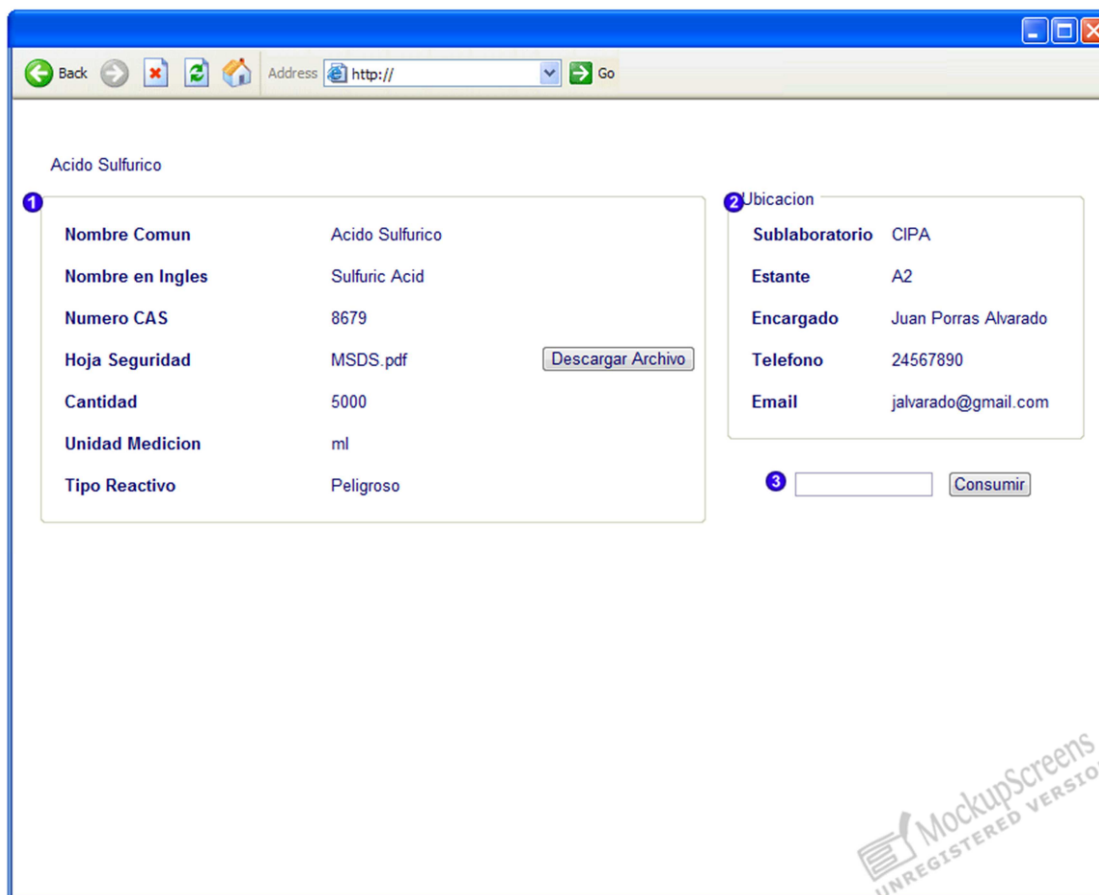
## BOLSA DE REACTIVOS



1. Aquí se posibilita realizar una búsqueda por el nombre de la sustancia
2. Si se desea se selecciona los tipos de sustancias que van a ser incluidas, en la búsqueda de sustancias en la bolsa de reactivos.
3. Se accede a la pantalla para agregar reactivos del sublaboratorio actual, a la bolsa de reactivos.
4. Se accede a la pantalla para agregar desechos del sublaboratorio actual, a la bolsa de reactivos.
5. Se accede a la pantalla para agregar precursores del sublaboratorio actual, a la bolsa de reactivos.

