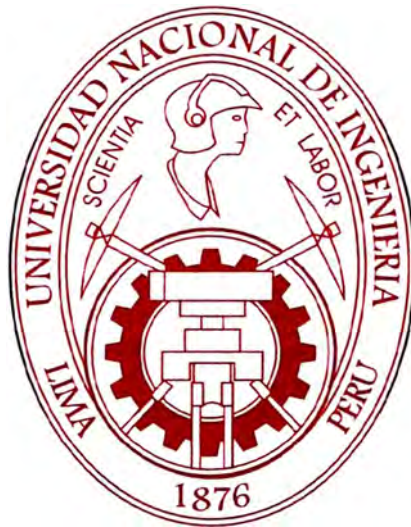


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL
SECCION DE POST GRADO Y SEGUNDA ESPECIALIZACION



**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE
RESIDUOS PELIGROSOS EN LA UNI: CASO DEL
LABORATORIO DE QUÍMICA DE LA FIC – UNI”**

TESIS

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE
MAESTRO EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN:**

GESTIÓN AMBIENTAL

PRESENTADO POR:

TERREROS LAZO, RICARDO

LIMA, PERÚ

2009

DEDICATORIA

Expresando mi más profunda gratitud, dedico este trabajo a Dios por darme la existencia, a mis padres Bertha y Oscar por saber guiarla con sabiduría, paciencia y dedicación y a la memoria de mis abuelos.

En especial dedico esta obra a mi Esposa Janet, fuente de mi inspiración y a mi Hija Rosario esperanza del futuro.

"Y vio Dios todo lo que había hecho, y he aquí que era bueno en gran manera. Y fue la tarde y la mañana el día sexto."

Génesis 1,31

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la valiosa asesoría de la Ing. MSc. Amparo Becerra Paúcar y del MSc. Alejandro Mendoza Rojas, por los valiosos aportes que me dieron para culminar con éxito este trabajo.

Agradezco a los Docentes del Postgrado de la FIA, cuyas enseñanzas, impartidas durante los estudios realizados, me han sido de gran valía y aplicación en mi desarrollo profesional y en el logro de esta tesis.

Al Dr. Jorge Alva Hurtado, Decano de la FIC y al Dr. Víctor Sánchez Moya, Director del Instituto de investigación de la FIC por el apoyo institucional con el cual he podido desarrollar este trabajo.

A la Srta. Yanina Calderón Pereyra, por el apoyo brindado.

RESUMEN

En el Laboratorio de Química de la FIC – UNI, se emplean reactivos químicos y se producen residuos químicos, algunos de naturaleza tóxica y peligrosa. Sustancias ante las cuales están expuestos todas las personas que usan el Laboratorio: alumnos, docentes y empleados. Por ello, se hace necesario que se implemente un sistema de gestión ambiental para el adecuado manejo y disposición final de dichos residuos. Además se debe crear conciencia en la necesidad de trabajar en la prevención de la contaminación, protección personal y sustitución de sustancias químicas tóxicas, antes que buscar remediar un daño producido que muchas veces es irreparable.

Este trabajo consta de dos grandes componentes:

Diagnostico.- a través del cual se muestra la situación del laboratorio y su relación con la necesidad de gestión de los residuos peligrosos, para ello se han empleado elementos metodológicos como son: las **encuestas de opinión**, que se toman para evaluar el nivel de conocimiento en materia de seguridad, medio ambiente, manejo de residuos químicos, medir la aceptación en la aplicación de las medidas de gestión y el recibir aportes del público objetivo y la **evaluación de los peligros y riesgos** que generan impactos ambientales.

Implementación.- comprende las acciones para asumir la propuesta de gestión de residuos peligrosos de origen químico. En este sentido se señala el desarrollo de: la **campana de sensibilización** vía conferencias dirigidas al público usuario; luego se procedió a la **implementación** del sistema de recojo de los residuos químicos producidos, mediante la segregación desde el inicio. Además, se realizó la implementación de **medidas de seguridad personal** y la **propuesta escrita** del sistema de gestión de residuos peligrosos. Finalmente, se indica las **recomendaciones** para la disposición final de los residuos obtenidos. Además, se efectuó la **sustitución** de reactivos tóxicos y cancerígenos, como el tetracloruro de carbono (CCl_4) y el dicromato de potasio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$).

Con este trabajo se demuestra que es posible evitar el vertido de sustancias tóxicas al medio ambiente y a la vez proteger la salud de las personas.

Palabras clave: laboratorio de química, residuos peligrosos de origen químico, sistema de gestión de residuos, sustitución de reactivos químicos, prevención y protección personal.

ABSTRACT

In the Chemistry Laboratory of the Civil Engineering Faculty at the National University of Engineering, chemicals are used and wastes are produced. Some of them are toxic and dangerous substances to which students, professors and employees are exposed. For that reason, an Environment Management System set up is needed for handling and final disposal of those wastes.

Furthermore, consciousness on pollution prevention, personal protection and substitution of toxic chemicals must be created on people, because damage repairing is no use when it is done and many times is irreversible.

The present work is made of:

Diagnosis.- in which, laboratory conditions related to the need of hazardous waste management is shown. To do so, methodological tools have been used, such as **polls** in order to know people's opinion and knowledge on safety, environment, and chemical waste handling, to measure acceptance in applying these management measures and to get suggestions from subject people, and **danger and risk assessment** are made to determine environment impacts.

Set up.- it comprises steps to assume the proposal of hazardous chemical waste management. In this way, development of **sensitiveness campaign** is stated through conferences given to aware subject people. Then, **chemical waste reclaim system** by segregating chemical wastes from the start is made. **Personal safety measurements** are taken, and the written **proposal of the waste management system** is given. Finally, **recommendations** for final disposal of the obtained chemical wastes are stated. In addition, successful toxic and carcinogenic reactant **substitutions** were made, such as carbon tetrachloride (CCl_4) and potassium dichromate ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$).

This work shows that it is possible to avoid the emission of toxic wastes into the environment and also to protect people's health.

Key words: Chemistry Laboratory, hazardous chemical wastes, waste management system, chemical substitution, prevention and personal protection.

GLOSARIO DE TERMINOS

AC	: Acción correctiva
AP	: Acción preventiva
ASTM	: American Society for Testing Materials
BT	: Botella para residuo líquido
C	: Caja para residuo sólido (papel de filtro)
CA	: Coordinador ambiental
CD	: Compact disc, disco compacto
CGR	: Comité de gestión de residuos
COE	: Centro de operaciones de emergencia
CONAM.	: Consejo nacional del Ambiente
DACB	: Departamento Académico de Ciencias Básicas
DIGESA	: Dirección General de Salud Ambiental
DISA	: Dirección de Salud Ambiental
D.S.	: Decreto Supremo
EDTA	: Acido etilen di amino tetra acético
EPS – RS	: Empresa prestadora de servicios de residuos sólidos
F	: Frasco para residuo
FIA	: Facultad de Ingeniería Ambiental
FIC	: Facultad de Ingeniería Civil
FIQT	: Facultad de Ingeniería Química y Textil
g.	: gramo
G	: Galonera para residuos líquidos
HC	: Hoja de control
IGI – FIC	: Instituto General de Investigación de la FIC
ISO	: International Organization for Standardization
JEC	: Jefe del equipo de capacitación
Kg.	: kilogramo
L.	: litro
LEM	: Laboratorio de Ensayo de Materiales
LQF	: Laboratorio de Química de la FIC
MAPRO	: Manual de procedimientos
mg.	: miligramo
MINSA	: Ministerio de Salud

. . . Continua GLOSARIO DE TERMINOS

mL.	: mililitro
MOF	: Manual de organización y funciones
MTC	: Ministerio de Transportes
NC	: No conformidad
NTP	: Norma técnica peruana
OHSAS	: Occupational Health and Safety Assessment Series
PC	: Personal computer (computador personal)
PCM	: Presidencia del Consejo de Ministros
PNC	: Potencial no conformidad
ppm.	: Parte por millón (mg/L)
R.D.	: Resolución directoral
ROF	: Reglamento de Organización y funciones
R.M.	: Resolución ministerial
RP	: Residuos peligrosos generados en el Laboratorio de química
R.S.	: Resolución suprema
SACP	: Solicitud de acción correctiva
SD	: Envase para solido seco
SGA.	: Sistema de Gestión Ambiental
SGMD	: Sistema de gestión para mitigaciónón de desastres
SGR	: Sistema de Gestión de Residuos
SINADECI	: Sistema Nacional de Defensa Civil
UNI	: Universidad Nacional de Ingeniería
USB	: Universal Serial Bus para data traveler
V	: Vaso para recoger residuos
VC	: vaso para recoger residuos con clavos

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS EN LA UNI: CASO DEL LABORATORIO DE QUÍMICA DE LA FIC – UNI”

INDICE

	Pag.
CARATULA	I
DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
RESUMEN	IV
GLOSARIO DE TERMINOS	VI
INDICE	VIII
INDICE DE CUADROS, TABLAS, FIGURAS Y GRAFICOS	XII
INDICE DE ANEXOS	XV
CAPITULO I	
INTRODUCCIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	
1.1 Introducción.	1
1.2 Antecedentes.	1
1.2.1 Reactivos y residuos peligrosos de origen químico.	1
1.2.2 Efectos a la salud.	4
1.2.3 Efectos al medio ambiente.	6
1.2.4 Importancia de la sustitución de reactivos peligrosos.	20
1.2.5 Principio de Sustitución.	21
1.2.6 Vertido Cero.	22
1.3 Planteamiento del problema.	23
1.4 Justificación.	23
CAPITULO II	
MARCO TEÓRICO Y LEGAL	
2.1 Laboratorios de química en la Universidad Nacional de Ingeniería.	24
2.1.1 Finalidad.	24
2.1.2 Ubicación.	24
2.1.3 Servicios que presta.	24

2.2 Modelos de gestión.	27
2.2.1 Norma ISO 14001	27
2.2.2 Norma ISO 17025	31
2.2.3 Norma OSHA 18001	32
2.3 Sistema de gestión de residuos peligrosos en laboratorios universitarios a nivel nacional.	34
2.4 Sistema de gestión de residuos peligrosos en laboratorios universitarios a nivel internacional.	38
2.5 Marco Legal.	41
2.5.1 Normativa Nacional.	41
2.5.2 Normativa Internacional.	42
CAPITULO III	
OBJETIVO DEL ESTUDIO	
3.1 Objetivo.	
3.1.1 GENERAL	46
3.1.2. ESPECIFICO	46
3.2 Hipótesis.	46
3.3 Variable.	46
CAPITULO IV	
MATERIALES Y METODOS	
4.1 Etapa piloto.	48
4.1.1 Encuestas técnicas de opinión.	48
4.1.1.1 Encuesta técnica dirigida a alumnos.	48
4.1.1.2 Encuesta técnica dirigida a los docentes.	49
4.2 Etapa de implementación.	49
4.2.1 Charla Informativa.	49
4.2.2 Encuesta de opinión inicial.	49
4.2.3 Ejecución del sistema de gestión.	49
4.2.4 Evaluación del sistema.	50
4.2.5 Encuesta de opinión final.	50
4.2.6 Charla informativa a los padres de los alumnos.	51

CAPITULO V

RESULTADOS OBTENIDOS

5.1 Diagnostico sobre la gestión de residuos en el Laboratorio de Química.	52
5.1.1 El Laboratorio de Química – FIC.	52
5.1.1.1 Finalidad.	52
5.1.1.2 Ubicación.	52
5.1.2 Descripción de las actividades que realiza.	52
5.1.2.1 Apoyo a la parte académica.	52
5.1.2.2 Apoyo a la investigación.	52
5.1.2.3 Servicios a terceros.	52
5.1.3 Evaluaciones participativas.	53
5.1.4 Estimación de cantidad de residuos producidos.	53
5.1.5 Problemática generada por los Residuos Peligrosos generados en el LQF.	82
5.1.6 Manejo de los residuos peligrosos generados en el LQF.	82
5.1.7 Sustitución de los residuos peligrosos.	89
5.1.7.1 Sustitución del Tetracloruro de carbono (CCl₄).	89
5.1.7.2 Sustitución del dicromato de potasio (K₂Cr₂O₇).	89
5.1.8 Medidas de protección personal.	90
5.1.9 Disposición de los residuos recolectados.	92
5.1.10 Evaluación final de resultados.	92
5.2 Propuesta del sistema de gestión de residuos peligrosos en el laboratorio de química.	94
5.2.1 Introducción.	94
5.2.2 Objetivos y alcances.	94
5.2.3 Definiciones.	95
5.2.4 Política ambiental.	99
5.2.5 Misión y Visión.	100
5.3 Planificación.	100
5.3.1 Aspectos ambientales.	100
5.3.2 Requisitos legales y otros requisitos.	100
5.3.3 Objetivos y metas.	101
5.3.4 Programas de gestión ambiental.	102

5.4 Implementación y operación.	103
5.4.1 Estructura y responsabilidades.	103
5.4.2 Capacitación, sensibilización y competencia profesional.	104
5.4.3 Comunicación.	105
5.4.4 Documentación del sistema de gestión ambiental.	106
5.4.5 Control de la documentación.	106
5.4.6 Control de las operaciones.	107
5.4.7 Planes de emergencia y capacidad de respuesta.	107
5.5 Comprobación y acción correctiva.	108
5.5.1 Medición y monitoreo.	108
5.5.2 No conformidades y acciones correctivas y preventivas.	108
5.5.3 Registros.	108
5.5.4 Auditorias al sistema de gestión ambiental.	109
5.6 Revisión por la dirección.	109
CAPITULO VI	
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	
6.1 Del diagnóstico de la gestión de residuos peligrosos.	110
6.2 De las características de la propuesta del sistema de gestión de residuos peligrosos.	113
6.3 De la planificación del sistema de gestión.	113
6.4 De la implementación y operación.	114
6.5 De la comprobación y acción correctiva.	114
6.6 De la revisión por la dirección.	115
CAPITULO VII	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
7.1 Conclusiones.	116
7.2 Recomendaciones.	118
FUENTES DE INFORMACIÓN	119

INDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1.1	
Clasificación de los residuos – Símbolos	2
Cuadro N° 2.1	
Relación de los Laboratorios de Química de la UNI	26
Cuadro N° 3.1	
Tipos y concentraciones promedio de los residuos del Laboratorio	47
Cuadro N° 5.1	
Aspectos más saltantes y acciones correctivas tomadas durante la fase de implementación del sistema de Gestión de RP	75
Cuadro N° 5.2	
Resúmenes de las opiniones más notorias dadas por los alumnos	78
CUADRO N° 5.3	
Estimación aproximada de los Residuos Químicos Recolectados (Basado en los datos obtenidos en la Sección Piloto)	80
Cuadro N° 5.4	
Cantidad real de residuos químicos recolectados (Basado en el ciclo 2008 – 1, 70 Grupos)	84
Cuadro N° 5.5	
Observaciones y eventos más saltantes encontrados durante la recolección de los Residuos Peligrosos.	86

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1.1 Efectos a la salud causados por el Cromo.	8
Tabla N° 1.2 Efectos a la salud causados por el Plomo.	11
Tabla N° 1.3 Efectos a la salud causados por el Tetracloruro de Carbono (CCl₄).	14
Tabla N° 1.4	
Efectos al Medio Ambiente de algunos compuestos tóxicos.	17
Tabla N° 2.1	
Sugerencias Generales para el Laboratorio.	45
Tabla N° 5.1	
Resumen de Encuesta de Opinión dirigida a los alumnos Fase Piloto Ciclo 2007 – 2	56

Tabla N° 5.2	
Resumen de Encuesta de Opinión dirigida a los Docentes	
Fase Piloto Ciclo 2007 – 2	61
Tabla N° 5.3	
Resumen de Encuesta de Opinión Previa dirigida a los alumnos	
Inicio de ciclo 2008 – 1 y 2008 – 2	
(A: Antes y B: Después de la conferencia)	66
Tabla N° 5.4	
Resumen de Encuesta de Opinión Final dirigida a los alumnos	
al Final de ciclo 2008 – 1 y 2008 – 2	68

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1.1	
Propuesta para un procedimiento de autorización factible basado en el principio de sustitución.	22
Figura N° 2.1	
Disposición del aceite usado y posterior recojo y tratamiento por la EPS – RS “Lubricantes Marte” SENATI.	36
Figura N° 2.2	
Manipulación de sustancias químicas peligrosas – SENATI.	37
Figura N° 5.1	
Organigrama del Comité de Gestión	

INDICE DE GRAFICOS

Grafico N° 2.1	
Esquema de la Mejora continua de la Norma ISO 14001	26
Grafico N° 5.1	
Plano de Ubicación del Laboratorio de Química – Facultad de Ingeniería Civil.	54
Grafico N° 5.2	
Plano de Distribución del Laboratorio de Química – FIC.	55
Grafico N° 5.3	
Recolección de los residuos químicos del Laboratorio	88

Grafico N° 5.4	
Sustitución de reactivos tóxicos en el Laboratorio.	90
Grafico N° 5.5	
Uso de equipos de seguridad en el Laboratorio	91
Grafico N° 5.6	
Señales de seguridad	91

ANEXOS	124
ANEXO I	
Características químicas de peligrosidad y de seguridad de algunos compuestos químicos tóxicos.	125
ANEXO II	
Modelos y Resultados de las encuestas.	129
Modelo de encuesta sobre el Laboratorio de Química de la FIC dirigida a los alumnos	130
Encuesta previa dirigida a los alumnos LADO A	133
Encuesta previa dirigida a los alumnos LADO B	134
Resultados de las encuestas	135
ANEXO III	229
Resumen de incidencias mas saltantes durante la implementación del sistema de gestión.	230
ANEXO IV	
Diagramas de Flujo de los Procesos y Determinación de los Impactos Ambientales más significativos.	232
Diagrama de Flujo de los procesos efectuados en el Laboratorio de Química.	233
Reacciones Químicas involucradas	242
G01 – 08 Identificación de los Aspectos Ambientales e Impactos Ambientales Significativos.	244
Identificación y evaluación de aspectos ambientales	245
Identificación de los impactos ambientales	253
ANEXO V	
Documentos y registros gráficos de la implementación.	254
Fotos de la etapa de implementación de las medidas de seguridad, protección personal, sustitución y manejo de los RP del LQF.	255
Certificado otorgado por el dictado de la conferencia de seguridad	266