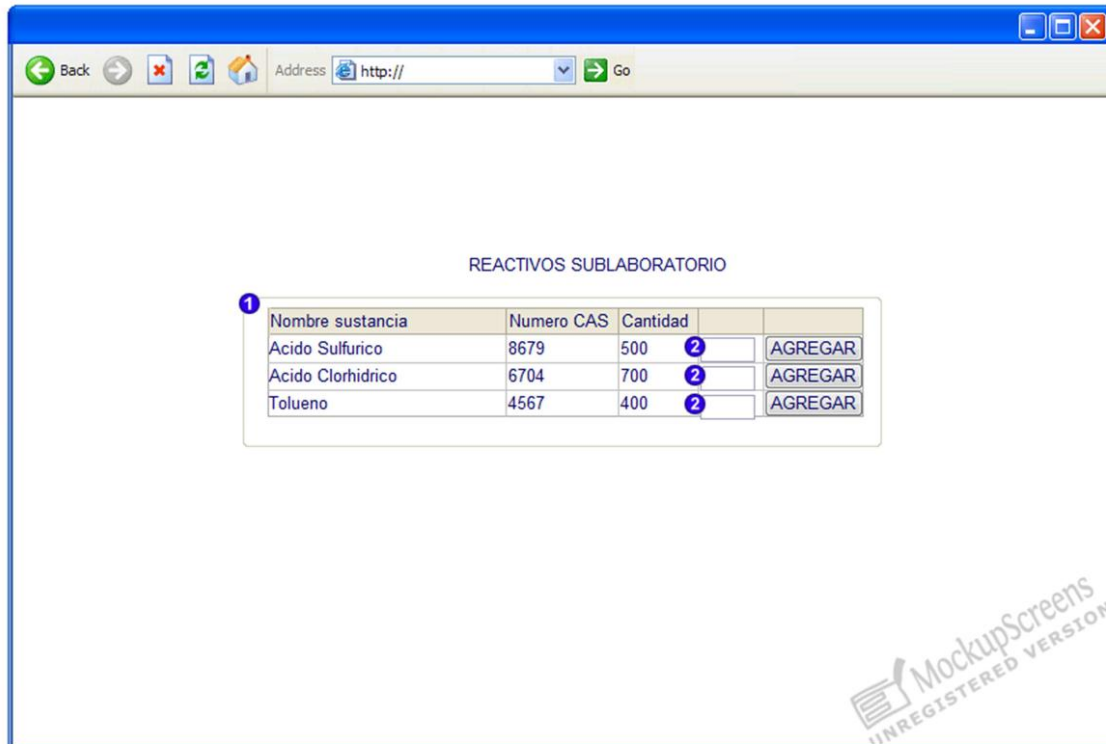


1. Aquí se muestran los resultados de la búsqueda de sustancias en la bolsa de reactivos.
2. Si se desea se puede ver más detalle de la sustancia (si es una sustancia que está en el mismo sublaboratorio, se puede consumir).



En esta pantalla se puede ver el detalle de la sustancia encontrada en la bolsa de reactivos y si se encuentra en el sublaboratorio, actual se puede consumir.

1. Se presenta la información básica de la sustancia.
2. Se detalla la ubicación del a sustancia.
3. Si la sustancia está en el sublaboratorio en el cual el usuario está registrado, se puede consumir.



En esta pantalla se muestran todos los reactivos del sublaboratorio que se pueden agregar a la bolsa de reactivos.

1. Lista de los reactivos del sublaboratorio.
2. Aquí se indica la cantidad que se desea donar a la bolsa de reactivos.

De igual manera para Desechos y Precursores existen sus páginas correspondientes (como la anterior mostrada) para agregar cantidades a la bolsa de reactivos.

## **Anexo 10**

### **Perfil de la carrera de Ingeniería Ambiental**



## **Perfil de la Licenciatura en Ingeniería Ambiental**

### *Características de la Ingeniería Ambiental*

Un profesional en Ingeniería Ambiental está orientado a dar soluciones científicas y tecnológicas en el campo de la prevención, control y corrección de problemas ambientales, en forma integral y en armonía con el ambiente, considerando aspectos ecológicos, sociales y culturales, con el fin de crear las condiciones necesarias para una mejor calidad de vida de la sociedad costarricense.

### *Funciones en que se desempeñaría el (la) Ingeniero(a) Ambiental*

Se podrá desempeñar cualquiera de las siguientes funciones:

- Promotor de la conservación y la protección ambiental dentro de las organizaciones donde es contratado.
- Asesor(a) técnico ambiental de compañías consultoras de desarrollo tecnológico y de investigación en la ingeniería ambiental y de desarrollo sostenible.
- Investigador(a) en proyectos ambientales en instituciones del estado, empresa privada o sector académico donde se propagan soluciones científico-tecnológicas para la prevención, control y corrección de problemas ambientales considerando aspectos ecológicos, sociales, económicos y culturales.
- Director(a) de departamento u oficinas de control ambiental o sanitario.
- Administrador(a) de programas de gestión ambiental de la empresa.
- Consultor(a) – empresario(a) en el diseño e implementación mantenimiento y adecuación tecnológica de sistemas de tratamiento para residuos sólidos, líquidos y gaseosos.
- Responsable del diseño, implementación, operación, mantenimiento y tareas afines de sistemas de tratamiento de aguas potables urbana y rural.
- Regente ambiental en la industria.
- Auditor(a) ambiental.
- Responsable de certificación y acreditación ambiental en entes del estado o entes internacionales.
- Empresario(a) en el área comercial del ramo ambiental.

### *Importancia de la Ingeniería Ambiental para el país*

Costa Rica es un país en vías de desarrollo que necesita profesionales en el campo de la Ingeniería Ambiental con el fin de cubrir la necesidad de desarrollar e implantar Sistemas de Gestión Ambiental, Evaluación de Impacto Ambiental, diseños de sistemas de tratamiento de desechos (sólidos, líquidos y gaseosos) acorde con las necesidades y características de un mercado globalizado, formando líderes en el campo, que promuevan el Desarrollo Sostenible cumpliendo con los compromisos adquiridos por Costa Rica en los Convenios Internacionales y normativa legal vigente.

Formar profesionales honestos e íntegros, con valores éticos como: respeto a cualquier forma de vida, tipo de cultura, límites de ecosistemas y con actitudes como: sensibilidad hacia la problemática ambiental, sensibilidad hacia la belleza natural, identificando con los valores nacionales y regionales, con liderazgo y espíritu emprendedor.

## **Anexo 11**

### **Evaluación preliminar del sistema obtenida durante el período de pruebas**

**Instituto Tecnológico de Costa Rica**  
**Centro de Investigación en Protección Ambiental**

**Proyecto de Investigación - Graduación**

*Diseño de un Sistema de Gestión de Inventario para los  
laboratorios del ITCR*

**Evaluación preliminar del sistema**

**Realizado por:**

**Luis Daniel Solano Solano**

**Noviembre 2011**



- Las alertas para desechos deben decir “El desecho DQO ha llegado su cantidad máxima”, reactivos “El reactivo Mercurio ha llegado su cantidad mínima”, precursores “El precursor Acetona ha llegado su cantidad mínima”. Vista actual

El Reactivo DQO se encuentra en el limite del punto de reorden. Abastecer lo mas pronto posible la sustancia
El Reactivo DQO se encuentra en el limite del punto de reorden. Abastecer lo mas pronto posible la sustancia
El Reactivo Mercurio se encuentra en el limite del punto de reorden. Abastecer lo mas pronto posible la sustancia

## Módulo de sistema

En pantalla de ingreso cambiar “sublaboratorio” por “Área de trabajo”.