ANEXO VI

Normas de Seguridad y Manual de Manejo de Residuos Peligrosos del Laboratorio de Química – FIC.	267
Normas básicas de seguridad en el laboratorio	268
Manual de manejo de los Residuos Peligrosos del LQF.	269

ANEXO VII

Listado Maestro de Documentos del Sistema de Gestión de Residuos Peligrosos del LQF.	274
Listado de procedimientos	275

ANEXO VIII

Procedimientos del sistema de Gestión de Residuos Peligrosos del LQF (del G02 al G- 19).	276
G02 – 08 REVISION DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL POR LA JEFATURA.	277
G03 – 08 IDENTIFICACIÓN, ACCESO Y ACTUALIZACIÓN DE REQUISITOS LEGALES.	279
G04 – 08 ESTRUCTURA DE LOS DOCUMENTOS Y DATOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL.	289
G05 – 08 CONTROL DE DOCUMENTOS y DATOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN.	292
G06 – 08 CAPACITACIÓN.	295
G07 – 08 SENSIBILIZACIÓN AMBIENTAL.	297
G08 – 08 COMUNICACIÓN INTERNA.	300
G09 – 08 COMUNICACIÓN EXTERNA.	303
G10 – 08 CONTROL DE LAS OPERACIONES.	305
G11 – 08 MANTENIMIENTO PREVENTIVO.	314
G12 – 08 IDENTIFICACIÓN DE ACCIDENTES Y SITUACIONES DE EMERGENCIA.	316
G13 – 08 ELABORACIÓN DE PLANES DE EMERGENCIA Y CAPACIDAD DE RESPUESTA.	318
G14 – 08 MONITOREO Y MEDICIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL.	321

G15 – 08 VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA LEGISLACIÓN Y REGLAMENTACIÓN AMBIENTAL.	323
G16 – 08 ACCIONES CORRECTIVAS Y PREVENTIVAS.	325
G17 – 08 CONTROL DE REGISTROS DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL.	328
G18 – 08 AUDITORÍA INTERNA DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL.	330
G19 – 08 AUTORIDAD Y RESPONSABILIDAD: MANUAL DE FUNCIONES	333

ANEXO IX

Listado de planes de emergencia, conformación de brigadas y actas de reporte de emergencias.	337
---	------------

ANEXO N° X

Guía del plan de emergencia en caso de fuga del gas propano.	339
CAPITULO I Introducción	340
CAPITULO II Guía del plan de emergencia en caso de fuga del gas propano en el laboratorio de química.	341

ANEXO N° XI

Documentos Varios. (No conformidades, acciones correctivas, Hoja de recojo de residuos, cronograma de mantenimiento, etc.)	343
---	------------

GRAFICOS Y TABLAS EN ANEXOS

Tabla N° I.1 Características de Peligrosidad: Dicromato de Potasio	128
Tabla N° I.2 Características de Peligrosidad: Nitrato de Plomo	127
Tabla N° I.3 Características de Peligrosidad: Tetracloruro de Carbono	126
Grafico II.1 Encuesta a la sección piloto.	136
Grafico II.2 Encuesta a la sección testigo.	150
Grafico II.3 Encuesta a los docentes.	164

Grafico II.4.A Encuesta previa al grupo 2008 – 1 LADO A.	179
Grafico II.4.B Encuesta previa al grupo 2008 – 1 LADO B.	184
Grafico II.5 Encuesta final al grupo 2008 –1.	189
Grafico II.6.A Encuesta previa al grupo 2008 – 2 LADO A.	204
Grafico II.6.B Encuesta previa al grupo 2008 – 2 LADO B.	209
Grafico II.7 Encuesta final al grupo 2008 –2.	214
Diagrama N° IV.1	
Diagrama de Flujo de los procesos efectuados en el Laboratorio de Química.	233
Tabla N° IV.1	
Reacciones Químicas involucradas	242
Grafico N° V.1	
Etapas piloto	255
Grafico N° V.2	
Señalización	255
Grafico N° V.3	
Grupo piloto Sección M	256
Grafico N° V.4	
Etapas de implementación – Conferencias	257
Grafico N° V.5	
Etapas de implementación – Actividades	258
Grafico N° V.6	
Trabajando con seguridad	259
Grafico N° V.7	
Recojo de residuos Químicos	260
Grafico N° V.8	
Reciclado de residuos – Cristalización del CuSO₄ Anhidro	263
Grafico N° V.9	
Sección Segura Semestre 2008 – 1 y 2008 – 2	263
Grafico N° V.10	
Los guantes protegen del daño a la piel y la Salud	264
Grafico N° V.11	
Sustitución del CCl₄ por Solución de almidón saturado	265

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1 Introducción.

El mundo actual tiene problemas de contaminación graves que afectan a la salud y al medio ambiente. Por ello, es necesario educar a las nuevas generaciones para resolver estos problemas en forma activa y práctica.

La prevención, la protección personal, el manejo adecuado de los residuos peligrosos de origen químico y la sustitución de los reactivos peligrosos y/o tóxicos por otros más inofensivos, son medidas útiles a efectuar.

Por este motivo es que se ha elaborado el siguiente trabajo, esperando que sea un modelo a seguir y mejorar.

1.2 Antecedentes.

Durante las últimas décadas ha surgido un gran problema ambiental debido a los residuos tóxicos y la experiencia ha demostrado que para lograr un manejo adecuado de los residuos peligrosos de origen químico es necesaria una infraestructura que facilite tomar las acciones necesarias. [1]

La necesidad de reducir o eliminar el uso o generación de sustancias peligrosas en el diseño, manufactura y aplicación de los productos químicos para prevenir la contaminación, es un reto para todo profesional, tanto en su formación académica como en el modo de encarar la resolución de estos problemas, ya que la disposición responsable de los residuos peligrosos reducirá presentes y futuras amenazas a la salud y el medio ambiente. [2]

1.2.1 Reactivos y residuos peligrosos de origen químico.

Residuos Peligrosos son Todos aquellos residuos en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables y biológicamente infecciosas representan un peligro para el equilibrio ecológico. [3]. En el Cuadro N° 1.1 se muestran los símbolos que ilustran dichas características.

Por ejemplo, en los laboratorios de la Universidad Autónoma de Yucatán UADY, son fuentes potenciales de generación de residuos peligrosos (RP), los que generan un problema ambiental que requiere de identificación, almacenaje, tratamiento si es posible, recolección y disposición final de acuerdo a la normatividad existente. [4]

Cuadro N° 1.1
CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS – SIMBOLOS

	<p align="center">E Explosivo</p>	<p>Clasificación: Sustancias y preparaciones que reaccionan exotérmicamente también sin oxígeno y que detonan según condiciones de ensayo fijadas, pueden explotar al calentar bajo inclusión parcial.</p> <p>Precaución: Evitar el choque, Percusión, Fricción, formación de chispas, fuego y acción del calor.</p>
	<p align="center">F Fácilmente inflamable</p>	<p>Clasificación: Líquidos con un punto de inflamación inferior a 21°C, pero que NO son altamente inflamables. Sustancias sólidas y preparaciones que por acción breve de una fuente de inflamación pueden inflamarse fácilmente y luego pueden continuar quemándose ó permanecer incandescentes.</p> <p>Precaución: Mantener lejos de llamas abiertas, chispas y fuentes de calor.</p>
	<p align="center">F+ Extremadamente inflamable</p>	<p>Clasificación: Líquidos con un punto de inflamación inferior a 0°C y un punto de ebullición de máximo de 35°C. Gases y mezclas de gases, que a presión normal y a temperatura usual son inflamables en el aire.</p> <p>Precaución: Mantener lejos de llamas abiertas, chispas y fuentes de calor.</p>
	<p align="center">C Corrosivo</p>	<p>Clasificación: Destrucción del tejido cutáneo en todo su espesor en el caso de piel sana, intacta.</p> <p>Precaución: Mediante medidas protectoras especiales evitar el contacto con los ojos, piel e indumentaria. NO inhalar los vapores. En caso de accidente o malestar consultar inmediatamente al médico.</p>
	<p align="center">T Tóxico</p>	<p>Clasificación: La inhalación y la ingestión o absorción cutánea en pequeña cantidad, pueden conducir a daños para la salud de magnitud considerable, eventualmente con consecuencias mortales.</p> <p>Precaución: evitar cualquier contacto con el cuerpo humano. En caso de malestar consultar inmediatamente al médico. En caso de manipulación de estas sustancias deben establecerse procedimientos especiales.</p>

... Continua Cuadro N° 1.1

CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS – SIMBOLOS

	<p>T+ Muy Tóxico</p>	<p>Clasificación: La inhalación y la ingestión o absorción cutánea en MUY pequeña cantidad, pueden conducir a daños de considerable magnitud para la salud, posiblemente con consecuencias mortales.</p> <p>Precaución: Evitar cualquier contacto con el cuerpo humano, en caso de malestar consultar inmediatamente al médico.</p>
	<p>O Comburente</p>	<p>Clasificación: (Peróxidos orgánicos). Sustancias y preparados que, en contacto con otras sustancias, en especial con sustancias inflamables, producen reacción fuertemente exotérmica.</p> <p>Precaución: Evitar todo contacto con sustancias combustibles.</p> <p>Peligro de inflamación: Pueden favorecer los incendios comenzados y dificultar su extinción.</p>
	<p>Xn Nocivo</p>	<p>Clasificación: La inhalación, la ingestión o la absorción cutánea pueden provocar daños para la salud agudos o crónicos. Peligros para la reproducción, peligro de sensibilización por inhalación, en clasificación con R42.</p> <p>Precaución: evitar el contacto con el cuerpo humano.</p>
	<p>Xi Irritante</p>	<p>Clasificación: Sin ser corrosivas, pueden producir inflamaciones en caso de contacto breve, prolongado o repetido con la piel o en mucosas. Peligro de sensibilización en caso de contacto con la piel. Clasificación con R43.</p> <p>Precaución: Evitar el contacto con ojos y piel; no inhalar vapores.</p>
	<p>N Peligro para el medio ambiente</p>	<p>Clasificación: En el caso de ser liberado en el medio acuático y no acuático puede producirse un daño del ecosistema por cambio del equilibrio natural, inmediatamente o con posterioridad. Ciertas sustancias o sus productos de transformación pueden alterar simultáneamente diversos compartimentos.</p> <p>Precaución: Según sea el potencial de peligro, no dejar que alcancen la canalización, en el suelo o el medio ambiente. Observar las prescripciones de eliminación de residuos especiales.</p>

Fuente: Manejo Tratamiento y Confinamiento temporal de Residuos peligrosos. M. Sc. Adelina Hernández Hurtado. [3]

1.2.2 Efectos a la salud.

En un laboratorio se producen diferentes tipos de residuos, como ejemplo podemos hablar de algunos de estos.

a) Cromo (Cr).- Hay varias clases diferentes de Cromo que difieren de sus efectos sobre los organismos. El Cromo entra en el aire, agua y suelo en forma de Cromo (III) y Cromo (VI) a través de procesos naturales y actividades humanas. **[5]**

Las mayores actividades humanas que incrementan las concentraciones de Cromo (III) son el acero, las peleterías y las industrias textiles, pintura eléctrica y otras aplicaciones industriales del Cromo (VI). Estas aplicaciones incrementarán las concentraciones del Cromo en agua. A través de la combustión del carbón el Cromo será también emitido al agua y eventualmente se disolverá. En la Tabla N° 1.1 se resumen los efectos a la salud del cromo. **[6], [7], [8]**.

El cromo (III) es un elemento nutritivo esencial que ayuda al cuerpo en el metabolismo de azúcares, proteínas y grasas; pero puede causar problemas de corazón, cuando la dosis es muy baja (> de 1 ppm). Respirar niveles altos de cromo (VI) puede producir irritación del revestimiento interno de la nariz, úlceras nasales, secreción nasal y problemas respiratorios tales como asma, tos, falta de aliento o respiración jadeada. Las concentraciones de cromo en el aire que producen estos efectos pueden ser diferentes para los diferentes tipos de compuestos de cromo; los efectos del cromo (VI) ocurren a concentraciones mucho más bajas que los del cromo (III). **[5]**

El efecto principal que se observa en animales que ingieren compuestos de cromo (VI) son irritación y úlceras en el estómago y el intestino delgado y anemia. Los compuestos de cromo (III) son mucho menos tóxicos y no parecen causar estos problemas. En animales de laboratorio expuestos al cromo (VI) también se han observado daño de los espermatozoides y del sistema reproductivo del macho.

El contacto de la piel con ciertos compuestos de cromo (VI) puede producir úlceras en la piel. Algunas personas son muy sensibles al

cromo (VI) y cromo (III). En algunas personas se han descrito reacciones alérgicas que se manifiestan como enrojecimiento e hinchazón grave de la piel.

El Cromo (VI) es mayoritariamente tóxico para los organismos. Este puede alterar el material genético y causar cáncer. [6]

En el Laboratorio de Química, se emplea como dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) y como cromato de potasio (K_2CrO_7) para análisis químico. En el Anexo N° I se indican las características químicas de peligrosidad y de seguridad de este compuesto. [9].

b) Plomo (Pb).- El plomo ocurre de forma natural en el ambiente, pero las mayores concentraciones que son encontradas en el ambiente son el resultado de las actividades humanas. Es un elemento químico particularmente peligroso, y se puede acumular en organismos individuales, pero también entrar en las cadenas alimenticias. En el laboratorio se emplean sales de plomo en diversos experimentos asociados con la enseñanza y por lo tanto, el riesgo de exposición es mayor, pues afecta tanto a los docentes como a los alumnos. Las sales más usadas son el nitrato de plomo ($Pb(NO_3)_2$) y sus productos son el sulfato de plomo ($PbSO_4$) y el yoduro de plomo (PbI_2). [6], [7], [8]

En la Tabla N° 1.2 resumen los efectos a la salud del plomo. En el Anexo N° I se describen las características químicas respectivas. [9]

c) Tetracloruro de carbono (CCl_4).- Se ha empleado hace décadas como solvente, indicador en laboratorios químicos y medio de contraste.

Debe resaltarse que está comprobado totalmente que esta sustancia es **cancerígena, mutagénica y tóxica** en grado extremo. [6], [7], [8]

En el laboratorio de química se emplea como un agente cualitativo para la verificación de la presencia de yodo libre (I_2) en solución acuosa.

En la Tabla N° 1.3 se detallan los efectos a la salud del tetracloruro de carbono y en el Anexo N° I se describen las características químicas respectivas. [9]

1.2.3 Efectos al medio ambiente.

De manera similar se describen brevemente los efectos perjudiciales al medio ambiente de los tres compuestos químicos mencionados.

a) Cromo.- El cromo entra al aire, al agua y al suelo principalmente en las formas de cromo (III) y cromo (VI) como resultado de procesos naturales o de actividades humanas. Las emisiones producidas al quemar carbón y petróleo, y la producción de acero aumentan los niveles de cromo (III) en el aire. La manufactura de productos químicos y el uso de productos que contienen cromo (VI) pueden aumentar los niveles de cromo (VI) en el aire. Los desagües de galvanoplastia pueden descargar cromo (VI). El curtido de cueros y la industria textil, las labores de análisis químicos, como también la manufactura de colorantes y pigmentos, pueden descargar cromo (III) y cromo (VI) a los cuerpos de agua. Los niveles de cromo (III) y de cromo (VI) en el suelo aumentan principalmente a causa de la disposición de productos comerciales que contienen cromo, residuos de cromo de la industria y cenizas de carbón provenientes de plantas de electricidad.

En el aire, los compuestos de cromo se encuentran principalmente en forma de pequeñas partículas de polvo. Eventualmente, este polvo se deposita sobre la tierra y el agua. La lluvia y la nieve ayudan a remover el cromo del aire. Los compuestos de cromo generalmente permanecen en el aire menos de 10 días. Aunque la mayor parte del cromo en el agua se adhiere a partículas de tierra y a otros materiales y se deposita en el fondo, una pequeña cantidad puede disolverse en el agua. Los peces no acumulan mucho cromo del agua en el cuerpo. Aunque la mayor parte del cromo en el suelo no se disuelve fácilmente en el agua y se adhiere fuertemente al suelo, una pequeña cantidad de cromo se disuelve y puede alcanzar el agua subterránea. La movilización del cromo en el suelo depende del tipo y de la condición del suelo y de otros factores ambientales. En el Anexo N° I se describen las características químicas respectivas. [5] En la Tabla N° 1.4 resumen los efectos al medio ambiente que producen el cromo.

b) Plomo.- Estas sales de plomo entran en el ambiente a través de los tubos de escape de los coches. Las partículas grandes precipitarán en el suelo o en la superficie de las aguas, las pequeñas partículas viajarán largas distancias a través del aire y permanecerán en la atmósfera. La presencia del plomo en el aire deteriora su calidad y origina complementariamente la formación de la "lluvia ácida", la misma que puede decantar el plomo en suelos aún en pequeñas concentraciones (2-10 mg/m³) y el plomo puede, con estos parámetros, inhibir el crecimiento de las plantas. Así contamina el suelo, luego las raíces y las hojas de las plantas que inician el 'proceso de la vida', incorporando al plomo en su estructura celular con el consiguiente peligro para las personas que las consuman e inclusive envenenan a las aves que toman su alimento de las hojas de las plantas y del suelo agrícola del entorno. [6], [7], [8]

Alto contenido de plomo en el suelo puede promover el desarrollo de hongos y bacterias, alterándose los parámetros del suelo para su adecuado y sano uso de las especies vegetales. En la Tabla N° 1.4 resumen los efectos al medio ambiente que producen el plomo.

c) CCl₄.- Cuando se libera, se moviliza rápidamente en el aire, de manera que la mayor parte está en la atmósfera. Se evapora rápidamente del suelo y del agua superficial. Sólo una pequeña cantidad se adhiere a partículas en el suelo; el resto se evapora o se moviliza hacia el agua subterránea. Es muy estable en el aire (vida media de 30-100 años).

Puede ser degradado o transformado en el suelo en varios días. Cuando se degrada, forma sustancias químicas (CFC) que pueden destruir la capa de ozono en la parte superior de la atmósfera. [5]

Como pertenece al grupo de los CFCs, su control y prohibición se contemplan en el Protocolo de Montreal. Donde se le menciona en el Artículo 2D: CCl₄ y el Anexo B, Grupo II donde se le asigna un potencial de agotamiento de la capa de Ozono de 1,1 el más alto de su grupo II. [10].

En la Tabla N° 1.4 resumen los efectos al medio ambiente que producen el CCl₄. [5]

Tabla N° 1.1 Efectos a la salud causados por el Cromo.

Sinónimos	Dicromato de Potasio Trióxido Cromo	
Descripción	El cromo es un elemento químico; metal duro, gris plateado, Su masa atómica es 52 g/mol, su punto de fusión es de 1857 °C, su punto de ebullición de 2672 °C y su densidad 7,2 g/mL. Sus compuestos son de varios colores, como por ejemplo el dicromato de potasio $K_2Cr_2O_7$ que es anaranjado y el cromato de potasio K_2CrO_4 que es amarillo.	
Fuentes de exposición	El uso industrial más común del cromo se encuentra en el curtido del cuero, la fabricación de explosivos, como ingrediente en la fabricación de sustancias para la conservación de la madera, de baterías, para colorantes usados en la fotografía, como elemento de aleación en el acero inoxidable, en la fabricación de refractarios, tintes para textiles, pigmentos, pinturas, soldadura, en galvanoplastia como recubrimiento del acero, electroplateado, para el anodizado, como reactivo de análisis en laboratorios y en la elaboración de antioxidantes.	
Concentración Máxima Permisible	Ácido Crómico y cromatos: 0,1 mg/m ³ en aire.	
Toxicidad	Absorción	- Inhalación - Ingestión

... Continua Tabla Nº 1.1 Efectos a la salud causados por el Cromo.

Toxicidad	Patología	<p>Irritante</p> <p>Alérgeno</p> <p>Los minerales de cromo no son muy tóxicos</p> <p>Las sales trivalentes, son algo tóxicos.</p> <p>Las sales hexavalentes (cromatos y dicromatos) son muy tóxicos, cancerígenos y mutagénicos.</p>
	Signos y Síntomas	<p>Piel:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sensibilización a la dermatitis. - Chrome holes (agujeros de cromo). - Ulceras de la piel, la mayoría en las manos, en la base de las uñas y en las articulaciones. <p>Ojos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Conjuntivitis. <p>Tracto respiratorio superior:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Perforación del tabique nasal. - Epistaxis. - Sinusitis. - Laringitis. - Anosmia.

... Continua Tabla N° 1.1 Efectos a la salud causados por el Cromo.

Toxicidad	Signos y Síntomas	<p>Pulmón:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dolor en el pecho. - Disnea. - Bronquitis. - Neumonitis química. - Cromitosis (neumoconiosis). - Carcinoma broncogénico de pulmón. <p>Gastrointestinales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Anorexia. - Nausea. - Gastritis hipertrófica. - Úlcera Duodenal. - Colitis.
	Secuelas	<ul style="list-style-type: none"> - Las lesiones de la piel generalmente no incapacitan. - La anosmia puede ser permanente. - Existe el peligro de desarrollar cáncer, mutaciones y alteraciones genéticas.

Fuente: Rutherford T. Johnstone, Medicina del trabajo e higiene Industrial [6]; E.R. Plunkett, M.D. Manual de Toxicología Industrial [7]; Neil Pearce, Paolo Boffetta, Manolis Kogevinas. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. Cáncer [8]

Tabla N° 1.2 Efectos a la salud causados por el Plomo.

Sinónimos	Plumbum	
Descripción	El plomo es un elemento químico, es un metal gris, pesado blando y maleable. Su punto de fusión es de 328 °C, y un punto de ebullición de 1740 °C, su densidad es de 11,34 g/mL y su masa atómica es 207,20 g/mol. Las sales de plomo tienen colores variados como el Nitrato de plomo $Pb(NO_3)_2$ que es blanco o el Yoduro de plomo PbI_2 que es de color amarillo intenso.	
Fuentes de exposición	El uso industrial más común del plomo se encuentra en la minería, concentración y manipulación de minerales de plomo, fundición de metales para el refinamiento o recuperación del plomo, laminación, en la fabricación de pigmentos para pinturas, en la fabricación de baterías, barnizado, vidriado para cerámicos, para el moldeo de piezas, como base de insecticidas, en la fabricación de aleaciones y soldaduras,.	
Concentración Máxima Permisible	0,2 mg/m ³ en aire.	
Toxicidad	Absorción	<ul style="list-style-type: none"> - Inhalación - Ingestión
	Patología	<p>Interferencia con el sistema enzimático intracelular.</p> <p>Las crisis agudas, tal como traumas, enfermedad grave, transgresiones dietéticas y los trastornos emocionales pueden precipitar los síntomas de intoxicación de plomo en las personas cuyo metabolismo del plomo este en equilibrio inestable.</p>

... Continua Tabla N° 1.2 Efectos a la salud causados por el Plomo.

Toxicidad	Signos y Síntomas	<p>Generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Palidez y lasitud. - Debilidad, malnutrición y pérdida de peso. <p>Gastrointestinales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sabor metálico. - Aumento de la salivación. - Ribete de Burton (plomo en las encías). - Porrea. - Anorexia, náuseas, vómitos. - Estreñimiento. - Cólico abdominal. <p>Genitourinarias:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nocturnia. - Albuminuria y Hematuria. - Aumento de bilirrubinuria. <p>Neuromusculares:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Adormecimiento y hormigueo de las extremidades con perturbaciones sensoriales asociadas. - Debilidad de los extensores de las muñecas y tobillos, también se ha descrito parálisis braquial. - Pérdida de tono muscular.
-----------	-------------------	--

... Continua Tabla Nº 1.2 Efectos a la salud causados por el Plomo.

Toxicidad	Signos y Síntomas	<ul style="list-style-type: none"> - Temblor - Reflejos tendinosos profundos aumentados. - Contracciones y dolores musculares. - Artralgia. - Atrofia muscular. <p>Sistema nervioso central:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Perturbaciones visuales. - Dolor de cabeza. - Vértigo. - Nerviosismo y depresión. - Insomnio. - Confusión mental y delirio. - Hemorragias retinianas y neuritis del nervio óptico; se han consignado también puntitos grises de pigmento de plomo alrededor del iris. <p>Hematopoyéticos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Punteado basófilo de eritrocitos. - Anemia normocítica hipocrómica. - Aumento de reticulocitos en sangre periférica.
-----------	-------------------	--

Fuente: Rutherford T. Johnstone, Medicina del trabajo e higiene Industrial [6]; E.R. Plunkett, M.D. Manual de Toxicología Industrial [7]; Neil Pearce, Paolo Boffetta, Manolis Kogevinas. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. Cáncer [8]

Tabla N° 1.3 Efectos a la salud causados por el Tetracloruro de Carbono (CCl₄)

Sinónimos	Tetraclorometano	
Descripción	El tetracloruro de carbono es un líquido incoloro con un olor similar al del cloroformo (CHCl ₃). Por ser barato, no inflamable, ni explosivo es el disolvente más empleado en la industria. Sin embargo, aunque no es inflamable a las temperaturas ordinarias, se descompone a temperaturas elevadas para dar pequeñas cantidades de ácido clorhídrico y fosgeno. Hierve a 76.7° C	
Fuentes de exposición	El uso industrial más común del tetracloruro de carbono es como agente desengrasante de piezas metálicas. También se lo usa mucho en la industria de la limpieza a seco, en la extracción de grasas, como disolvente de resinas y gomas, en los extintores de incendio, como refrigerante, y para fumigaciones insecticidas. El tetracloruro de carbono es uno de los ingredientes principales, o entra en la composición de muchos productos industriales tales como los llamados carbono, tetra, tetracol, tetraform, asordin, spectral y benzinoform.	
Concentración Máxima Permisible	10 ppm en aire.	
Toxicidad	Absorción	<ul style="list-style-type: none"> - Inhalación - Ingestión - Percutáneo

... Continua Tabla N° 1.3 Efectos a la salud causados por el Tetracloruro de Carbono (CCl₄)

Toxicidad	Patología	<p>Sistema nervioso Central:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Depresión - Edema - Atrofia óptica <p>Circulatorio:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Depresión del músculo cardíaco. <p>Hígado:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Necrosis central y hemorragia - Degeneración grasa <p>Riñones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Destrucción de los tubitos renales con síntomas nefríticos y nefróticos. <p>Pulmones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Edema pulmonar
	Signos y Síntomas	<p>Agudos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Irritación de ojos, nariz y garganta. - Dolores de cabeza y vértigos - Náuseas, vómitos, hematemesis - Contracciones abdominales y diarrea

... Continua Tabla Nº 1.3 Efectos a la salud causados por el Tetracloruro de Carbono (CCl₄)

Toxicidad	Signos y Síntomas	<ul style="list-style-type: none"> - Nerviosismo - Disnea y cianosis - Oliguria, proteinuria, hematuria - Ictericia y hepatomegalia - Neuritis óptica - Inconsciencia y coma - Fibrilación ventricular <p>Crónicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dermatitis - Anorexia, náuseas, vómitos, dolor abdominal - Apatía y confusión mental - Dolores de cabeza y vértigos. Fatiga - Restricción del campo visual y disminución de la agudeza visual. - Pérdida de peso - Ictericia - Evidencia de lesión renal <p>Ingestión:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cuadro clínico análogo al de la inhalación aguda
-----------	-------------------	---

Fuente: Rutherford T. Johnstone, Medicina del trabajo e higiene Industrial [6]; E.R. Plunkett, M.D. Manual de Toxicología Industrial [7]; Neil Pearce, Paolo Boffetta, Manolis Kogevinas. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. Cáncer [8]

Tabla N° 1.4

Efectos al Medio Ambiente de algunos compuestos tóxicos.

SUSTANCIA	EFFECTOS
Cromo	<p>Los cultivos contienen sistemas para gestionar la toma de Cromo para que sea lo suficientemente baja como para no causar cáncer. Pero cuando la cantidad de Cromo en el suelo aumenta, esto puede aumentar las concentraciones en los cultivos. La acidificación del suelo puede también influir en la captación de Cromo por los cultivos. Las plantas usualmente absorben sólo Cromo (III). Esta clase de Cromo probablemente es esencial, pero cuando las concentraciones exceden cierto valor, efectos negativos pueden ocurrir.</p> <p>No es conocido que el Cromo se acumule en los peces, pero altas concentraciones de Cromo, debido a la disponibilidad de metales en las aguas superficiales, pueden dañar las agallas de los peces que nadan cerca del punto de vertido. En animales el Cromo puede causar problemas respiratorios, una baja disponibilidad puede dar lugar a contraer las enfermedades, defectos de nacimiento, infertilidad y formación de tumores.</p>
Plomo	<p>El plomo existe de forma natural en el ambiente, pero las mayores concentraciones encontradas se deben a factores humanos. Es un elemento químico particularmente peligroso, y se puede acumular en organismos individuales, pero también entrar en las cadenas alimenticias.</p> <p>Debido a la aplicación del plomo en gasolinas se genera un ciclo artificial. Vertiendo al ambiente grandes cantidades de plomo en forma de sales: cloruros, bromuros, etc. Estas sales de plomo entran en el ambiente a través de los tubos de escape de los coches. Las partículas grandes precipitarán en el suelo o en la superficie de las aguas, las pequeñas partículas viajarán largas distancias a través del aire y permanecerán en la atmósfera.</p>

... Continua Tabla Nº 1.4

Efectos al Medio Ambiente de algunos compuestos tóxicos.

SUSTANCIA	EFECTOS
Plomo	<p>La presencia del plomo en el aire atmosférico deteriorando su calidad origina complementariamente la formación de la "lluvia ácida" la misma que puede decantar el plomo en suelos aún en relativas pequeñas concentraciones (2-10 mg/m³) y ese plomo puede, con estos parámetros, inhibir el crecimiento de las plantas. Contamina el suelo, luego las raíces, hojas de las plantas, que podrán ser hortalizas, inician dentro del 'proceso de la vida' incorporan al plomo en su estructura celular con el consiguiente peligro para las personas que las consuman e inclusive envenenan a las aves que toman su alimento de las hojas de las plantas y del suelo agrícola del entorno.</p> <p>Otra vía para llegar al agua y a los suelos es mediante la corrosión de las tuberías de plomo en los sistemas de transportes y a través de la corrosión de pinturas que contienen plomo. El plomo se acumula en los cuerpos de los organismos acuáticos y organismos del suelo. Estos experimentarán efectos en su salud por envenenamiento del mismo. Los efectos sobre la salud de los crustáceos pueden tener lugar incluso cuando sólo hay pequeñas concentraciones de él presente.</p> <p>Las funciones en el fitoplancton pueden ser perturbadas cuando interfiere con el plomo. El fitoplancton es una fuente importante de producción de oxígeno en mares y muchos grandes animales marinos lo comen. Este es el porqué nosotros ahora empezamos a preguntarnos si la contaminación por plomo puede influir en los balances globales.</p>

. . . Continua Tabla N° 1.4

Efectos al Medio Ambiente de algunos compuestos tóxicos.

SUSTANCIA	EFFECTOS
Tetracloruro de Carbono (CCl₄)	<ul style="list-style-type: none">- Cuando se libera al ambiente se moviliza rápidamente, debido a que es altamente volátil, de manera que la mayor parte se encuentra en el aire.- Se evapora rápidamente del suelo y del agua superficial. Sólo una pequeña cantidad se adhiere a partículas en el suelo; el resto se evapora o se moviliza hacia el agua subterránea.- Es muy estable en el aire (vida media de 30-100 años).- Considerado altamente toxico para los medios acuáticos y su fauna.- Se le considera altamente cancerígeno, mutagénico y teratogénico para animales como peces, aves y anfibios.- Se ha comprobado daños hepático y renal en animales de laboratorio, al estar expuestos a concentraciones medias de esta sustancia, los principales daños son necrosis tubular aguda. También genera irritación a las vías respiratorias y a la piel.- Puede ser degradado o transformado en el suelo en varios días.- Cuando se degrada, forma sustancias químicas que pueden destruir la capa de ozono en la parte superior de la atmósfera.

Fuente: Dr. Miguel A. Sirés Mitjans, Efecto de las sustancias químicas en la persona y el Medio Ambiente. [5]

1.2.4 Importancia de la sustitución de reactivos peligrosos.

Como se ha expuesto anteriormente, existen riesgos involucrados con la exposición de sustancias químicas peligrosas, tanto para los alumnos, docentes y empleados que trabajan en un laboratorio de química. También este riesgo afecta directamente al medio ambiente.

Antiguamente se pensaba que los compuestos químicos emitidos al medio ambiente podrían ser asimilados por la naturaleza convirtiéndolas en sustancias naturales inocuas o los compuestos químicos podrían ser diluidos de tal manera que no implicarían ninguna amenaza para la vida [11]. Se pensaba que la solución para la polución era la dilución. Sin embargo en los años 60 y 70 se vio que muchos productos químicos sintéticos no eran asimilados a causa de su persistencia, es decir no resultaban alterados por la acción de la luz, agua, aire o de los microorganismos durante largos períodos de tiempo. Ejemplos de estas sustancias son los pesticidas como el DDT, refrigerantes como los CFCs, el gas dióxido de carbono y las formas tóxicas del mercurio.

Debido a su persistencia y continuo vertido, las concentraciones ambientales de estas sustancias han ido aumentando. Aún más, se ha descubierto que muchas sustancias persistentes no se dispersan uniformemente por todo el medio ambiente, se concentran en organismos vivos: seres humanos y otros animales, afectando su salud e incluso provocando su muerte prematura.

Se originan además subproductos tóxicos los cuales son sustancias liberadas al medio ambiente como consecuencia de la producción, distribución y uso de grandes cantidades de otras sustancias comerciales. Por ejemplo, la dioxina se forma como subproducto en muchos procesos industriales como el blanqueo de la pulpa de madera, la producción de algunos pesticidas comunes y la producción de preservativos de la madera.

La estrategia inicial utilizada para tratar a los subproductos tóxicos era reducir la cantidad vertida de éstas sustancias al medio ambiente, capturándola y depositando una buena parte de su masa antes que ocurriese su dispersión. Es decir los contaminantes no son destruidos en el proceso sino depositados en diferentes medios. Por ejemplo un

contaminante gaseoso es capturado, convertido en sólido y después, depositado en el suelo en lugar de dispersarse en el aire.

Ahora la **nueva estrategia** es la reformulación de las rutas sintéticas de tal manera que los subproductos no se produzcan en primera instancia, por ejemplo: reemplazar disolventes orgánicos por agua, como medio en el que se formen los productos deseados, la eliminación de un disolvente, la sustitución de catalizadores a base de metales pesados por sustancias benignas ambientalmente, y el diseño de productos para hacerlos reciclables o que puedan depositarse con seguridad. El objetivo es que se dé la descarga cero de ciertos compuestos tóxicos y persistentes en el medio ambiente, dando garantías de que nunca se produzcan.

1.2.5 Principio de Sustitución.

Se define como la sustitución de sustancias peligrosas por otras que lo sean menos, o no lo sean en absoluto, en los casos en que tales alternativas existan. Esto significa que si un producto que utiliza una sustancia peligrosa puede ser fabricado usando una alternativa más segura, a un precio razonable, se prohibirá esta sustancia peligrosa para este uso específico.

Algunas empresas ya están usando la sustitución como medio de eliminar sustancias peligrosas de sus procesos [12]. Algunas compañías deciden buscar sustitutos más seguros por diferentes razones (desde por imposiciones legales hasta por ética industrial pasando por razones como el aumento de la conciencia pública, exigencias de los usuarios finales o clientes, protección de los trabajadores, asuntos de responsabilidad comercial o ventajas competitivas). Sin embargo, el desarrollo y la sustitución por sustancias más seguras suceden con lentitud, de manera poco sistemática y, en algunos sectores, no ocurre en absoluto.