## Módulo de reactivos

- Cambiar “Búsqueda Rápida” por “Búsqueda”
- Al ingresar texto en la caja de búsqueda y presionar enter, el sistema acciona el botón “Crear reactivo”, esto puede provocar la creación de reactivos duplicado u otros errores. Debe accionar el botón “Buscar”.
- Se debe cambiar el título “CREAR REACTIVO” por “Ingresar nuevo reactivo”. El botón “CREAR REACTIVO” debe cambiar por “INGRESAR”.
- El orden de los cuadros de texto para ingreso de reactivos es el siguiente:
  - MSDS (Cambiar por “*Hoja de seguridad*”).
  - Nombre (Cambiar por “*Nombre químico*”).
  - Nombre Común (Cambiar por “Nombre común”).
  - Nombre en inglés.
  - Numero CAS (Cambiar por “Número CAS”).
  - Unidad medición (Cambiar por “Unidad de medición”).
  - Cantidad.
  - Punto reorden (Cambiar por “Cantidad mínima”).
  - Tipo reactivo (cambiar por “*Clasificación*”).
  - Estante (Cambiar por “*Ubicación*”).
  - Precursor (Cambiar “Si” por “Sí”).
  - Incluir Vencimiento (al igual que desechos).
  - Anotaciones.

- Error al “listar todos” los reactivos en IE. Esto ocasionalmente ocurre al hacer una búsqueda rápida.

Server Error in '/InventarioQuimica' Application.

**Runtime Error**

Description: An application error occurred on the server. The current custom error settings for this application prevent the details of the application error from being viewed remotely (for security reasons). It could, however, be viewed by browsers running on the local server machine.

Details: To enable the details of this specific error message to be viewable on remote machines, please create a <customErrors> tag within a <web.config> configuration file located in the root directory of the current web application. This <customErrors> tag should then have its <mode> attribute set to 'Off'.

```
<!-- web.config configuration file -->
<configuration>
  <system.web>
    <customErrors mode="off"/>
  </system.web>
</configuration>
```

Notes: The current error page you are seeing can be replaced by a custom error page by modifying the <defaultRedirect> attribute of the application's <customErrors> configuration tag to point to a custom error page URL.

```
<!-- web.config configuration file -->
<configuration>
  <system.web>
    <customErrors mode="RemoteOnly" defaultRedirect="mycustompage.htm"/>
  </system.web>
</configuration>
```

6. Las búsquedas deben hacerse según nombre común, nombre químico, nombre en inglés y número CAS.
7. Al ingresar una única letra en la caja de búsqueda, el sistema busca la letra en todo el nombre de los reactivos, lo que genera resultados innecesarios. Por ejemplo, al ingresar “x”, el sistema despliega como resultado “Hexano”; este resultado lo debería desplegar sólo al ingresar “H”, “He”, “Hex”, “Hexa”, “Hexan”, “Hexano”, “hexano”, “HEXANO”, “héxano”, “hexáno”, “hexanó”, “hEXANO”. (Esta funcionalidad es propia de toda búsqueda).

La búsqueda también da resultados que no tienen utilidad, por ejemplo al ingresar “no”, da como resultado “Hexano” y “Acetona”, ninguno de los dos resultados son útiles para el usuario. El sistema debe manejar búsquedas con tildes y sin tildes, ya que los usuarios generalmente no las ingresan. Se observaron confusiones por ese detalle.

8. En los resultados de la búsqueda:
  - 1) En el título principal, corregir “Resultados Búsqueda” por “Resultados”.
  - 2) En el título del cuadro, corregir “Numero CAS” por “Número CAS”.
  - 3) Eliminar “Unidad Medición”, “Cantidad” “Tipo”.
  - 4) Agregar “Nombre químico”, “Nombre común”, “Nombre en inglés”
  - 5) Configurar para que los valores de la tabla se presenten centrados y no con alineación izquierda.
  - 6) Cambiar la leyenda del botón “Ver detalle” por “Ver”.
  - 7) Cambiar la posición del botón “X” al final del lado derecho, mantener el botón “Ver” al inicio del lado izquierdo. Agregar títulos “Detalles” y “Eliminar” respectivamente.
  - 8) Cambiar la columna “Sustancia” por “Precursor”, el valor a desplegar debe ser “Sí” (tildado) o “No”.

#### Ejemplo gráfico

Detalles	Nombre común	Nombre químico	Nombre en inglés	Número CAS	Precursor	Eliminar
<input type="button" value="Ver"/>	Acetona	2-Propanona	Acetone	67-64-1	Sí	<input type="button" value="X"/>
<input type="button" value="Ver"/>	Hexano	2-Propanona	Hexane	110-54-3	No	<input type="button" value="X"/>

9. Al ver el detalle de una búsqueda:
  - 1) El sistema debe desplegar si la sustancia es precursor o no. “Precursor: Sí” ó “Precursor: No”
  - 2) Los nombres y orden de los campos de información deben ser iguales al punto 3. Los textos deben estar alineados a la izquierda. Las cajas de texto deben estar alineadas entre si y tener el mismo tamaño.
  - 3) En el botón de “Hoja de Seguridad” debe decir “Descargar archivo” en lugar de “Descargar Anexo”.
  - 4) Se debe cambiar el nombre del botón “Agregar” por “Ingresar”

- 5) Los botones y cajas de texto de la sección de consumo e ingreso deben estar separados verticalmente y con buena distribución.