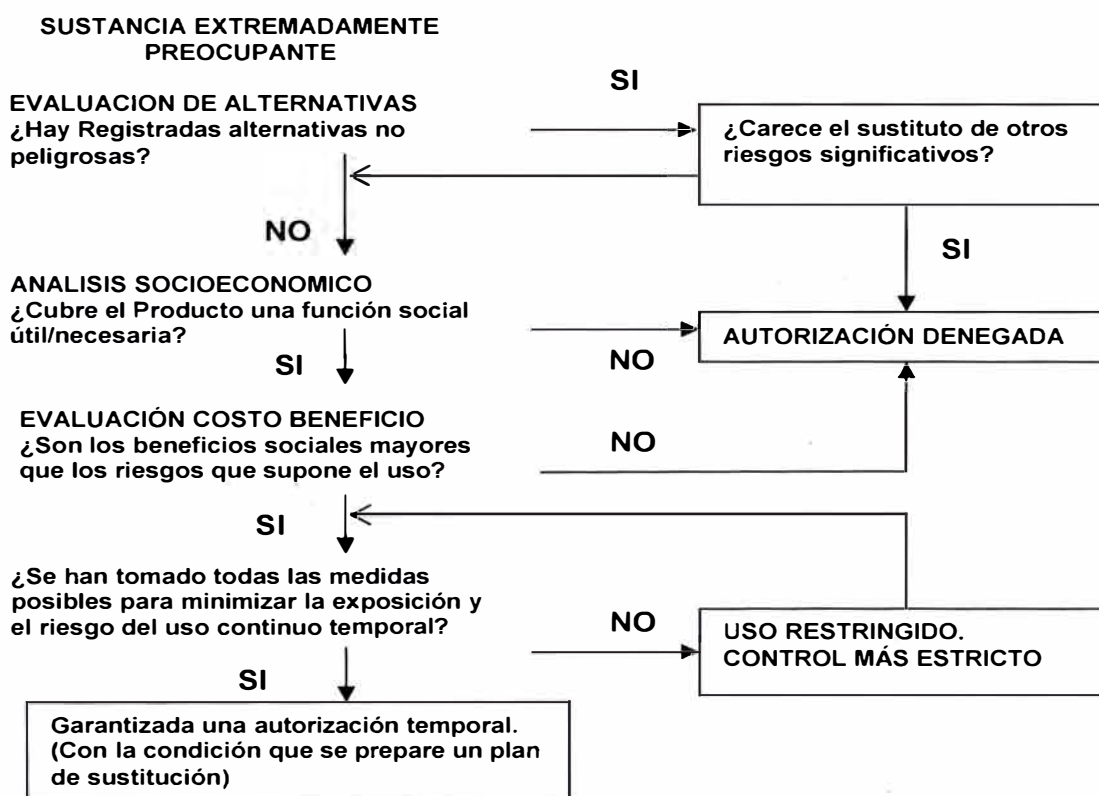
Para que todas las empresas apliquen el Principio de Sustitución y dejen de utilizar sustancias tóxicas es necesario que exista un imperativo legal. En el marco REACH europeo (Registro, Evaluación y Autorización de Sustancias Químicas), esto significa incluir el Principio de Sustitución como procedimiento de autorización de forma que la

disponibilidad de una alternativa más segura sea suficiente razón para negar la autorización del uso de una sustancia tóxica.

La sustitución se puede llevar a cabo de diversas formas. Estas varían desde la sustitución por simple "introducción" de una sustancia menos nociva con la misma funcionalidad técnica, hasta el rediseño completo de un producto o un proceso de producción para llegar al mismo resultado. En la Figura N° 1.1 se muestra una propuesta para un procedimiento de autorización basado en el principio de sustitución. [12]

Figura N° 1.1

Propuesta para un procedimiento de autorización factible basado en el principio de sustitución.



Fuente: Química más segura al alcance de la mano, Greenpeace. [12]

1.2.6 Vertido Cero.

Una de las estrategias básicas para la prevención de la contaminación es la prohibición, eliminación o retirada gradual de ciertos productos químicos o grupos de ellos.

Según Barry Comptoner [13]: "Si no existe, no puede contaminar". Por tanto, si se elimina una sustancia química cuya utilización provoca

contaminación, se producirá un “vertido cero” (o “emisión cero”) de ese agente contaminante. El vertido cero es más eficaz cuando la sustancia química no se sustituye por otra que ocasione una contaminación diferente.

1.3 Planteamiento del problema.

El vertido de efluentes, gases y material sólido provenientes del Laboratorio de Química, genera un problema de contaminación que el estudio propuesto pretende solucionar al implementar un sistema de gestión para el manejo de residuos peligrosos generados en el laboratorio de Química.

1.4 Justificación.

Existen características relevantes en la FIC – UNI que justifican el desarrollo del presente estudio, las que podemos mencionar:

El Laboratorio de Química de la FIC – UNI no cuenta con un plan de gestión de residuos líquidos ni sólidos. Pues, se carece de una política ambiental que la institución debe asumir y hacer cumplir.

Existen peligros y riesgos reales a los que se exponen los alumnos, docentes y empleados al manipular los reactivos y residuos peligrosos en el laboratorio y la gran mayoría de estas personas desconocen dichos riesgos

La FIC – UNI requiere de efectuar el cumplimiento de la normativa vigente en aspectos de manejo de residuos peligrosos, protección de la Salud y del Medio Ambiente.

Por lo expuesto, este estudio se realiza para diseñar un procedimiento de gestión de residuos peligrosos de origen químico (RP), que comprende la identificación, clasificación, recolección y sugerir formas de tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos generados en el Laboratorio de Química de la FIC – UNI.

También, se procurará la sustitución de compuestos peligrosos para la salud y el Medio Ambiente, por otros que sea inofensivos.

De esta forma se reducirán y/o eliminarán la descarga de dichos materiales al desagüe, a los rellenos sanitarios convencionales y al Medio Ambiente.

Con la ejecución de este proyecto piloto se propondrá su aplicación a todos los laboratorios de la UNI. Además de su posible aplicación en otras universidades e instituciones.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO Y LEGAL

2.1 Laboratorios de química en la Universidad Nacional de Ingeniería.

2.1.1 Finalidad.

Los Laboratorios de Química la Universidad Nacional de Ingeniería, han sido creados con la finalidad de dar apoyo a la parte teórica de los cursos que imparten las 11 Facultades de Ciencias e ingeniería de la UNI. Además, tienen como función el apoyo a la Investigación, la Proyección Social y a los servicios a terceros. Todos estos rubros están contemplados en el Estatuto de la Universidad de Ingeniería.

2.1.2 Ubicación.

A continuación en el Cuadro N° 2.1 se listan brevemente los diversos laboratorios de Química y de ensayos que tiene la UNI en sus diversas facultades, en donde se pueden producir residuos peligrosos de origen químico (RP). [14]

2.1.3 Servicios que presta.

Se puede mencionar algunos ejemplos ilustrativos sobre los diversos servicios que brindan los laboratorios de la UNI.

Por ejemplo, los laboratorios de química de la UNI ofrecen servicios variados de acuerdo a cada necesidad y la Facultad que los ofrecen, Pudiendo resumir los siguientes:

- * **Facultad de Ingeniería Química y Textil**, el Laboratorio 21 realiza análisis químicos de sustancias, productos, o materias primas, mediante métodos de absorción atómica o espectrofotometría. El Laboratorio de Ingeniería Textil, cuenta con plantas piloto de hilandería (algodón), Tejeduría Plana, Tintura y acabados textiles en general, así como también con el laboratorio de pruebas físicas y químicas, para realizar pruebas de control de calidad textil en general.
- * **Facultad de Ingeniería de Minas**, cuenta con el Laboratorio de Mecánica de Rocas, Laboratorio de Ventilación y Seguridad Minera, Laboratorio de Software Minero, y el Laboratorio de Maquinaria Minera.

- * **Ingeniería Geológica**, cuenta con el Laboratorio de Espectrometría, el Laboratorio de Mineralogía y el Laboratorio de Geología.
Ingeniería Metalúrgica cuenta por su parte con el Laboratorio de Hornos y Combustibles, el Laboratorio de Ensayos Metalúrgicos y el Laboratorio de Ensayos no destructivos.
- * **Facultad de Ingeniería Ambiental**, se puede enumerar:
 - Laboratorio de Ingeniería Sanitaria,
 - Laboratorio de Ingeniería de Higiene y Seguridad Industrial,
 - Laboratorio de Máquinas y Equipos.Asimismo cuentan con el **UNITRAR (Planta de Tratamiento de Aguas Residuales)**, en las que los alumnos realizan prácticas pre-profesionales así como tesis y trabajos de investigación.
- * **Facultad de Petróleo y Petroquímica**, los laboratorios prestan servicios académicos a las dos especialidades, de tal manera que ofrecen sus instalaciones, equipos, así como materiales y, según sea el caso, las metodologías para el desarrollo de las prácticas de laboratorio de los diferentes cursos.
- * **Facultad de Ingeniería del Petróleo**, tiene los siguientes laboratorios:
Laboratorio de Normalización de Petróleo y derivados, Laboratorio de Análisis Núcleos, Laboratorio de Fluidos de Perforación, Laboratorio de PVT – Análisis de muestra de Petróleo de Fondo del Pozo
- * **Facultad de Ingeniería Industrial y Sistemas**, cuenta con un amplio Laboratorio, con modernos equipos que incluyen: pH-metro, balanza analítica, agitadores magnéticos, espectrofotómetro, y demás equipos en material de vidrio.
- * **Facultad de Ciencias**, los laboratorios ponen a disposición del usuario los insumos y otros equipos necesarios para su trabajo de prácticas de laboratorio e investigación y tesis. La Facultad cuenta con los siguientes laboratorios: Óptica y Semiconductores, de Películas Delgadas, de Física General, Física Aplicada, Física Intermedia, Química, Análisis Instrumental.

Cuadro N° 2.1

Relación de los Laboratorios de Química de la UNI

- Laboratorio de Análisis Instrumental -FC
- Laboratorio de Análisis Núcleos - FIP
- Laboratorio de Ensayos de Materiales - FIC
- Laboratorio de Ensayos Metalúrgicos - FIGMM
- Laboratorio de Ensayos no destructivos - FIGMM
- Laboratorio de Espectrometría - FIGMM
- Laboratorio de Geología - FIGMM
- Laboratorio de Hornos y Combustibles - FIGMM
- Laboratorio de Ingeniería de Higiene y Seguridad Industrial - FIA
- Laboratorio de Química General – FIQT
- Laboratorio de Operaciones Unitarias – FIQT
- Laboratorio de Química Orgánica – FIQT
- Laboratorio de Química Inorgánica – FIQT
- Laboratorio de Fisicoquímica – FIQT
- Laboratorio de Corrosión – FIQT
- Laboratorio de Ingeniería Sanitaria - FIA
- Laboratorio de Ingeniería Textil - FIQT
- Laboratorio de Maquinaria Minera - FIGMM
- Laboratorio de Máquinas Térmicas e Hidráulicas - FIM
- Laboratorio de Mecánica de Fluidos - FIC
- Laboratorio de Mecánica de Suelos – FIC.
- Laboratorio de Mineralogía - FIGMM
- Laboratorio de Normalización de Petróleo y Derivados - FIP
- Laboratorio de Películas Delgadas - FC
- Lab. de Proc. de Manufactura, Ensayos Mecánicos y Metrología - FIM
- Laboratorio de PVT - FIP
- Laboratorios de Química - FC
- Laboratorio de Química - FIC
- Laboratorio de Química - FIIS
- Laboratorio de Ventilación y Seguridad Minera - FIGMM
- Laboratorio Nacional de Hidráulica. sito web: <http://www.lnh-uni.org>

Fuente: Elaboración propia.

2.2 Modelos de gestión.

En esta parte se describen brevemente las características de los sistemas de gestión más usados en la actualidad, por diversas instituciones públicas y privadas en el mundo entero.

2.2.1 Norma ISO 14001.

A medida que el fenómeno de globalización crece e influye en el desempeño económico de las empresas e instituciones, en el mundo aumenta la demanda de productos cada vez mejores de empresas que no afecten el medio ambiente; al tiempo que crece la preocupación por mantener y mejorar la calidad ambiental y proteger la salud humana.

Ello obliga a los empresarios a ser más competitivos y hacer las cosas mejor para satisfacer las expectativas de sus clientes, tanto a los que reciben directamente los productos, como la comunidad y el ecosistema en los que desarrollan actividades, aportando al desarrollo sostenible del país.

Muchas organizaciones, algunas con más éxito que otras, toman conciencia de su impacto frente al medio ambiente por lo que asumen un compromiso frente a la gestión ambiental. **[15]**

El sistema de gestión ambiental ISO 14001 es un mecanismo de regulación de la gestión de las organizaciones relacionada con el cumplimiento de la legislación vigente en cuanto a emisiones y vertidos; y el alcance de los objetivos ambientales de la organización. Los sistemas de gestión ambiental están basados en dos principios fundamentales:

1. Programar previamente las situaciones y las actividades.
2. Controlar el cumplimiento de la programación.

Lo que se busca es conseguir la inocuidad de las emisiones y vertidos mediante la adecuación de las instalaciones y de las actividades conseguidas. La primera de ellas mediante un proyecto y un mantenimiento eficiente y la segunda mediante la definición de los procesos a realizar por las personas y la necesidad de que se conviertan en repetibles y mejorables.

El éxito en la implementación de la gestión ambiental en una organización se requieren dos factores que son imprescindibles:

Primero, el compromiso de todo el personal de la organización, desde el nivel más alto y, segundo, disponer de una herramienta de gestión sistemática que interactúe dentro del modelo de gestión empresarial de la organización; como por ejemplo la norma ISO14001.

La Norma ISO14001 proporciona a las organizaciones elementos para un Sistema de Gestión Ambiental que permite lograr y demostrar un desempeño ambiental válido por el control del impacto de sus actividades, productos y servicios sobre el ambiente, tomando en cuenta su política ambiental y sus objetivos.

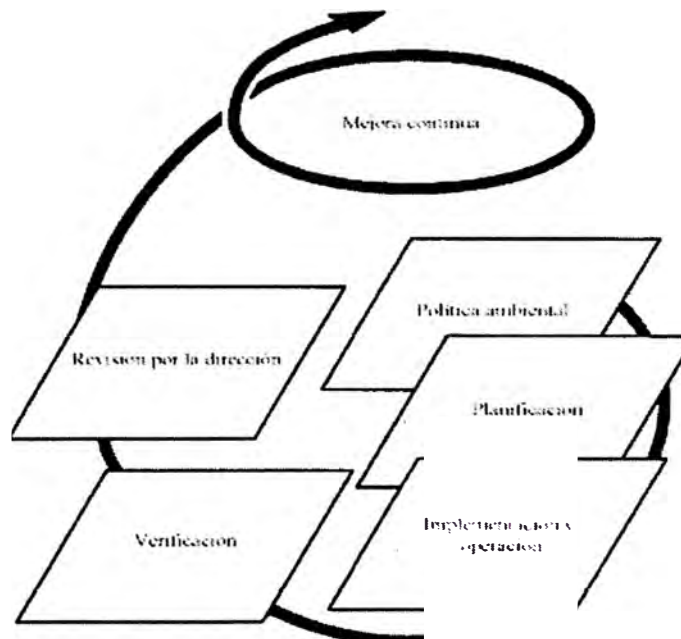
Esta norma fue concebida para ser aplicada en todo tipo y tamaño de organización y para ajustarse a diversas condiciones geográficas, culturales y sociales.

El Sistema de Gestión Ambiental conforme a la norma ISO14001 está orientado a la mejora del desempeño ambiental a través de la prevención, reducción o eliminación de los impactos ambientales y su adhesión por parte de las organizaciones es voluntaria. [16]

En el Grafico N° 2.1 se observa el esquema de la secuencia de la mejora continua para la norma ISO 14001. [17]

Grafico N° 2.1

Esquema de la Mejora continua de la Norma ISO 14001



Fuente: Norma Técnica Internacional, ISO 14001. 2004. [17]

Esta Norma Internacional se basa en la metodología conocida como Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA). La metodología PHVA se puede describir brevemente como:

Planificar: establecer los objetivos y procesos necesarios para conseguir resultados de acuerdo con la política ambiental de la organización.

- Hacer: implementar los procesos.
- Verificar: realizar el seguimiento y la medición de los procesos respecto a la política ambiental, los objetivos, las metas y los requisitos legales y otros requisitos, e informar sobre los resultados.
- Actuar: tomar acciones para mejorar continuamente el desempeño del sistema de gestión ambiental. **[17]**

Un sistema de gestión ambiental será un conjunto de procedimientos que definan la mejor forma de realizar las actividades que sean susceptibles de producir impactos ambientales. Para ello se han establecido ciertos modelos o normas internacionales que regulan las condiciones mínimas que deben cumplir dichos procedimientos, lo cual no significa que dichas condiciones no puedan ser superadas por voluntad de la organización o por exigencias concretas de sus clientes. Existen varios modelos de gestión ambiental, pero el modelo más extendido es la Norma ISO 14001:2004 que en particular busca el logro de los siguientes objetivos:

Identificar y valorar la probabilidad y dimensión de los riesgos a los que se expone la empresa por problemas ambientales.

Valorar que impactos tienen las actividades de la empresa sobre el entorno.

Definir los principios base que tendrán que conducir a la empresa al ajuste de sus responsabilidades ambientales.

Establecer a corto, mediano, largo término objetivos de desempeño ambiental balanceando costes y beneficios.

Valorar los recursos necesarios para conseguir estos objetivos, asignando responsabilidades y estableciendo presupuestos de material, tecnología y personal.

Elaborar procedimientos que aseguren que cada empleado obre de modo que contribuya a minimizar o eliminar el eventual impacto negativo sobre el entorno de la empresa.

Comunicar las responsabilidades e instrucciones a los distintos niveles de la organización y formar a los empleados para una mayor eficiencia.

Medir el desempeño con referencia en los estándares y objetivos establecidos.

Efectuar la comunicación interna y externa de los resultados conseguidos para motivar a todas las personas implicadas hacia mejores resultados. **[17]**

A medida que el fenómeno de globalización crece e influye en el desempeño económico de las empresas e instituciones, en el mundo aumenta la demanda de productos cada vez mejores de empresas que no afecten el medio ambiente; al tiempo que crece la preocupación por mantener y mejorar la calidad ambiental y proteger la salud humana.

Ello obliga a los empresarios a ser más competitivos y hacer las cosas mejor para satisfacer las expectativas de sus clientes, tanto a los que reciben directamente los productos, como la comunidad y el ecosistema en los que desarrollan actividades, aportando al desarrollo sostenible del país. **[18]**

Muchas organizaciones, algunas con más éxito que otras, toman conciencia de su impacto frente al medio ambiente por lo que asumen un compromiso frente a la gestión ambiental.

Debe señalarse que desde la versión del 1996, la ISO 14001, ha sufrido diversos cambios siendo la versión del 2004 la más actualizada y que en cierta forma es una adaptación del texto de la Norma a la realidad de los sistemas certificados por entidades acreditadas. **[18], [19]**

Un resumen de los principales cambios que se aprecian en ISO 14001:2004 son:

- Incluye nuevas definiciones, como auditor, documento, procedimiento, registro, etc.
- Obliga a documentar cuál es el alcance del sistema

- Amplia el concepto de empleado, miembro, etc. a “todas las personas que trabajan para la organización y en nombre de ella.
- Inclusión clara del requisito de “independencia” para la auditoría interna
- Unificación en una única cláusula de Objetivos, Metas y Programas
- Separación en dos cláusulas del “seguimiento y medición”, para dar más énfasis a la “evaluación del cumplimiento legal” (ahora 4.5.2)
- Sólo se hace mención a “procedimientos documentados” en 4.4.6 Control operacional (antes también se decía en 4.5.1)
- Se distingue claramente entre “acción correctiva” y “acción preventiva”
- Se matizan los “elementos de entrada” para la Revisión por la Dirección (4.6) y los resultados.

Finalmente se puede mencionar que estas normas de calidad han ido evolucionando y que su aplicación voluntaria lleva un tiempo de ejecución, pero que a la larga dará un resultado favorable a cualquier actividad institucional. **[16]**

2.2.2 Norma ISO 17025.

La ISO (International Organization for Standardization) ha publicado una serie de normas y guías que son directa e indirectamente relevantes para implantar la calidad en los laboratorios analíticos. En este ámbito específico, los delineamientos quedan definidos en la norma ISO 17025.

La Norma ISO/IEC 17025 establece los requisitos generales relativos a la competencia técnica de los laboratorios de ensayo y calibración y en ella se incorporan todos los requisitos de las normas de la familia ISO 9000 aplicables al alcance de los servicios de ensayo y calibración que forman parte del sistema de gestión de la calidad del laboratorio.

La ISO/IEC 17025 especifica dos categorías diferentes de requisitos. La primera trata sobre los requisitos de gestión incluyendo todos aquellos destinados para: organización, sistema de calidad, compras, acciones correctivas, acciones preventivas, control de registros, auditorías internas y revisiones por la dirección. Los requisitos técnicos abarcan al personal, métodos de ensayo, determinación de incertidumbres de medida, trazabilidad de las medidas y muestreo. **[20]**

2.2.3 Norma OSHA 18001.

La preocupación de las instituciones públicas y privadas por la implementación de sistemas para la gestión de la seguridad y la salud en el trabajo eficaces aumenta día a día. En la prensa se publican continuamente accidentes, algunos graves y otros mortales, que han tenido lugar en el trabajo.

Toda práctica laboral, comporta determinados riesgos, de mayor o menor nivel, y todas las partes implicadas tienen el deber de lograr que ésta se realice sin perjuicio de la seguridad y la salud del trabajador.

Es por esta razón que la preocupación en torno a la seguridad y la salud laboral afecta a todas las organizaciones, independientemente de su tamaño y sector al que pertenecen. En este sentido, por fin se están decidiendo a tomar medidas importantes, tanto para fomentar la seguridad en sus estructuras organizativas e instalaciones, como para cumplir con las obligaciones legales aplicables en estas materias. Por tanto, en la actualidad, la prevención de riesgos laborales se ha convertido en un factor más a tener en cuenta en la gestión diaria de las empresas.

La Norma OHSAS 18000 (Occupational Health and Safety Assessment Series) establece un modelo para la Gestión de la Prevención de los Riesgos Laborales. Fue publicada en 1999 por el BSI (British Standards Institute). Dentro de la norma siempre se habla de OH&S (Occupational Health and Safety) o lo que es lo mismo Salud y Seguridad Laboral.

Esta norma se está convirtiendo en un punto de referencia para todos los países que no disponen (o disponían) de reglamentos específicos de prevención de riesgos así por ejemplo en Alemania ya hace mucho tiempo que hay obligación por parte de la construcción y de las refinerías de pasar determinadas auditorías, por tanto la OHSAS está teniendo una implantación lenta, sin embargo, por ejemplo en los países del este se está tomando como base de la prevención, este mismo criterio se está repitiendo en otros países y además empieza a ser un requisito ya establecido por algunas multinacionales, esto implica que se está convirtiendo en la referencia internacional de prevención de riesgos.

El fin de esta norma consiste en proporcionar a las organizaciones un Sistema de Gestión de la Seguridad y la Salud Ocupacional (OHSMS), que permita identificar y evaluar riesgos laborales desde el punto de vista de requisitos legales y definir la estructura organizativa, las responsabilidades, las funciones, la planificación de las actividades, los procesos, procedimientos, recursos necesarios, registros, etc., que permitan desarrollar una Política de Seguridad y Salud Ocupacional.

Al igual que Norma ISO 9000 e ISO 14000, la Norma OHSAS 18000 también está basada en la mejora continua y utiliza el ciclo Planificar – Hacer – Comprobar – Ajustar (PDCA) para su implementación. En este sentido, se hace compatible con la Gestión de la Calidad y la Gestión Ambiental. **[21]**

Cuando una Empresa quiere demostrar su capacidad en el cumplimiento de requisitos y dentro de una gestión de calidad, busca la certificación en la norma ISO 9001. Cuando lo que quiere demostrar la gestión medioambiental, busca la obtención de la certificación ISO 14001 (existe la verificación EMAS pero no viene al caso ampliar esta información.)

Una vez situados en medio ambiente, sigamos, en el campo medioambiental existe una extensa legislación sin embargo, cuando una empresa quiere demostrar que cumple con los conceptos medioambientales no dice que cumple las leyes (si no lo hace tiene la posibilidad de ser multada) lo que hace es implantar un sistema y certificarlo con la norma ISO 14001, demostrando que puede hablar (y de hecho lo habla) el mismo lenguaje que su cliente le pide.

Lo tratado en el párrafo anterior es trasladable al 100% para la norma OHSAS 18001 sustituyendo medioambiente por seguridad y salud laboral. **[22]**

2.3 Sistema de gestión de residuos peligrosos en laboratorios universitarios a nivel nacional.

La norma técnica peruana NTP 900.058 establece los colores a ser utilizados en los dispositivos de almacenamiento de residuos, con el fin de asegurar la identificación y segregación de los mismos. **[2]**

Según el Boletín informativo sobre productos y residuos peligrosos. En la Facultad de Ingeniería Química de la UNMSM. Se está planeando implementar labores de identificación, selección, segregación y sustitución de residuos químicos peligrosos (RP), así como de elaborar medidas de minimización y sustitución de sustancias químicas peligrosas por otros más inocuos. **[23]**

Como evidencias de ello, en la UNMSM se ha aprobado un reglamento de seguridad de los laboratorios. Que data del 12 de Julio del 2003. Consta de las siguientes partes: **[24]**

Título I: Disposiciones Generales.

Describe de los objetivos del manual, de las definiciones básicas y de las responsabilidades y obligaciones.

Título II: Normas de Trabajo.

Describe la reglas básicas para reducir la exposición, de la protección personal, de las prohibiciones, del mantenimiento y del la manipulación y almacenaje de reactivos, dando énfasis a la obligatoriedad de que lleven una etiqueta y la hoja de datos de seguridad, entre otros disposiciones.

Título III: Riesgos Potenciales.

Describe las acciones preventivas y correctivas a realizar en casos de quemaduras y cortes, derrames de sustancias químicas, intoxicaciones y otras emergencias.

Título IV: Instalaciones.

Esta parte describe sobre la distribución de la instalaciones, el orden, la limpieza, mantenimiento de señales operaciones de los equipos y primeros auxilios incluyendo el uso de un botiquín de primeros auxilios.

Anexos I: Guantes de seguridad.

Anexos II a: Símbolos de Peligro, Pictogramas.

Anexos II b: Símbolos de Peligro, Contenedores.

Anexos III: Extintores.

Anexos IV: Directorio para emergencias.

Debe señalarse que este es un paso importante para el desarrollo de medidas de protección pero que no son en realidad un manejo de los sistemas de gestión de residuos peligrosos. Pues en este reglamento no se menciona como segregar, tratar o disponer de manera adecuada los RP para evitar la contaminación al medio ambiente.

Existen además publicaciones, que han tomado esta problemática para darle al menos un desarrollo teórico, tenemos el caso de un artículo sobre gestión de residuos en los laboratorios de Química de la UNMSM [25]. Donde se recomienda que toda institución educativa superior que opere laboratorios de química deba elaborar e implementar un plan de gestión de residuos peligrosos adecuado a sus necesidades. Además, debe contar con una bolsa de residuos que le permita el reutilizar algunos materiales y así minimizar su disposición final. Una descripción somera de su contenido sería la siguiente:

1. Introducción.
2. Origen de los residuos peligrosos. Sugerencias para desarrollar un plan de gestión de RP, como son: la reducción, rotulación y sobre todo la sustitución de reactivos tóxicos por otros inocuos.
3. Plan de manejo de RP, como es el inventario, identificación de áreas críticas, revisión de métodos, materiales y equipos, elaboración de un Plan de Manejo Preliminar, para luego proceder a su implementación.
4. Bolsa de residuos.
5. Costos entre un reactivo y un residuo químico.
6. Formas sugeridas de tratamiento y desactivación de RP.
7. Sugerencias para la minimización en cantidad y peligrosidad de los RP.
8. Empleo de simulación de computadora para las prácticas de laboratorio.
9. Empleo de un diagrama ecológico para determinar las rutas de un proceso químico por donde se producen los RP.

En el SENATI se cuenta con un plan de recojo de residuos, para sus diversas unidades, y cuentan con la certificación ISO 9001 y 14001. [26]

Esta labor se inicio desde el 2001, mediante la formación de un equipo de trabajo, el cual presento en octubre de ese año su plan de gestión ambiental. Teniendo entre sus principales directrices el modelo de la Norma ISO 9001: 200 para el control de documentos y la Norma ISO 14001: 1996.

Varios de sus objetivos principales, eran el enriquecimiento ambiental de las currículas, en todas sus unidades operativas, la prevención de la contaminación, el desarrollo de buenas prácticas ambientales, para alcanzar la competencia técnica. Las acciones a efectuar, fueron una intensa campaña de difusión y sensibilización, vía conferencias, charlas, material impreso y capacitación a los instructores. Pasando luego a la acción, mediante la recolección de sustancias peligrosas, como los aceites usados, reciclaje de materiales como papel, cartón y botellas, uso racional de la luz y del agua y un manejo adecuado de las sustancias químicas peligrosas. Además, en las hojas de programación de la enseñanza, se incluye una columna de seguridad e higiene industrial ambiental, que incluye la protección personal, reciclaje y tratamiento de los aceites de desecho, como ejemplo.

Como parte adicional, tienen la señalización adecuada, el uso de equipos de protección personal al manipular sustancias químicas y han elaborado manuales relacionados con el control ambiental y disposición de RP. En las Figuras N° 2.1 y 2.4 se muestran los ejemplos de implementación de dichas medidas.

Figura N° 2.1



**Disposición del aceite usado y posterior recojo y tratamiento por la
EPS – RS “Lubricantes Marte” SENATI.**

Fuente: Sistema de Gestión Ambiental del SENATI. [26]

Figura N° 2.2

Manipulación de sustancias químicas peligrosas – SENATI.

Fuente: Sistema de Gestión Ambiental del SENATI. [26]

Su sistema integrado, tiene la certificación ISO 9001 y 14001 la cual está en permanente revisión según los principios de la mejora continua. [26].

Finalmente, debemos señalar un estudio realizado en la Universidad nacional Federico Villareal, [27]. Sobre los sistemas de gestión ambiental ISO 14001 en Instalaciones educativas de Nivel superior del Perú.

En este estudio describe que realizaron encuestas en las facultades de Ingeniería de 16 Universidades y 11 Institutos superiores en Lima y otras regiones. Siendo 20 en Lima y las otras 7 en provincias, estas últimas vía correo electrónico. Dirigida a Docentes y alumnos del 4º y 5º año de estudios. De los resultados de esta encuesta se encontró que ninguna cuenta con la ISO 14001 solo el 60 % de estas universidades ha realizado alguna capacitación sobre el uso de esta norma 2 o 3 veces al año y que el 50 % no ha realizado ningún tipo de capacitación al respecto.

Además se encontró que la mayoría conoce a la ISO 9001, pero a la ISO 14001 se le conoce medianamente, y en el caso de la OHSAS solo las conocen en un 20%.

Entre sus conclusiones más importantes destaca, que se debería adoptar el modelo de gestión del SENATI, para lograr certificación del ISO 14001. Siempre y cuando las instituciones definan una Política ambiental, produzcan la capacitación adecuada, la adecuación de la currícula a temas ambientales, de seguridad y de protección personal y lograr la mitigación de los focos de contaminación. [27]

2.4 Sistema de gestión de residuos peligrosos en laboratorios universitarios a nivel internacional.

Se tiene como ejemplo que en la Cátedra de Química Analítica I, de la Facultad de Agroindustrias dependiente de la Universidad Nacional del Noroeste UNNE, se pretende elaborar y validar un Manual de Gestión de los Residuos Químicos, que identifique los residuos generados habitualmente en los laboratorios químicos desde la práctica diaria; documentando los procedimientos y observaciones para la minimización, eliminación y reducción de los residuos generados, almacenados o descargados y para el tratamiento de los residuos peligrosos de origen químico, según la normativa vigente. **(1)**

Es por ello que durante el año 2005, utilizando la estrategia de Aula-Taller se confeccionó una Guía o primera versión del Manual sobre Manejo de Residuos en la Facultad de Agroindustria de la UNNE. La misma reúne la información actualizada sobre los aspectos legales y la reglamentación del manejo, almacenamiento y eliminación de los productos químicos utilizados en los laboratorios, conteniendo además, procedimientos sencillos para la gestión de los mismos. **(1)**

Esta guía intenta proveer instrucciones en el manejo de residuos en el laboratorio de Química Analítica I que será implementado con los alumnos que cursarán regularmente la asignatura en el primer cuatrimestre del año 2006, de manera de analizar las posibles modificaciones que fueran necesarias, para la redacción definitiva del Manual de Gestión de Residuos Peligrosos a aplicar en la Cátedra. **(1)**

También se ha propuesto una gestión y manejo de residuos químicos en el laboratorio de la UNNE, como una forma de prevenir la contaminación del medio ambiente. Esta labor cuenta con el apoyo de un grupo de docentes y de ayudantes alumnos, primero recopilando información, luego se estructurara una versión inicial del manual de gestión, para luego ser revisada y corregida y finalmente se le dará una revisión final antes de ser imprimida y aplicada. **[28]**

Debe hacerse notar que este plan es inicialmente teórico para luego proceder a su implementación y que no indica si usaran criterios propios o se basaran

en algún sistema de gestión como el caso del SENATI. Además, este manual es un proyecto que está en vías de implementación.

En otro caso, se sabe que La Universidad de Concepción plantea el desarrollo de un Plan de Manejo de Residuos Peligrosos de acuerdo a la generación de residuos peligrosos originados en sus actividades de docencia e investigación. **[29]**

Dentro de sus objetivos se tiene: identificar las actividades que se desarrollan, sus flujos de materiales e identificación de los puntos en que se generan residuos peligrosos, identificar las características de estos y estimar la cantidad anual de cada uno de ellos, analizar las alternativas de minimización de la generación de residuos peligrosos y justificar las medidas seleccionadas.

Este plan de manejo consta de las siguientes partes: descripción de las actividades de la empresa e identificación de unidades generadoras, identificación de las características de peligrosidad y estimación de la tasa anual de generación, alternativas de minimización, procedimiento interno para el manejo integral de residuos peligrosos, definición del perfil profesional o técnico responsable de la supervisión y operación del plan, definición de equipos, rutas y señalizaciones para el manejo interno, hojas de seguridad de transporte, capacitación al personal relacionado al manejo de residuos peligrosos, plan de contingencia, identificación de los procesos de eliminación a que serán sometidos los residuos y sistema de registro de los residuos peligrosos. **[29]**

En otro caso similar, se busca establecer un programa de manejo integral de los residuos peligrosos generados en los diferentes laboratorios de la UADY, de acuerdo a la normatividad vigente, o sea, lograr que todos los laboratorios dispongan de una metodología efectiva y estandarizada para la separación, almacenamiento, tratamiento y destino final de los RP que generen y que permita su total desactivación, recuperación y destrucción in situ, o bien, su eliminación por medio de terceros. **[4]**

Mencionando otro caso, la Universidad de Sevilla – España, posee desde 1993, un programa propio de gestión de residuos peligrosos generados en los laboratorios, talleres o cualquier otra dependencia de la misma. **[30]**

Este manual básico ha sido modificado en varias ocasiones con objeto de acomodar las necesidades de las personas que producen residuos a las posibilidades de gestión que la Universidad puede ofrecer. Esta última modificación data del 2005 y recoge los últimos acontecimientos relacionados en la gestión de los residuos que se producen. **[30]**

El ámbito de aplicación de este manual básico abarca única y exclusivamente a residuos peligrosos líquidos, sólidos y gaseosos contenidos en recipientes. No incluye residuos radiactivos ni municipales comunes.

Según este manual, la base esencial de la gestión de una sustancia o material que se considera un residuo peligroso es la segregación adecuada del mismo, la identificación inequívoca y el envasado en condiciones adecuadas. Normalmente los laboratorios son lugares de trabajo donde los procesos que se desarrollan deben estar muy bien controlados.