<input type="text"/>	Agregar
<input type="text"/>	Consumir

- 6) Al realizar un ingreso o consumo, se debe desplegar la leyenda “Ingreso realizado correctamente” y “Consumo realizado correctamente” respectivamente, ambos sin signos de admiración.
- 7) El historial de la parte baja de la pantalla, debe registrar el primer ingreso (llamado “creación”) por “primer ingreso”. “Agregación” debe cambiar por “Ingreso”, “Consumo” por “Deducción”, “Modificacion” debe llevar tilde. Revisar el límite del scroll en caso de que no tenga.
- 8) Cambiar “Editar Información” por “Editar información”.
- 9) Verificar la pantalla de alerta de punto de reorden, debe indicar la misma leyenda que la de la pantalla principal. Ejemplo: “El reactivo Mercurio ha alcanzado su límite mínimo”. Verificar que se agrega a la pantalla principal.

### Módulo de precursores

Mismos principios que desechos. Las búsquedas deben hacerse según nombre común, nombre químico, nombre en inglés y número CAS. Verificar la pantalla de alerta de punto de reorden, debe indicar la misma leyenda que la de la pantalla principal. Ejemplo: “El precursor Acetona ha alcanzado su cantidad mínima”

### Módulo de desechos

1. Cambiar “Búsqueda Rápida” por “Búsqueda”.
2. Al ingresar texto en la caja de búsqueda y presionar enter, el sistema acciona el botón “CREAR DESECHO”, esto puede provocar la creación de desechos duplicado u otros errores. Debe accionar el botón “Buscar”.
3. Se debe cambiar el título “CREAR DESECHO” por “Ingresar nuevo desecho”. El botón “CREAR DESECHO” debe cambiar por “INGRESAR”.
4. El orden de los cuadros de texto para ingreso de desechos es el siguiente:
  - 1) Nombre.
  - 2) Origen.
  - 3) Unidad medicion (Cambiar por “Unidad de medición”).
  - 4) Cantidad.
  - 5) Punto exceso (Cambiar por “Límite máximo”).
  - 6) Es Mezcla (Eliminar).
  - 7) Estante (Cambiar por “Ubicación”).
  - 8) Fecha vencimiento. (Cambiar por “Fecha de vencimiento”).
  - 9) Valorar la posibilidad de incluir anexos para la creación de desechos, de la misma forma que se agregan las MSDS para reactivos. (Reconsiderar) (Posponer).
  - 10) Anotaciones.

5. Revisar la alineación de todos los elementos anteriores en IE.
6. Error al “listar todos” los desechos en IE. Esto ocurre al hacer una búsqueda rápida.

```

Server Error in '/InventarioQuimica' Application.

Runtime Error

Description: An application error occurred on the server. The current custom error settings for this application prevent the details of the application error from being viewed remotely (for security reasons). It could, however, be viewed by browsers running on the local server machine.

Details: To enable the details of this specific error message to be viewable on remote machines, please create a <customErrors> tag within a "web.config" configuration file located in the root directory of the current web application. This <customErrors> tag should then have its "mode" attribute set to "Off".

<!-- Web.Config Configuration File -->
<configuration>
  <system.web>
    <customErrors mode="Off"/>
  </system.web>
</configuration>

Notes: The current error page you are seeing can be replaced by a custom error page by modifying the "defaultRedirect" attribute of the application's <customErrors> configuration tag to point to a custom error page URL.

<!-- Web.Config Configuration File -->
<configuration>
  <system.web>
    <customErrors mode="RemoteOnly" defaultRedirect="mycustompage.htm"/>
  </system.web>
</configuration>

```

El sistema debe manejar una pantalla de mensaje para manejar estos errores, en caso de sucedan en otro momento.

7. Mismos principios de búsqueda que en el punto 6 de reactivos.
8. En los resultados de la búsqueda
  - 1) En el título principal, corregir “Resultados Búsqueda” por “Resultados”.
  - 2) En el título del cuadro, corregir “Numero CAS” por “Número CAS”.
  - 3) Tildar “Unidad de medición”.
  - 4) Configurar para que los valores de la tabla se presenten centrados y no con alineación izquierda.
  - 5) Agregar fecha de vencimiento.
  - 6) Cambiar la leyenda del botón “Ver detalle” por “Ver”.
  - 7) Cambiar la posición del botón “X” al final del lado derecho, mantener el botón “Ver” al inicio del lado izquierdo. Agregar títulos “Detalles” y “Eliminar” respectivamente.

Ejemplo gráfico

Detalles	Nombre	Origen	Cantidad	Unidades	Vencimiento	Eliminar
Ver	DQO	Residuales	5	litros	01/01/2011	X
Ver	DBO	Residuales	4	litros	01/01/2011	X

9. En el detalle de una búsqueda
  - 1) Todo lo que aplique del punto 8 de reactivos, ya que al no funcionar no lo puedo revisar en detalle. (a realizar próximamente)



- 2) Verificar la pantalla de alerta de punto de exceso, debe indicar la misma leyenda que la de la pantalla principal. Ejemplo: “El desecho DQO ha alcanzado su límite máximo”.