El sistema de gestión de residuos de la Universidad es bastante flexible y permite eliminar sin problemas la inmensa mayor parte de las sustancias que se producen. De cualquier forma es un requisito imprescindible la colaboración por parte de los productores de los residuos para resolver cualquier posible situación conflictiva que se pueda plantear. **[30]**

También en la universidad de Jaén – España. Se ha desarrollado un sistema de tratamiento de residuos peligrosos producidos en sus laboratorios. **[31]**

El tratamiento básico consiste en su reutilización y/o reciclaje. Seguido de un pre – tratamiento. Para luego seguir con un tratamiento específico que puede ser: físico: químico, biológico o térmicos. El tipo de este tratamiento dependerá de la naturaleza del residuo y su volumen. Terminado esta etapa se logra: minimizar y/o reciclar los residuos o adecuarlos para su encapsulamiento y su disposición final.

Finalmente se puede mencionar que en la Universidad de Sevilla España, en la Facultad de Farmacia en el área de Toxicología se ofrecen cursos de capacitación en Seguridad química, esto nos lleva a pensar que en la UNI se podría, incluir en las carreras de ingeniería, capítulos dentro de los cursos de química, que enseñen conceptos de seguridad y protección del medio ambiente, evaluación de la toxicidad y peligrosidad de las sustancias, Residuos tóxicos y peligrosos, Eliminación de residuos peligrosos, La gestión de los Residuos en los Laboratorios Universitarios y de Investigación. **[32]**

2.5 Marco Legal.

Aquí se enumera la principal normativa que sustenta el presente trabajo. Un comentario más profundo se realiza en el Anexo N° VIII en los procedimientos del sistema de Gestión.

2.5.1 Normativa Nacional.

- Ley General del Ambiente. Ley N° 18611. 15 de Oct. del 2005. **[33]**
- Ley General de Salud N° 26842 del 20 de Julio de 1997. **[34]**
- Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental. Ley N° LEY N° 28245, del 4 Junio del 2004. **[35]**
- Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Gestión Ambiental. D.S. N° 008 – 2005 – PCM. Del 25 de Enero del 2005. **[36]**
- Ley General de Residuos Sólidos N° 27314 del 12 – 10 -- 2000, el Art 3° establece los lineamientos a seguir para lograr un manejo integral y sostenible de los residuos sólidos. El Art 4° establece los lineamientos de políticas, que fomentan el reaprovechamiento y reciclaje de dichos residuos. **[37]**
- Reglamento de la Ley 27314 de Manejo de Residuos sólidos, mediante D.S. 057 – 2004 – PCM (Presidencia del Consejo de Ministros). Título IV Art 54° obliga al generador de aprovechar técnicas de minimización y reaprovechamiento de los residuos sólidos. **[38]**
- Ley 28256, 18–06–2004 Que Regula el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos. Art. 2° comprende el tratamiento y reciclaje de residuos. **[39]**
- D.S N° 039-93-PCM Prevención y Control del Cáncer Profesional. Habla sobre las medidas a tomar para garantizar la salud de los trabajadores que se exponen a sustancias tóxicas y probablemente cancerígenas. **[40]**
- Ley de la Modernización de la Seguridad Social. Ley 26790. Congreso de la República. 17 Mayo de 1997. **[41]**
- Norma Técnica de Salud que establece el Listado de enfermedades profesionales. NTS N° 068 – MINSA /DGSP. 14 Julio del 2008. **[42]**
- Normas Técnicas de Seguro Complementario en trabajo de Riesgo. D.S. N° 003 – 98 –SA. 13 Abril de 1998. **[43]**

- RM N° 511-2004/ Ministerio de Salud MINSA Aprueban la “Ficha Única de Aviso de Accidentes de Trabajo” y su instructivo anexo, 19 de Mayo del 2004. [44]
- R.M. N° 510-2005 / MINSA Manual de Salud Ocupacional. [45]
- Ley General de Aguas, Decreto Ley N° 17752. 24 – 07 – 1969. [46]
- Reglamento de calidad de Agua de consumo Humano – Perú. Superintendencia Nacional De Servicios De Saneamiento, SUNASS. Intendencia de Normas y Fiscalización, Laboratorio de Referencia y Control. 2 de Agosto de 1995. [47]

2.5.2 Normativa Internacional.

- **Convenio de Viena**, para la Protección de la Capa de Ozono. Suscrito el 22 de Marzo de 1985, surge como un resultado de la preocupación de los diversos países que conforman la ONU ante el creciente peligro que genera el adelgazamiento de la capa de ozono. Se puede resumir que entre sus artículos se hace mención a la búsqueda de tecnologías alternativas para reducir y evitar las emisiones de gases que alteren el ozono (Art. 3), de la Cooperación jurídica, científica y tecnológica, con el fin de facilitar las tecnologías, equipo, investigación y formación del personal en todo tipo de tecnologías alternativas más limpias. (Atr. 4), de la transmisión e intercambio de información (Atr. 5). También contempla aspectos de la firma, ratificación o aceptación, adhesión y entrada en vigor de este convenio entre los países involucrados.

Además, en su anexo 4 da información técnica sobre las sustancias cloradas como el CCl_4 cuyo origen es netamente antropogénico y que es un gran generador de CIO el cual es el agente destructor de la capa de ozono, especialmente entre los 30 y 50 Km. de altitud. [48]

- **Protocolo de Montreal**, relativo a las Sustancias que agotan la capa de ozono. Fue suscrito el 16 de Setiembre de 1987, en donde se hacen precisiones sobre las reducciones obligatorias que se deben hacer a los diversos gases de efecto nocivo a la capa de ozono. Como el CCl_4 , mencionado en el Art. 2D que indica que a partir del 1° de Enero de 1995 el consumo del CCl_4 debe ser menor al 15 % del consumo del año 1989. Además, a partir del 1° de Enero del año

1996, el nivel de consumo del CCl_4 deberá ser cero en todos los casos. [10]

- **Protocolo de Kyoto.** Suscrito el 9 de Mayo de 1992. En resumen indica diversas pautas para tomar medidas en contra del cambio climático y lograr una reducción de los gases de efecto invernadero: CO_2 , CH_4 , etc. Mediante el uso de tecnologías más limpias, bonos de carbono, reforestación, uso de fuentes renovables de energía, sumideros, secuestro de CO_2 , además del uso de instrumentos de mercado y de tecnologías ecológicamente racionales. En general busca interesar a los diversos países en el concepto del desarrollo sostenible y el uso de tecnologías más limpias. (Art 12) [49]
- Podemos citar otros ejemplos, como el que realiza el **Departamento de Manejo y Control de Residuos. Facultad de Ciencias Químicas.** Universidad Autónoma de Nuevo León, México. Que plantea un sistema de Manejo Integral de Residuos y sus Aspectos Normativos. [50]

En esta labor se buscan los siguientes objetivos:

- * Evitar problemas de contaminación del suelo, agua y aire.
- * Optimizar el uso de los recursos mediante el reciclado.
- * Mejorar imagen de las ciudades.
- * Organizar y controlar la recolección informal de los residuos.

Normatividad vigente en materia de Residuos Peligrosos.

Ley General del Equilibrio Ecológico y de Protección al Ambiente (LGEEPA)

- * Reglamento de la LGEEPA en materia de residuos peligrosos (publicado el 25 de Nov. 1988) donde se establece que deben hacer los generadores de residuos peligrosos: Almacenaje, Manejo y recolección, Transporte, Sitios de disposición, Procedimientos para exportar o importar, Medidas de control, seguridad y sanciones.

- * Normas Oficiales Mexicanas (Diario Oficial de la Federación)

La disposición final se realiza mediante la contratación de una empresa especializada y autorizada para el transporte y recolección. Lo anterior se realiza mediante el llenado de un manifiesto (formato)

según lo marca el Reglamento de la LGEEPA en materia de Residuos Peligrosos.

Para el etiquetado de sus contenedores se debe tener en cuenta este código:

Colector A: Soluciones salinas de pH 6-8, sales, ácidos y bases orgánicas.

Colector B: sólidos inorgánicos, sales inorgánicas.

Colector C: Tóxicos e inflamables, aminas, solventes orgánicos halogenados.

Colector D: Tóxicos e inflamables, aminas, solventes orgánicos no halogenados.

Colector E orgánico: Muy tóxico, cancerígeno, orgánico.

Colector E inorgánico: Muy tóxico, cancerígeno, inorgánico.

Colector F: Sales de metales preciosos.

Colector G: Combinaciones orgánicas sólidas.

Colector H: Oxidantes.

Colector de residuos de cianuro.

Colector de colorantes y lugol.

- Finalmente podemos mencionar el **Proyecto de Seguridad e Higiene del Laboratorio**. Departamento de Química, Tecnológico de Monterrey, México. Donde podemos resumir los siguientes puntos:

[51]

Obedecer las normas de sentido común. Antes de iniciar una operación experimental, se debe conocer las Normas de Seguridad y procedimientos que se apliquen al proceso experimental a realizar y de las sustancias química involucradas en éste.

Conocer la localización y el funcionamiento del equipo de emergencia.

Si se deja una operación sin atender por un período de tiempo, dejar las luces del laboratorio encendidas, dejar una nota y tomar las precauciones necesarias mientras se está ausente.

Notificar inmediatamente al maestro o supervisor si hubo algún accidente (salpicadura de alguna sustancia, quemadura, cortada, etc., para su pronta atención.

No jugar, fumar ni comer en el laboratorio.

Sobre la optimización de residuos de los experimentos realizados en el laboratorio, es decir conocer el método más óptimo para desechar adecuadamente los residuos resultantes de los experimentos realizados. Se necesita planear en qué forma se tratarán todas las sustancias de desecho. Este plan de optimización de residuos de desecho debe estar en el diario, específicamente indicado en el Diagrama de Flujo, con el resto del proceso experimental del experimento.

En los laboratorios se encontró que era una oportunidad óptima para que el estudiante se interese del problema de los residuos tóxicos en un proceso o síntesis química y desarrolle la capacidad de identificarlo y tratarlo o en determinado momento conocer el sistema de disponer de estos residuos.

Las sugerencias generales van a estar en clave como se muestra en la Tabla N° 2.1:

Tabla N° 2.1

Sugerencias Generales para el Laboratorio.

Clave	Significado
D	Diluir y tirar en el drenaje
DH	Lavar con el solvente adecuado y deshidratar con calor
RC	Reciclar
DE	Destilar
N	Neutralizar y proseguir con D
E	Entregar a su profesor
F	Recipiente especificado
T	Tirar al bote de basura

Fuente: Proyecto de Seguridad e Higiene del Laboratorio. [51]

Los materiales de desecho pueden ser divididos en 5 categorías: sólidos no peligrosos, materiales solubles en agua que son conocidos como no peligrosos; los desechos que están claramente establecidos como peligrosos; materiales orgánicos halogenados y orgánicos no halogenados. Los métodos de desecho y precauciones difieren por el tipo de material. Siempre consulte con su maestro para conocer las direcciones específicas o diferentes de sustancias específicas.

CAPITULO III

OBJETIVO DEL ESTUDIO

3.1 Objetivo.

3.1.1 General.

Implementar un modelo de Gestión en aspectos ambientales para la Facultad de Ingeniería Civil de la UNI. A fin de promover la minimización del vertido de los residuos peligrosos producidos en el Laboratorio de Química FIC – UNI.

3.1.2. Especifico.

- * Implementar un sistema de gestión de residuos peligrosos, para reducir y/o eliminar los niveles de contaminación producidos en el Laboratorio de Química FIC – UNI.
- * Caracterizar los niveles de contaminación por plomo, cromo (VI) y otras sustancias que son vertidas al drenaje, antes y después de la aplicación del sistema de gestión de residuos peligrosos.

3.2 Hipótesis.

La implementación de un sistema de gestión de residuos peligrosos del Laboratorio, evitará y/o reducirá la contaminación al medio ambiente y los riesgos a la salud de los alumnos, docentes y trabajadores, debido a la exposición de estas sustancias tóxicas.

3.3 Variables.

Independiente.

- Sistema de gestión para el manejo de residuos peligrosos en el Laboratorio de Química.

Dependiente.

- Niveles de concentración de los contaminantes producidos en el Laboratorio.

Indicadores.

- Volumen y concentración de los residuos producidos vertidos.

El Laboratorio de Química genera diversos tipos de residuos, los cuales al mezclarse generan una gran cantidad de variantes. De los cuales se puede enumerar:

Sólidos: sales de plomo: yoduro de plomo, sulfato de plomo, cromo: dicromato de potasio, cromato de potasio, etc.

Líquidos: soluciones de nitrato de plomo, dicromato de potasio, cromato de potasio, nitrato de plata, tetracloruro de carbono, ácido clorhídrico., difenilamina, ácido sulfúrico, etc.

Gaseosos: vapores de HCl concentrado, amoníaco concentrado, cloruro de amonio, tetracloruro de carbono.

Debido a la complejidad de evaluar esta mezcla. Se prefiere mencionar las características de algunos de estos residuos, que resultan significativos debido a su mayor impacto en la salud y al medio ambiente. Estas son las sales de plomo, cromo y el tetracloruro de carbono. Se eligen estos compuestos debido a que se ha estudiado previamente sus efectos nocivos.

[5], [6], [7]

En el Cuadro N° 3.1 se resumen las concentraciones promedio de los principales residuos que se eliminan en las prácticas de laboratorio de química.

CUADRO N° 3.1

Tipos y concentraciones promedio de los residuos del Laboratorio

Compuesto	Cantidad por grupo mL	Concentración ppm
Cr⁺⁶	5	29400
Pb⁺²	8	700
CCl₄	5	1590

Fuente: elaboración propia.

CAPITULO IV

MATERIALES Y METODOS

El trabajo es de carácter descriptivo y aplicativo.

Se procedió a la implementación del sistema de gestión de residuos en dos etapas: primero se genera un diagnóstico de la situación en el Laboratorio de Química de la FIC (etapa piloto) y en la segunda parte se procede a la implementación de la propuesta de gestión (etapa de implementación).

4.1 Etapa piloto.

Inicialmente, la gestión de residuos se aplica solo a una sección del laboratorio del curso de química, como modelo piloto. El objetivo es poner en práctica, en una etapa de ensayo, los métodos diseñados para el recojo de los residuos peligrosos de origen químico, detectar no conformidades y poner en práctica las acciones correctivas.

El plan piloto de recojo de residuos, está basado en la segregación de los residuos desde el inicio. Se realiza en una sección que tengo a mi cargo como profesor responsable de la práctica de laboratorio, para informar y supervisar a los alumnos como efectuar el recojo de los residuos peligrosos. Durante la práctica se evalúa y toma nota de cualquier deficiencia, no conformidad o problema encontrado y se plantean y ejecutan las acciones correctivas necesarias. Además se anota el volumen y concentración de los residuos recolectados, para estimar inicialmente, el volumen que se genera en todas las secciones por ciclo.

4.1.1 Encuestas técnicas de opinión.

Se realizan con la finalidad de evaluar el nivel de conocimiento y participación de los docentes y alumnos en las mejoras implementadas.

4.1.1.1 Encuesta técnica dirigida a alumnos.

Se realizó al final del ciclo, al terminar el último laboratorio, con la finalidad de evaluar el impacto obtenido en el alumno sobre los métodos aplicados para la gestión de residuos peligrosos y sobre la protección personal. Además recoge las **opiniones** del alumno, con el objeto de hacer más **participativa** la propuesta en la aplicación de futuras mejoras. La encuesta se tomó a 2 secciones distintas: el grupo piloto a mi cargo y otra sección testigo donde no se efectuó aún ninguna medida. El resumen de estas encuestas, se aprecian en el Capítulo V

Tabla N° 5.1, presentándose además los resultados en los Gráficos N° II.1 y N° II.2 del Anexo N° II, para mejor comprensión y análisis.

4.1.1.2 Encuesta técnica dirigida a los docentes.

Los criterios son similares a las de los alumnos, con la diferencia que los docentes, deben mostrar su nivel de conocimiento y aceptación en asuntos ambientales, seguridad del laboratorio, protección personal y en la adecuada disposición de residuos.

También en esta encuesta se recoge las opiniones personales sobre los criterios indicados anteriormente y así conocer el nivel y tipo de compromiso del docente en temas tan importantes como el de la protección de la salud y del medio ambiente.

Los resultados de esta encuesta se aprecian en el Capítulo N° V Tabla N° 5.2 y en el Gráfico N° II.3 del Anexo N° II.

4.2 Etapa de implementación.

Recogida y evaluada la información de la etapa piloto, se procedió a la implementación del sistema de gestión de residuos peligrosos en el laboratorio. Esta implementación tuvo las siguientes etapas:

4.2.1 Charla Informativa.

Dirigida inicialmente a los alumnos, usuarios del laboratorio de química, docentes del curso y empleados de apoyo.

4.2.2 Encuesta de opinión inicial.

Se realiza al inicio de ciclo, para medir el nivel de conocimiento del alumno sobre asuntos del medio ambiente, de las normas de seguridad, de protección personal y disposición de residuos peligrosos.

Se toman dos encuestas, antes y después de la charla informativa, con la finalidad de medir el impacto y asimilación de los criterios expuestos en la charla, estos aspectos son: Medio ambiente, salud, seguridad, protección personal y recojo de residuos peligrosos. Los resultados se aprecian en el Capítulo N° V Tabla N° 5.3 y gráfico N° II.4 y N° II.6 del Anexo N° II.

4.2.3 Ejecución del sistema de gestión.

Consiste en proveer inicialmente del equipo de seguridad mínimo para el alumno, como es los guantes de protección y para los docentes se les entrega un equipo de protección más completo, como es: guantes,

lentes de seguridad y mascara con filtro químico. Se le informa al alumno por escrito, que es obligatorio su uso durante todas las prácticas de laboratorio y es de su responsabilidad el cuidado y empleo de los guantes de seguridad.

En todos los laboratorios se le indica al alumno el modo de disponer convenientemente los residuos peligrosos generados en cada práctica. Para esto se colocan en una sección especial del laboratorio la señalización respectiva y se cuenta con el apoyo de cada profesor responsable, del Jefe de Laboratorio y el ayudante respectivo.