### Módulo de administración

1. En la creación de laboratorios, tildar “Teléfono”. Cambiar Email por “Correo electrónico”. Mismos cambios anteriores en la pantalla de modificación de laboratorio.
2. Cambiar “SUBLABORATORIO” por “ÁREA DE TRABAJO” en la pantalla de SUBLABORATORIO. Tildar “Teléfono”, cambiar Email por “Correo electrónico”. Mismos cambios anteriores en la pantalla de modificación de laboratorio.
3. Cambiar “CREAR ESTANTE” por “CREAR UBICACIÓN”, “ESTANTE” por “UBICACIÓN”. Cambiar “Nombre estante” por “Ubicación”. Cambiar “Sublaboratorio” por “Área de trabajo”.
4. Cambiar “CREAR TIPO REACTIVO” por “CREAR CLASIFICACIÓN DE SUSTANCIAS”. Cambiar “Tipo reactivo” por “Clasificación”, cambiar “TIPOS DE REACTIVOS” por “CLASIFICACIÓN”.
5. Al subir ANEXOS, eliminar la selección del “Tipo”, incluir los botones “Examinar” y “Crear” únicamente.

### Módulo de Bolsa de reactivos

1. Agregar un título principal “BOLSA DE REACTIVOS” en azul y mayúsculas, más la leyenda del “Área de trabajo” similar a los de las otras pantallas. Ejemplo:

**REACTIVOS**  
Ingeniería Ambiental

2. Cambiar “Búsqueda Bolsa de Reactivos” por “Búsqueda”.
3. Alinear y dar las mismas proporciones a ambos cuadros principales.
4. Cambiar “Sustancias” por “Ingresos”.
5. En la nota, cambiar “Click” por “Clic”
6. En los resultados de las tres búsquedas (Reactivos, desechos y precursores), mantener el siguiente formato:

Detalles	Nombre	Cantidad disponible	Unidades	Laboratorio
<a href="#">Ver</a>	Acetona	5	litros	Ing. Ambiental
<a href="#">Ver</a>	Etanol	4	litros	Ing. Forestal

7. Al ver el detalle de algún elemento en las tres categorías:
  - 1) Cambiar “Información sustancia” por “Información”.
  - 2) Cambiar “Nombre Común” por “Nombre común”.
  - 3) Tildar “Número CAS”.
  - 4) Agregar el valor “Unidad de medición”.

- 5) Cambiar “Sublaboratorio” por “Área de trabajo”.
- 6) Cambiar “Email” por “Correo electrónico”.
- 7) Alinear y dar igual proporción a ambos cuadros.

8. Al ingresar cualquiera de los tres elementos:

Nombre de la sustancia	Área de trabajo	Cantidad disponible	Unidades	Cantidad a ingresar
Acetona	Ing. Ambiental	5	litros	<input type="text"/> <input type="button" value="Agregar"/>
Etanol	Ing. Forestal	4	litros	<input type="text"/> <input type="button" value="Agregar"/>

## Módulo de reportes

Este es un prototipo de la nueva pantalla principal, se accesa a ella al darle clic a “Reportes” en el menú desplegable de reportes, se elimina de ese menú las opciones “Reactivos”, “Desechos” y “Precusores”. Esta pantalla es muy importante.

## REPORTES

### Ingeniería Ambiental

Por sustancia

Reactivos

Desechos

Precusores

Por período

Reactivos
 Desechos
 Precursor es

**Inicio**

< octubre de 2011 >

dom	lun	mar	mié	jue	vie	sáb
25	26	27	28	29	30	1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31	1	2	3	4	5

**Fin**

< noviembre de 2011 >

dom	lun	mar	mié	jue	vie	sáb
30	31	1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	1	2	3
4	5	6	7	8	9	10

Los botones del reporte “Por sustancia” llevan a la pantalla:

Periodo

Fecha Inicio

<	octubre de 2011							>
dom	lun	mar	mié	jue	vie	sáb		
23	24	25	26	27	28	29	30	
1	2	3	4	5	6	7	8	
9	10	11	12	13	14	15	16	
17	18	19	20	21	22	23	24	
25	26	27	28	29	30	31		
1	2	3	4	5	6	7	8	

Fecha Fin

<	noviembre de 2011							>
dom	lun	mar	mié	jue	vie	sáb		
30	31	1	2	3	4	5	6	
7	8	9	10	11	12	13	14	
15	16	17	18	19	20	21	22	
23	24	25	26	27	28	29	30	
1	2	3	4	5	6	7	8	
9	10	11	12	13	14	15	16	

**REACTIVOS**

	Nombre	Numero CAS	Cantidad	Unidad Medicion	Tipo de Reactivo
Generar Reporte	2-propanona	67-64-1	6.000	litros	Inflamable
Generar Reporte	Acido clor	23-43-33	67.000	litros	Acido
Generar Reporte	Acido acético	64-19-7	5.000	litros	Acido

En esa pantalla:

- 1) Tildar “Período”
- 2) Cambiar “Fecha Inicio” por “Inicio” y “Fecha Fin” por “Fin”.
- 3) La fecha final debe incluir todo el día, por lo que debe ser hasta las 11:59.59 p.m., de forma que incluya todo el día final seleccionado por el usuario, de lo contrario se puede confundir y generarlo mal. Esto aplica para reporte por período.
- 4) Manejar un scroll para un máximo de 50 elementos para las tres categorías.

En esa pantalla para reactivos y precursores:

Detalles	Nombre	Nombre común	Nombre en inglés	Número CAS	Ubicación	Reporte
<a href="#">Ver</a>	2-propanona	Acetona	Acetone	56-89-63	Inflamables	<a href="#">Generar</a>

Nota: Al generar el reporte individual de reactivos y precursores, usar el nombre común en el título.

En esa pantalla para desechos:

Detalles	Nombre	Origen	Vencimiento	Ubicación	Reporte
<a href="#">Ver</a>	DQO	Química 1	01/01/2011	Acuosos	<a href="#">Generar</a>

El formato de todos los reportes individuales (reactivos, desechos y precursores):

Inicio: 23/10/2011 00:00

Fin: 22/11/2011 00:00

Nombre	Unidades	Cantidad inicial	Ingresos	Existencias	Deducciones	Cantidad final
Acetona	litros	0.000	2.600	2.600	1.000	1.600

**Historial**

Fecha	Usuario	Acción	Cantidad inicial	Cantidad de transacción	Cantidad final
09/11/2011 03:55:42 p.m.	lusolano	Ingreso	0.000	2.600	2.600
09/11/2011 03:55:42 p.m.	lusolano	Deducción	2.600	1.000	1.600

\*Las celdas en color indican la correspondencia de las cantidades.

El formato de todos los reportes según período: (vital para precursores).

#### REACTIVOS

Inicio: 23/10/2011 00:00

Fin: 22/11/2011 00:00

Nombre	Unidades	Saldo inicial	Ingresos	Existencias	Deducciones	Saldo final
Acetona	litros	0.000	3.600	3.600	2.000	1.600
Etanol	mililitros	3.600	2.000	5.600	1.300	4.300
Propanol	litros	1.400	1.000	2.400	0.500	1.900
Éter	mililitros	7.500	3.000	10.500	10.000	0.500

\***Existencias** = saldo inicial + ingresos

\***Saldo final** = existencias - deducciones

Para las tres categorías (Reactivos, desechos y precursores), incluir un botón “Generar reporte”, debajo del botón “Editar información”. Muy importante, pero no como lo otro.

**PRECURSOR**  
Ingeniería Ambiental  
Precursor modificado con éxito!

MSDS:

Nombre:

Nombre Común:

Nombre en inglés:

Numero CAS:

Cantidad:

Punto reorden:

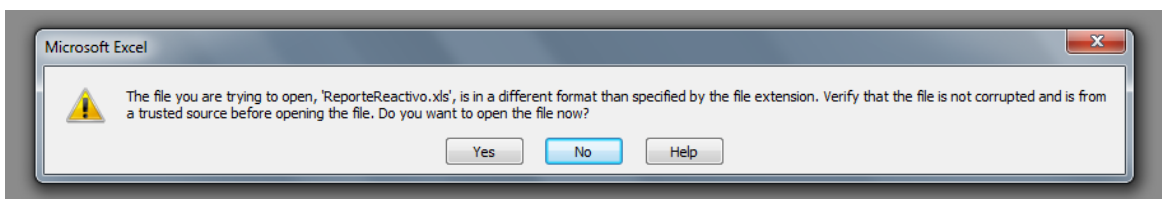
Estante:

Tipo reactivo:

Unidad medición:

Anotaciones:

Este error provocó mucha confusión a los usuarios, si se suma a la posibilidad de que aparezca en inglés, puede provocar problemas. Es vital corregirlo.



**Módulo de anexos y ayuda:** Ninguna por el momento.

## **Anexo 12**

### **Plantilla de evaluación del sistema durante la prueba piloto**

**Tecnológico de Costa Rica**  
**Centro de Investigación en Protección Ambiental**  
**Manejo de sustancias químicas, biológicas, precursores y desechos**  
**Diseño de un Sistema de Gestión de Inventario**

**Formulario de pruebas**

Nombre \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

<b>Módulo</b>	<b>Funcionalidad</b>	<b>Aprobado</b>
<b>Administración del sistema</b>	Laboratorios	
	Áreas de trabajo	
	Usuarios	
	Clasificación de sustancias	
	Ubicación de sustancias	
<b>Reactivos</b>	Nuevo ingreso	
	Eliminación	
	Consumo e ingreso	
	Modificación de información	
	Reportes	
	Alertas	
<b>Precursores</b>	Nuevo ingreso	
	Eliminación	
	Consumo e ingresos	
	Modificación de información	
	Reportes	
	Alertas	
<b>Residuos</b>	Nuevo ingreso	
	Eliminación	
	Consumo e ingresos	
	Modificación de información	
	Reportes	
	Alertas	
	Eliminación	
<b>Bolsa de reactivos</b>	Búsqueda	
	Agregación	
	Deducción	
<b>Anexos</b>	Consulta	
<b>Ayuda</b>	Consulta	

## **Anexo 13**

### **Presentación sobre el desarrollo informático del sistema**

# Sistema de Inventario de Sustancias y desechos Químicos

Proceso de desarrollo

## ¿Qué es un Sistema de Información?

- Es un conjunto de componentes interrelacionados que recolectan (o recuperan), procesan, almacenan y distribuyen información para que apoye la toma de decisiones y el control de la organización





## Etapas de desarrollo de un sistema en el TEC



## Etapas de desarrollo de un sistema en el TEC



## Documentación técnica

- Especificación del proyecto



- Especificación de requerimientos



## Documentación de usuario

- Manual de usuario



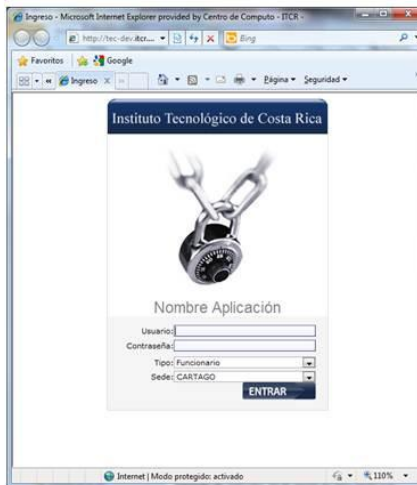
## Seguridad de acceso

- El sistema va a contar con seguridad de acceso por perfil de usuario
  - Solo puede acceder a ciertas pantallas
  - Puede consultar y modificar cierta información



## ¿Como ingresar?

- Se utiliza el mismo usuario que uso para ingresar al correo electrónico institucional.