De manera adicional se cuenta con material didáctico elaborado como: separatas del manual de procedimientos para el recojo de los residuos peligrosos del laboratorio, gigantografías con explicaciones del mismo y asesoría vía Internet. La descripción de los resultados se describe en el Capítulo V de este trabajo.

4.2.4 Evaluación del sistema.

Durante el semestre y al final del ciclo académico se anotaron los hechos más saltantes ocurridos, se evaluó lo actuado y se propuso las acciones correctivas para ir mejorando continuamente el sistema de gestión de residuos implementado.

También se anotan las incidencias más significativas que puedan usarse como referencias futuras, en los archivos correspondientes.

Un resumen de esta evaluación se aprecia en el Cuadro N° 5.1.

4.2.5 Encuesta de opinión final.

Terminado el último laboratorio del ciclo se realizó otra encuesta de opinión a los alumnos, la cual es más extensa y detallada, con el fin de conocer el impacto alcanzado, el grado de aceptación, compromiso, interés y participación del alumno en los criterios de salud, protección personal, seguridad y manejo de los residuos peligrosos.

El resumen de estas encuestas, están en el Capítulo N° V Tabla N° 5.4 y los Gráficos N° II.5 y N° II.7 del Anexo N° II. También se puede apreciar en el Cuadro N° 5.2 el resumen de las opiniones más notorias y valiosas del alumno, dadas en estas encuestas. Debe notarse que los resultados engloban a los semestres 2008 – 1 y 2008 – 2, de esa manera se tendrá una mayor base de comparación por la variedad de

datos obtenidos y poder obtener una mejor forma de evaluar el sistema implementado.

4.2.6 Charla informativa a los padres de los alumnos.

Con la finalidad de informar y lograr un nivel de compromiso y aceptación de las medidas de gestión implementadas, se realizan charlas con los padres de familia, al menos dos veces por ciclo:

- Al inicio, para informar a los padres sobre los aspectos de seguridad y protección a la salud y al medio ambiente, que se van a cubrir.
- Al final del ciclo, para informar los avances y logros obtenidos de la aplicación del sistema de gestión de residuos y de la protección personal de los alumnos.

Finalmente en el Anexo N° III se exponen los resultados más importantes de las acciones realizadas en este proceso de implementación del sistema de gestión de residuos peligrosos generados en el laboratorio de química. También se registran de forma gráfica (fotos Anexo N° V) las etapas piloto y de implementación.

CAPITULO V

RESULTADOS OBTENIDOS

5.1 Diagnostico sobre la gestión de residuos en el Laboratorio de Química.

5.1.1 El Laboratorio de Química – FIC.

El laboratorio tiene tres áreas: Prácticas de laboratorio, Análisis químicos, servicio de apoyo a la investigación en asesoría y tesis.

5.1.1.1 Finalidad.

El Laboratorio de Química es un órgano de apoyo a las diferentes dependencias y órganos de línea de la Facultad de Ingeniería Civil de la UNI.

5.1.1.2 Ubicación.

El Laboratorio de Química se encuentra situado en el primer nivel del pabellón G4 de la Facultad de Ingeniería Civil de la UNI, tiene el código G4 – 082. En el Gráfico N° 5.1 se aprecia un plano sencillo de ubicación y en el Gráfico N° 5.2 la distribución aproximada del ambiente del Laboratorio de Química

5.1.2 Descripción de las actividades que realiza.

Se resumen las siguientes actividades:

5.1.2.1 Apoyo a la parte académica.

Se ofrece la parte experimental para el curso de Química CB – 109 que se dicta en la Facultad de Ingeniería Civil en antegrado. Aquí se desarrollan diversos laboratorios que refuerzan la parte teórica impartida en las aulas a los alumnos del primer ciclo de civiles.

Las prácticas de laboratorio son: operaciones fundamentales, estequiometría, gases, estudio del agua, solubilidad de sales, electroquímica y corrosión y química del cemento.

5.1.2.2 Apoyo al la investigación.

También se ofrece servicio para realizar algún trabajo de investigación o con la finalidad de realizar una tesis sea de antegrado o de post grado.

5.1.2.3 Servicios a terceros.

Consiste en realizar análisis químicos para determinar la calidad de los agregados y del agua usada en diversas obras civiles, además se realizan estas pruebas en concreto, ladrillo u otro material usado en construcción.

Estos servicios a terceros se ofrecen para personas naturales o jurídicas tanto dentro como fuera del Campus universitario. Los análisis más frecuentes se efectúan a muestras de agua, suelos, concreto, agregados finos y gruesos. Mayormente están dirigidos a empresas constructoras y particulares. Se realizan análisis de sulfatos, cloruros, sales solubles, sólidos suspendidos, pH, materia orgánica, alcalinidad, carbón y lignito y resistencia a los álcalis (para sólidos), entre otros.

5.1.3 Evaluaciones participativas.

En esta parte se muestran los resultados de las encuestas de opinión descritas en el capítulo N° IV. Estas se resumen en las Tablas desde el N° 5.1 al N° 5.4 y en el Anexo N° II se detallan en diagramas pastel los resultados obtenidos.

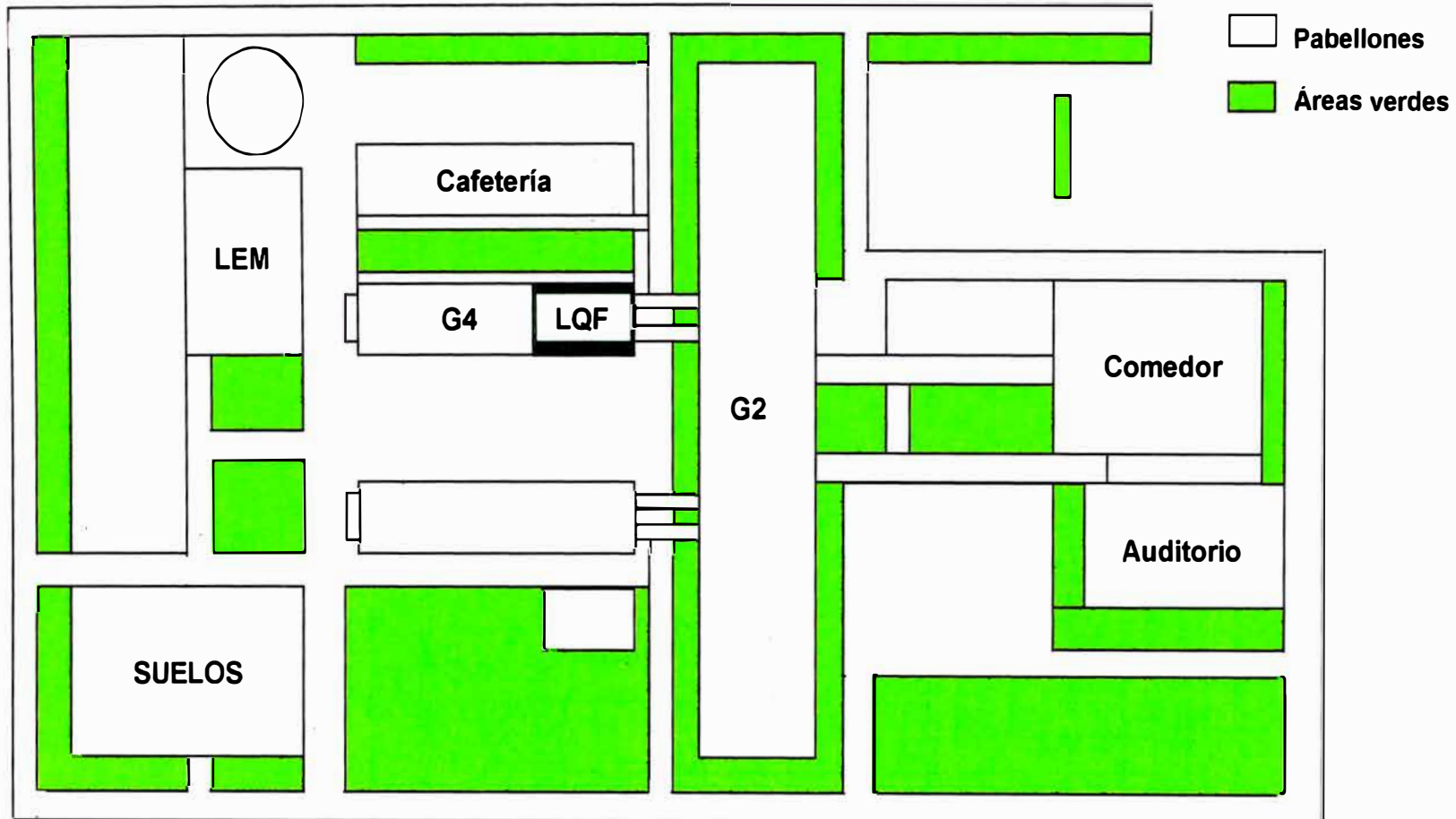
También se describen los aspectos más saltantes y acciones tomadas durante la fase de implementación del sistema de Gestión de RP en el Cuadros N° 5.1 y en el Cuadro N° 5.2 se resume las opiniones más notorias dadas por los alumnos durante la fase de implementación.

5.1.4 Estimación de cantidad de residuos producidos.

Con los datos básicos de los residuos obtenidos en la etapa piloto descrita en el Capítulo N° IV, se estimó la cantidad de residuos químicos obtenidos en cada ciclo académico, esto se resume en el Cuadro N° 5.3 además en el Anexo N° IV en el Diagrama N° IV.1 se muestran los diagramas de flujo de los Laboratorios con los experimentos involucrados y en la Tabla N° IV.1 del mismo anexo, las reacciones químicas producidas en estos procesos. Así se determinan las fuentes de emisión de los residuos peligrosos de origen químico: sólidos, líquidos y gaseosos. Con esos datos se determinan los aspectos ambientales más significativos que generan contaminación lo que se muestra en el Anexo N° IV en los cuadros de identificación de aspectos ambientales y determinación de impactos ambientales y con todo ello se procede a implementar el sistema de gestión de residuos correspondiente.

Grafico N° 5.1

Plano de ubicación del Laboratorio de Química – Facultad de Ingeniería Civil.

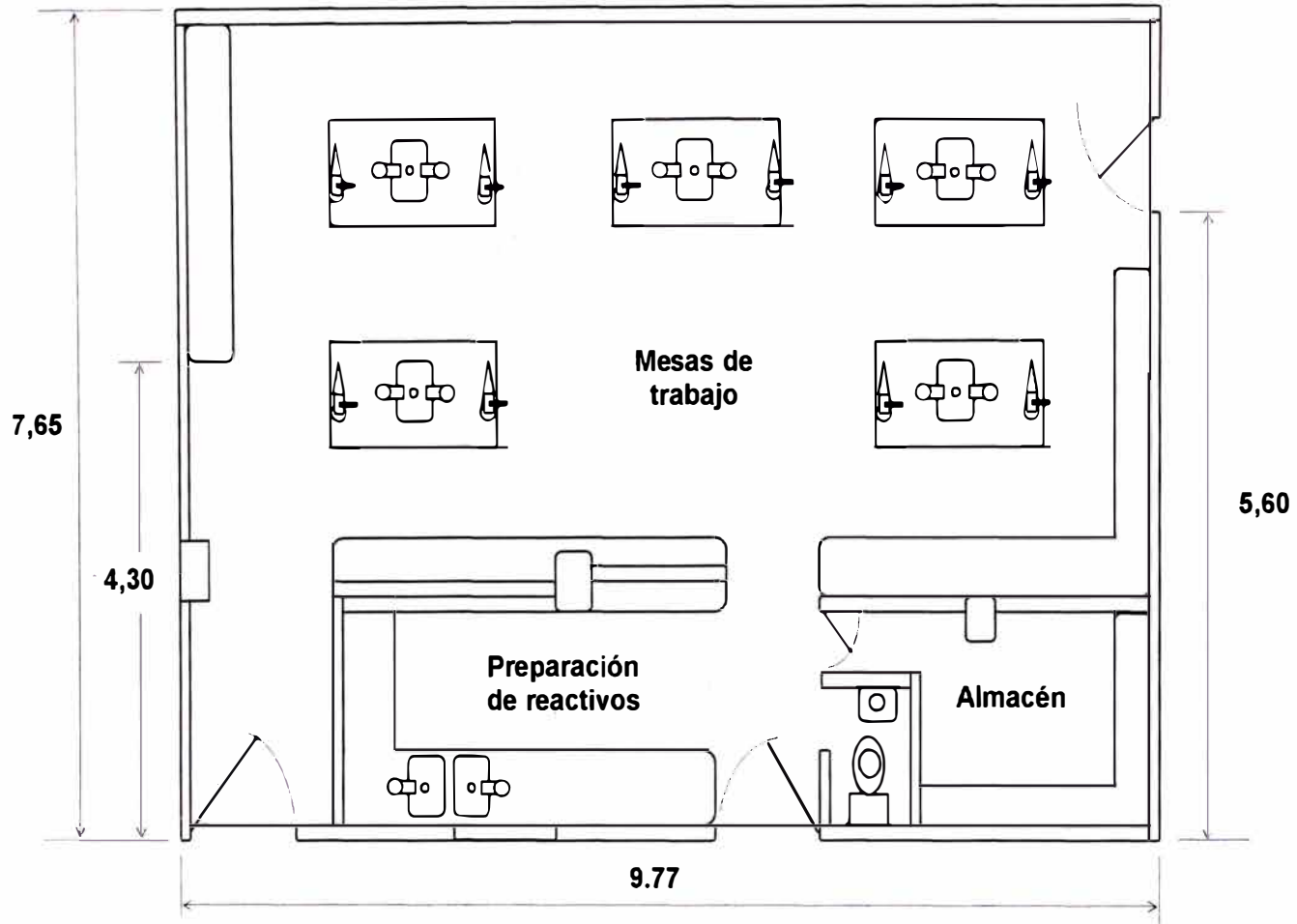


LQF: Laboratorio de Química de la FIC – UNI

Fuente: Elaboración propia.

Grafico N° 5.2

Plano de Distribución del Laboratorio de Química – FIC.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 5.1
Resumen de Encuesta de Opinión dirigida a los alumnos
Fase Piloto Ciclo 2007 – 2

	GRUPO M		GRUPO K - L	
TOTAL ALUMNOS ENCUESTADOS:	16		16	
1. ¿Qué labor realiza en el laboratorio?		2007 - 2		2007 - 2
		%		%
a) Aprendizaje	16	100.0	16	100.0
b) Investigación	0	0.0	0	0.0
c) Tesis	0	0.0	0	0.0
d) Otros	0	0.0	0	0.0
TOTAL	16	100.0	16	100.0
2. ¿Cuántas horas de laboratorio tiene a la semana?		%		%
a) 4 horas	0	0.0	0	0.0
b) 3 horas	16	100.0	16	100.0
c) 2 horas	0	0.0	0	0.0
3. ¿Conoce las normas de seguridad personal en el Laboratorio?		%		%
Si	7	43.8	3	19
No	9	56.3	13	81
4. ¿Conoce las normas para el manejo adecuado de los residuoas peligrosos?		%		%
Si	7	43.8	3	19
No	9	56.3	13	81
5. ¿Tiene equipo de seguridad personal?		%		%
Si	16	100.0	0	0
No	0	0.0	16	100
		TOTAL ALUMNOS		TOTAL ALUMNOS
5.1 Si lo tiene, indique cuales emplea:	16		16	
		%		%
a) Máscara	0	0	0	0
b) Lentes	16	100	0	0
c) Guantes	16	100	0	0
d) Mandil	0	0	0	0
e) Botas	0	0	0	0
f) otros	0	0	0	0
g) Ninguno	0	0	16	100

Fuente: Elaboración propia.