Dudas o consultas?



## **Anexo 14**

**Propuesta presentada al Departamento de Recursos Humanos**

**Escuela de Química**  
**Centro de Investigación en Protección Ambiental**  
**Propuesta de capacitación**

**1. Tema o título de la actividad**

*“Capacitación sobre el uso del Sistema de Gestión de Inventario de laboratorios, a implementar en la red informática del Tecnológico.”*

**2. Objetivo general:**

Capacitar a los funcionarios involucrados en el manejo de sustancias químicas, en el uso de un nuevo sistema de inventario instalado de la red del Tecnológico, a través de una capacitación teórico-práctica.

**3. Objetivos específicos:**

1. Presentar a los participantes las funcionalidades del sistema.
2. Realizar una prueba práctica supervisada, de las funcionalidades del sistema.
3. Evaluar los conocimientos adquiridos durante la capacitación.

**4. Beneficios**

- a. Contar con un inventario actualizado de sustancias y desechos químicos.
- b. Facilitar el cumplimiento de la Normativa de Manejo de Desechos Peligrosos del Tecnológico.
- c. Optimizar la presentación Reporte de Movimiento de Precursores solicitado por el Instituto Costarricense sobre Drogas, así como el resto de leyes ambientales nacionales aplicables al tema.

**5. Nombre del instructores designados**

- **M. Eng Juan Carlos Salas Jiménez:** profesor de la Escuela de Química. Correo electrónico: [jcsalas@itcr.ac.cr](mailto:jcsalas@itcr.ac.cr). Teléfono: 2550-2229 / 8995-2542.
- **Gustavo Villavicencio Gómez:** analista del Centro de Cómputo.
- **Luis Daniel Solano Solano:** asistente del Centro de Investigación en Protección Ambiental.

**6. Duración en número de horas.**

- 20 horas en modalidad teórico-práctica,
- Dos días por semana, tres horas por sesión

**7. Período, horario, tipo de aula.**

- **Horario:** lunes y viernes: de 1:30 p.m. a 4:30 p.m.
- **Período:** días 16, 20, 23, 27 y 30 de enero, 3 y 6 de febrero.
- **Tipo de aula:** se requiere laboratorio de computación.

**8. Evaluación del curso, o bien si es de participación únicamente.**

- Participación del curso (70%).
- Evaluación final (30%)

**9. Población meta, por ejemplo personal administrativo, secretarías, directores, etc.**

Coordinadores y asistentes de los laboratorios de docencia e investigación, involucrados en el manejo y administración de sustancias químicas.

**10. Requisitos (conocimiento o aptitud mínima para inscribir el evento propuesto).**

Conocimientos básicos en el uso de computadora.

**11. Presupuesto**

Se requiere café y repostería por sesión.

**12. Apertura del ente proponente a recibir funcionarios de otras dependencias, para quienes el tema sea de interés y especificar la razón en caso contrario, ello con el fin de aprovechar al máximo los recursos disponibles.**

Sí es posible recibir funcionarios de otras dependencias.

**13. Descripción detallada de los contenidos del evento propuesto, que permita al funcionario definir si éstos son de su interés.**

<b>Fecha</b>	<b>Contenidos</b>
Lunes 16 de enero	- Presentación del sistema.
Viernes 20 de enero	- Evaluación del módulo principal, ayuda y anexos.
Lunes 23 de enero	- Evaluación módulo de reactivos y precursores.
Viernes 27 de enero	- Evaluación del módulo de desechos y módulo bolsa de reactivos.
Lunes 30 de enero	- Evaluación del módulo de reportes y alertas.
Viernes 3 de febrero	- Migración de datos y atención de consultas.
Lunes 6 de febrero	- Evaluación final y presentación de resultados.

## **Anexo 15**

### **Formato de evaluación final del sistema de inventario**



**Tecnológico de Costa Rica**  
**Centro de Investigación en Protección Ambiental**  
**Capacitación sobre el uso del Sistema de Gestión de Inventario**  
**Evaluación final**

**Primera parte. Ingreso de reactivos y desechos.**

Ingrese un nuevo reactivo:

1. Ingrese el nombre químico, nombre común, nombre en inglés y número CAS.
2. Seleccione las unidades en litros (kilogramos).
3. Digite 50 en cantidad.
4. Digite 10 en cantidad mínima.
5. Seleccione el tipo "Inflamable" y la ubicación A.
6. Seleccione Sí en la opción "Precursor".
7. Seleccione dos años como fecha de vencimiento.
8. En anotaciones digite "Proveedor: Químicos S.A"
9. Adjunte la Hoja de Seguridad MSDS.
10. Haga clic en el botón INGRESAR.
11. Repita los pasos anteriores para otras dos sustancias.
12. Ingrese al módulo de precursores y verifique que posee tres sustancias al seleccionar la opción "Listar todos".
13. Elimine la tercera sustancia que ingresó, hágalo desde el módulo de reactivos.

Ingrese un nuevo desecho:

1. Ingrese el nombre y origen del desecho.
2. Seleccione las unidades en litros (kilogramos).
3. Digite 30 en cantidad.
4. Digite 5 en cantidad mínima.
5. En ubicación seleccione B.
6. Seleccione la fecha de vencimiento en un año.
7. Adjunte el documento "Tratamiento de desechos.pdf".
8. En anotaciones escriba, "Entregar al CIPA en febrero de 2012".

## **Segunda parte. Consulta y modificación de reactivos.**

1. Diríjase al módulo de reactivos y seleccione la opción “Listar todos” en el menú de búsqueda.
2. Seleccione la primera sustancia que ingresó en la primera parte de la evaluación.
3. Descargue la Hoja de Seguridad MSDS.
4. Haga clic en el botón Editar Información y realice los siguientes pasos:
  - a. Modifique la cantidad mínima de 10 a 15.
  - b. Cambie la ubicación de A a C.
  - c. Guarde los cambios realizados.
5. Ingrese 25 unidades.
6. Consuma 40 unidades.
7. Ingrese 10 unidades.
8. Consuma 40 unidades.
9. En la pantalla principal del sistema, verifique la sección de alertas.
10. Ingrese 30 unidades.
11. En la pantalla principal del sistema, verifique nuevamente la sección de alertas.

## **Tercera parte. Uso de la Bolsa de Reactivos.**

1. Seleccione la opción “Ingresar precursor” en el módulo bolsa de reactivos.
2. Done 10 unidades de la primera sustancia, ingresada previamente.
3. Verifique que la sustancia fue donada correctamente.
4. Asuma que la sustancia fue aceptada por otra persona, deduzca las 10 unidades donadas previamente.

## **Cuarta parte. Generación de reportes.**

1. En el módulo de reportes, genere un reporte por período de precursores, para el mes de febrero 2012.
2. Genere un reporte de precursores por sustancia, para el primer precursor ingresado previamente.
3. Envíe ambos reportes a la dirección [jcsalas@itcr.ac.cr](mailto:jcsalas@itcr.ac.cr) y [ldanielsolano@gmail.com](mailto:ldanielsolano@gmail.com).

## **Anexo 16**

### **Comunicado del Departamento de Recursos Humanos sobre la capacitación del sistema**



## **PROGRAMA DE CAPACITACIÓN INTERNA**

### **INVITA AL CURSO:**

*“Capacitación sobre el uso del Sistema de Gestión de Inventario de laboratorios, a implementar en la red informática del Tecnológico”*

#### **Dirigido a:**

Coordinadores y asistentes de los laboratorios de docencia e investigación, involucrados en el manejo y administración de sustancias químicas, funcionarios de otras dependencias.

#### **Requisitos:**

Conocimientos básicos en el uso de computadora.

#### **Objetivo general:**

Capacitar a los funcionarios involucrados en el manejo de sustancias químicas, en el uso de un nuevo sistema de inventario instalado de la red del Tecnológico, a través de una capacitación teórico-práctica.

#### **Objetivos específicos:**

1. Presentar a los participantes las funcionalidades del sistema.
2. Realizar una prueba práctica supervisada, de las funcionalidades del sistema.
3. Evaluar los conocimientos adquiridos durante la capacitación.

#### **Beneficios**

- Contar con un inventario actualizado de sustancias y desechos químicos.
- Facilitar el cumplimiento de la Normativa de Manejo de Desechos Peligrosos del Tecnológico.
- Optimizar la presentación Reporte de Movimiento de Precursores solicitado por el ICD[1], así como el resto de leyes ambientales nacionales aplicables al tema.

**Instructores designados:**

- M. Eng Juan Carlos Salas Jiménez: profesor de la Escuela de Química.
- Gustavo Villavicencio Gómez: analista del Centro de Cómputo.
- Luis Daniel Solano Solano: asistente del Centro de Investigación en Protección Ambiental.

**Duración:**

- 20 horas en modalidad teórico-práctica,
- Dos días por semana, tres horas por sesión

**Horario:**

Lunes y viernes: de 1:30 p.m. a 4:30 p.m.

**Fechas:**

Días 16, 20, 23, 27 y 30 de enero, 3 y 6 de febrero.

**Lugar:**

Laboratorio LAIMI C.

**Procedimiento de inscripción:**

1. Reserve su cupo únicamente mediante el correo electrónico [capacitacioninterna@itcr.ac.cr](mailto:capacitacioninterna@itcr.ac.cr)
2. Una vez que cuente con cupo, favor complete la boleta adjunta.
3. Reenvíe la boleta mencionada anteriormente al Departamento de Recursos Humanos a más tardar el día Martes 13 de diciembre de 2011.

Información adicional a la extensión 2438 con:

*Marianela Navarro Valverde*

*Rebeca Salazar Araya*

## **Anexo 18**

### **Opciones de mejora adicionales propuestas durante la capacitación a los usuarios**

**Tecnológico de Costa Rica**  
**Centro de Investigación en Protección Ambiental**  
**Sistema de Gestión de Inventarios**  
**Capacitación a usuarios**

## **Opciones de mejora**

1. Incluir una boleta de donación de sustancias, para aquellas sean donadas a través de la Bolsa de Reactivos, de forma que todos los usuarios cuenten con un mismo formato de control de estos eventos.
2. Agregar un espacio para realizar anotaciones a cada ingreso y consumo que se realice de una sustancia, de forma que se mantenga un histórico y se mejore el control de los movimientos.
3. Valorar la modificación de las operaciones de bolsa de reactivos, ya que una donación modifica la cantidad física registrada en bodega. Las operaciones de la bolsa son virtuales, ya que al donar una sustancia, ésta solamente es ofrecida al resto de usuarios, pero permanece físicamente en la bodega.
4. Modificar la selección de la fecha en la elaboración de reportes, de forma que el usuario no la seleccione de un calendario, sino que puede ingresar la fecha manualmente en espacios destinados para tal fin.