... Continua Tabla N° 5.1
Resumen de Encuesta de Opinión dirigida a los alumnos
Fase Piloto Ciclo 2007 – 2

		N° de Encuestados = 16		16	
6.	¿Si tiene implementos y no los usa, indique el porque?				
			%		%
	a) Son incómodos	1	6	0	0
	b) No es necesario	0	0	0	0
	c) Me olvido	3	19	0	0
	d) Están muy usados	0	0	0	0
	e) Siempre los uso	12	75	0	0
	f) Otros: No Tengo	0	0	16	100
	TOTAL DE ALUMNOS =	16	100	16	100
7.	¿Conoce el nivel de toxicidad de los reactivos que usa?				
			%		%
	Si	7	44	3	19
	No	9	56	13	81
8.	¿Conoce la norma ISO 14000 o 14001?				
			%		%
	Si	0	0	1	6
	No	16	100	15	94
9.	¿Conoce la norma ISO 17025?				
			%		%
	Si	0	0	0	0
	No	16	100	16	100
10.	¿Cómo dispone los residuos líquidos de cada práctica de Laboratorio?				
			%		%
	a) Los segrego y los dispongo en un cc	7	44	4	25
	b) Los vierto al desagüe	1	6	11	69
	c) El profesor se encarga	8	50	1	6
	d) Se realiza un proceso de tratamiento	0	0	0	0
	e) No lo tomo en cuenta	0	0	0	0
11.	¿Cómo dispone los residuos sólidos de cada práctica de Laboratorio?				
			%		%
	a) Los segrego y almaceno en un tachero	7	44	2	13
	b) Los boto a la basura común	0	0	11	69
	c) El profesor se encarga	9	56	2	13
	d) Se realiza un proceso de tratamiento	0	0	0	0
	e) No lo tomo en cuenta	0	0	1	6

... Continua Tabla N° 5.1
Resumen de Encuesta de Opinión dirigida a los alumnos
Fase Piloto Ciclo 2007 – 2

		N° de Encuestados = 16		16	
12. ¿Alguna vez ha estado en contacto con los reactivos del Laboratorio? Indique como:					
			%		%
a) Ojos	0	0		3	19
b) Boca	0	0		2	13
c) Piel	3	19		10	63
d) Vestido	4	25		1	6
e) Nunca	6	38		3	19
13. ¿Ha tenido problemas de salud debido a esto?:					
			%		%
Si	0	0		1	6
No	13	81		15	94
Que tipo de problema: _____					
14. De las siguientes listas marque los reactivos que considera peligrosos:					
a) Laboratorio N° 1 Operaciones Fundamentales		16		16	
Reactivos:			%		%
a) $Pb(NO_3)_2$	8	50		8	50
b) KI	0	0		1	6
c) Na_2CO_3	0	0		0	0
d) $CuSO_4$	3	19		3	19
e) Hollín	4	25		4	25
f) Ninguno	2	13		4	25
Productos:					
a) PbI_2	8	50		7	44
b) $PbSO_4$	7	44		4	25
c) $Al(OH)_3$	1	6		0	0
d) CO	2	13		9	56
e) Ninguno	0	0		2	13
b) Laboratorio N° 2 Estequiometría.					
Reactivos:					
a) $CuSO_4$ Hidratado	7	44		5	31
b) $BaCl_2$	0	0		2	13
c) Na_2CO_3	0	0		1	6
d) $KClO_3$	0	0		5	31
e) MnO_2	2	13		2	13
f) Ninguno	1	6		3	19
Productos:					
a) $BaCO_3$	1	6		3	19
b) $CuSO_4$ Anhidro	8	50		6	38
c) MnO_2	0	0		0	0
d) Ninguno	1	6		4	25

... Continua Tabla N° 5.1
Resumen de Encuesta de Opinión dirigida a los alumnos
Fase Piloto Ciclo 2007 – 2

N° de Encuestados	16		16	
c) Laboratorio N° 3 Ley de gases.				
Reactivos:		%		%
a) HCl (c)	7	44	12	75
b) NH ₃ (c)	1	6	9	56
c) HCl 3 M	8	50	10	63
d) Ninguno	1	6	0	0
Productos:				
a) HCl (c)	5	31	10	63
b) NH ₃ (c)	1	6	5	31
c) HCl diluido	0	0	6	38
d) Ninguno	3	19	0	0
d) Laboratorio N° 5 Estudio del agua.				
Reactivos:		%		%
a) HCl 0,1	3	19	11	69
b) NH ₃ 0,1	1	6	4	25
c) EDTA 0,01	2	13	0	0
d) Negro de Ericromo T	3	19	10	63
e) Fenolftaleina	0	0	6	38
f) Ninguno	2	13	0	0
Productos:				
a) Solución NaCl	0	0	0	0
b) Agua	0	0	0	0
c) HCl	6	38	11	69
d) Ninguno	2	13	1	6
e) Laboratorio N° 6 Electroquímica y corrosión.				
Reactivos:		%		%
a) HCl 0,1	10	63	9	56
b) NaCl 0,1	0	0	3	19
c) NaOH 0,1	4	25	0	0
d) K ₂ Cr ₂ O ₇	4	25	4	25
e) K ₃ Fe(CN) ₆	1	6	5	31
f) Ninguno	2	13	1	6
Productos:				
a) Solución CuSO ₄	4	25	3	19
b) FeSO ₄	1	6	3	19
c) Fe ₃ [Fe(CN) ₆] ₂	6	38	7	44
d) Ninguno	2	13	2	13

... Continua Tabla N° 5.1
Resumen de Encuesta de Opinión dirigida a los alumnos
Fase Piloto Ciclo 2007 – 2

15. ¿Conoce los riesgos a la salud involucrados por la exposición a estos reactivos?:					
N° de Encuestados		16		16	
			%		%
Si	10	62.5		3	18.8
No	6	37.5		13	81.3
16. ¿Qué sugerencia daría para el manejo de los reactivos y residuos peligrosos?:					
		%		%	
a) Los segrego y almaceno en un conter	13	81.3		10	62.5
b) Los sustituiría por otros inofensivos	3	18.8		6	37.5
c) Otros:	0	0.0		0	0.0
17. ¿Qué sugerencia adicional daría para tener menos cantidad de los reactivos y residuos peligrosos generados?:					
		%		%	
Sustitución	10	62.5		7	46.7
Reducción	0	0.0		0	0.0
Reuso	0	0.0		1	6.7
Mayor Información	3	18.8		1	6.7
Mayor Protección Personal	2	12.5		6	40.0
Tratamiento	1	6.3		0	0.0
TOTAL	16	100		15	100

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 5.2
Resumen de Encuesta de Opinión dirigida a los Docentes
Fase Piloto Ciclo 2007 – 2

N° ENCUESTADOS =		4	
1. ¿Qué labor realiza en el laboratorio?			%
a) Enseñanza	4	100	
b) Investigación	0	0	
c) Tesis	0	0	
d) Otros	0	0	
TOTAL	4	100	
2. ¿Cuántas horas de laboratorio tiene a la semana?			%
a) 9 horas	2	50	
b) 12 horas	1	25	
c) 16 horas	0	0	
d) Más de 20 horas	1	25	
3. ¿Conoce las normas de seguridad personal en el Laboratorio?			%
Si	2	50	
No	2	50	
4. ¿Conoce las normas para el manejo adecuado de los residuos peligrosos?			%
Si	1	25	
No	3	75	
5. ¿Tiene equipo de seguridad personal?			%
Si	4	100	
No	0	0	
5.1 Si lo tiene, indique cuales emplea:	4		%
a) Máscara	1	25	
b) Lentes	1	25	
c) Guantes	2	50	
d) Mandil	3	75	
e) Botas	0	0	
f) otros	0	0	
g) Ninguno	1	25	

Fuente: Elaboración propia.

... Continua Tabla N° 5.2
Resumen de Encuesta de Opinión dirigida a los Docentes
Fase Piloto Ciclo 2007 – 2

		N° =	4
6.	¿Si tiene implementos y no los usa, indique el porque?		%
	a) Son incómodos	1	25
	b) No es necesario	1	25
	c) Me olvido	1	25
	d) Están muy usados	0	0
	e) Siempre los uso	1	25
	f) Otros: No Tengo	0	0
	TOTAL DE DOCENTES =	4	100
7.	¿Conoce el nivel de toxicidad de los reactivos que usa?		%
	Si	2	50
	No	2	50
8.	¿Conoce la norma ISO 14000 o 14001?		%
	Si	3	75
	No	1	25
9.	¿Conoce la norma ISO 17025?		%
	Si	4	100
	No	0	0
10.	¿Cómo dispone los residuos líquidos de cada práctica de Laboratorio?		%
	a) Los segrego y los dispongo en un contenedor especial	2	50
	b) Los vierto al desagüe	1	25
	c) Se realiza un proceso de tratamiento del residuo	0	0
	d) No lo tomo en cuenta	1	25
11.	¿Cómo dispone los residuos sólidos de cada práctica de Laboratorio?		%
	a) Los segrego y almaceno en un tacho especial	1	25
	b) Los boto en un tacho de basura común	3	75
	c) Se realiza un proceso de tratamiento del residuo sólido	0	0
	d) No lo tomo en cuenta	0	0

... Continua Tabla N° 5.2

Resumen de Encuesta de Opinión dirigida a los Docentes

Fase Piloto Ciclo 2007 – 2

		N° =	4	
12.	¿Alguna vez ha estado en contacto con los reactivos del Laboratorio? Indique como:			%
	a) Ojos	0		0
	b) Boca	0		0
	c) Piel	3		75
	d) Vestido	0		0
	e) Nunca	1		25
	TOTAL =	4		100
13.	¿Ha tenido problemas de salud debido a esto?:			%
	Si	2		50
	No	2		50
	Que tipo de problema: _____			
14.	De las siguientes listas marque los reactivos que considera peligrosos:			
	a) Laboratorio N° 1 Operaciones Fundamentales.			
	Reactivos:			%
	a) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	1		25
	b) KI	1		25
	c) Na_2CO_3	1		25
	d) CuSO_4	1		25
	e) Hollín	4		100
	f) Ninguno	0		0
	Productos:			
	a) PbI_2	2		50
	b) PbSO_4	2		50
	c) $\text{Al}(\text{OH})_3$	0		0
	d) CO	4		100
	e) Ninguno	0		0
	b) Laboratorio N° 2 Estequiometría.			
	Reactivos:			
	a) CuSO_4 Hidratado	3		75
	b) BaCl_2	1		25
	c) Na_2CO_3	2		50
	d) KClO_3	1		25
	e) MnO_2	1		25
	f) Ninguno	0		0
	Productos:			
	a) BaCO_3	1		25
	b) CuSO_4 Anhidro	3		75
	c) MnO_2	2		50
	d) Ninguno	0		0

... Continua Tabla N° 5.2

Resumen de Encuesta de Opinión dirigida a los Docentes

Fase Piloto Ciclo 2007 – 2

c) Laboratorio N° 3 Ley de gases.	N° =	4	
Reactivos:			
a) HCl (c)		3	75
b) NH ₃ (c)		3	75
c) HCl 3 M		1	25
d) Ninguno		0	0
Productos:			
a) HCl (c)		3	75
b) NH ₃ (c)		1	25
c) HCl diluido		1	25
d) Ninguno		0	0
d) Laboratorio N° 5 Estudio del agua.			
Reactivos:			%
a) HCl 0,1		2	50
b) NH ₃ 0,1		1	25
c) EDTA 0,01		1	25
d) Negro de Ericromo T		2	50
e) Fenolftaleina		1	25
f) Ninguno		0	0
Productos:			
a) Solución NaCl		0	0
b) Agua		0	0
c) HCl		4	100
d) Ninguno		0	0
e) Laboratorio N° 6 Electroquímica y corrosión.			
Reactivos:			
a) HCl 0,1		3	75
b) NaCl 0,1		1	25
c) NaOH 0,1		1	25
d) K ₂ Cr ₂ O ₇		3	75
e) K ₃ Fe(CN) ₆		3	75
f) Ninguno		2	50
Productos:			
a) Solución CuSO ₄		2	50
b) FeSO ₄		1	25
c) Fe ₃ [Fe(CN) ₆] ₂		3	75
d) Ninguno		2	50

... Continua Tabla N° 5.2
Resumen de Encuesta de Opinión dirigida a los Docentes
Fase Piloto Ciclo 2007 – 2

15. ¿Conoce los riesgos a la salud involucrados por la exposición a estos reactivos?:			
	N° =	4	
			%
Si		2	50
No		2	50
16. ¿Qué sugerencia daría para el manejo de los reactivos y residuos peligrosos?			
			%
a) Los segrego y almaceno en un contenedor especial		1	25
b) Los sustituiría por otros inofensivos		1	25
c) No es necesario.		2	50
d) Otros:		0	0
17. ¿Qué sugerencia adicional daría para tener menos cantidad			
			%
Sustitución		1	25
Reducción		1	25
Reuso		1	25
Mayor Información		0	0
Mayor Protección Personal		1	25
Tratamiento		0	0
TOTAL		4	100
18. ¿Considera importante la protección personal para evitar			
			%
Si		2	50
No		2	50
19. ¿Conoce las siguientes leyes?:			
Ley N° 17614 Ley general de residuos Sólidos			
			%
Si		1	25
No		3	75

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 5.3

Resumen de Encuesta de Opinión Previa dirigida a los alumnos

Inicio de ciclo 2008 – 1 y 2008 – 2 (A: Antes y B: Después de la conferencia)

NUMERO DE ALUMNOS = 114		FECHA: 25 – 03 – 08		71		FECHA: 25 – 08 – 08		
LADO A		LADO B		LADO A		LADO B		
1. Considera importante:								
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
Cuidar la salud y la vida								
Si	112	98	114	100	71	100	71	100
No	4	4	0	0	0	0	0	0
Proteger el Medio Ambiente								
Si	112	98	114	100	70	99	71	100
No	2	2	0	0	1	1	0	0
2. Considera que le afecta directamente:								
El calentamiento Global								
Si	88	77	107	94	56	15	70	99
No	26	23	7	6	79	21	1	1
El deterioro de la capa de Ozono								
Si	93	21	110	96	52	19	68	96
No	82	18	4	4	73	27	3	4
La contaminación ambiental								
Si	109	96	113	99	66	93	70	99
No	5	4	1	1	5	7	1	1
3. ¿Conoce las normas de seguridad personal en el Laboratorio?								
Si	9	8	95	83	5	7	60	85
No	105	92	19	17	66	93	11	15

... Continua Tabla N° 5.3

Resumen de Encuesta de Opinión Previa dirigida a los alumnos

Inicio de ciclo 2008 – 1 y 2008 – 2 (A: Antes y B: Después de la conferencia)

NUMERO DE ALUMNOS = 114						71			
LADO A			LADO B		LADO A		LADO B		
4. ¿Conoce la forma para el manejo adecuado de los residuos peligrosos?									
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	
Si	5	4	95	83	6	8	62	87	
No	109	96	19	17	65	92	9	13	
5. Considera que en un Laboratorio de Química se trabaja									
Si	106	93	109	96	58	82	68	96	
No	8	7	5	4	13	18	3	4	
6. Considera necesario protegerse al trabajar en un laboratorio de química									
Si	113	99	114	100	70	99	70	99	
No	1	1	0	0	1	1	1	1	
7. Cree que debe botarse a la basura común v/o al desaque.									
Si	15	13	11	10	11	15	2	3	
No	99	87	103	90	60	85	69	97	
8. Esta dispuesto a cuidar tu salud y el									
Si			112	98			68	96	
No			2	2			3	4	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 5.4

Resumen de Encuesta de Opinión Final dirigida a los alumnos al Final de ciclo 2008 – 1 y 2008 – 2

TOTAL ALUMNOS ENCUESTADOS	120	2008 - 1	69	2008 - 2
1. ¿Qué labor realiza en el laboratorio?		%		%
a) Aprendizaje	98	82	67	97
b) Investigación	18	15	2	3
c) Tesis	1	1	0	0
d) Otros	3	3	0	0
TOTAL	120	100	69	100
2. ¿Cuántas horas de laboratorio tiene a la semana?		%		%
a) 4 horas	4	3	0	0
b) 3 horas	106	88	69	100
c) 2 horas	10	8	0	0
3. ¿Conoce las normas de seguridad personal en el Laboratorio?		%		%
Si	111	93	66	96
No	9	8	3	4
4. ¿Conoce las normas para el manejo adecuado de los residuos peligrosos?		%		%
Si	98	82	58	84
No	22	18	11	16
5. ¿Tiene equipo de seguridad personal?		%		%
Si	116	97	63	91
No	4	3	6	9

Fuente: Elaboración propia.

... Continua Tabla N° 5.4

Resumen de Encuesta de Opinión Final dirigida a los alumnos al Final de ciclo 2008 – 1 y 2008 – 2

5.1 Si lo tiene, indique cuales emplea:	120		69	
		%		%
a) Máscara	0	0	0	0
b) Lentes	6	5	0	0
c) Guantes	110	92	63	91
d) Mandil	0	0	0	0
e) Botas	0	0	0	0
f) otros	0	0	0	0
g) Ninguno	4	3	6	9
6. ¿Si tiene implementos y no los usa, indique el porque?				
		%		%
a) Son incómodos	14	12	9	13
b) No es necesario	9	8	4	6
c) Me olvido	31	26	9	13
d) Están muy usados	5	4	0	0
e) Siempre los uso	61	51	47	68
f) Otros: No Tengo	0	0	0	0
TOTAL DE ALUMNOS =	120	100	69	100
7. ¿Conoce el nivel de toxicidad de los reactivos que usa?				
		%		%
Si	55	46	20	29
No	65	54	49	71
8. ¿Conoce la norma ISO 14000 o 14001?				
		%		%
Si	9	8	1	1
No	111	93	68	99

... Continua Tabla N° 5.4

Resumen de Encuesta de Opinión Final dirigida a los alumnos al Final de ciclo 2008 – 1 y 2008 – 2

10. ¿Cómo dispone los residuos líquidos de cada práctica de Laboratorio?						
	N° =	120	%	N° =	69	%
a) Los segrego y los dispongo en un contenedor espec	111		93	60		87
b) Los vierto al desagüe	1		1	2		3
c) El profesor se encarga	5		4	5		7
d) Se realiza un proceso de tratamiento del residuo	2		2	2		3
e) No lo tomo en cuenta	1		1	0		0
11. ¿Cómo dispone los residuos sólidos de cada práctica de Laboratorio?						
			%			%
a) Los segrego y almaceno en un tacho especial	97		81	61		88
b) Los boto a la basura común	2		2	3		4
c) El profesor se encarga	12		10	3		4
d) Se realiza un proceso de tratamiento del residuo sól	4		3	2		3
e) No lo tomo en cuenta	5		4	0		0
12. ¿Alguna vez ha estado en contacto						
			%			%
a) Ojos	6		5	2		3
b) Boca	4		3	0		0
c) Piel	48		40	31		45
d) Vestido	18		15	7		10
e) Nunca	58		48	30		43
13. ¿Ha tenido problemas de salud debido a esto?:						
Si	3		3	0		0
No	117		98	69		100
Que tipo de problema: _____						

... Continua Tabla N° 5.4

Resumen de Encuesta de Opinión Final dirigida a los alumnos al Final de ciclo 2008 – 1 y 2008 – 2

14. De las siguientes listas marque los reactivos que considera peligrosos:					
a) Laboratorio N° 1 Operaciones Fundamentales.		120		69	
Reactivos:			%		%
a)	Pb(NO ₃) ₂	84	70	56	81
b)	KI	34	28	19	28
c)	Na ₂ CO ₃	14	12	10	14
d)	CuSO ₄	47	39	21	30
e)	Hollín	17	14	9	13
f)	Ninguno	6	5	8	12
Producto					
a)	PbI ₂	60	50	44	64
b)	PbSO ₄	69	58	36	52
c)	Al(OH) ₃	18	15	12	17
d)	CO	45	38	28	41
e)	Ninguno	0	0	7	10
b) Laboratorio N° 2 Estequiometría.					
Reactivos					
a)	CuSO ₄ Hidratado	53	44	36	52
b)	BaCl ₂	32	27	32	46
c)	Na ₂ CO ₃	9	8	13	19
d)	KClO ₃	32	27	21	30
e)	MnO ₂	14	12	11	16
f)	Ninguno	12	10	8	12
Producto					
a)	BaCO ₃	16	13	18	26
b)	CuSO ₄ Anhidro	75	63	42	61
c)	MnO ₂	11	9	14	20
d)	Ninguno	8	7	8	12

... Continua Tabla N° 5.4

Resumen de Encuesta de Opinión Final dirigida a los alumnos al Final de ciclo 2008 – 1 y 2008 – 2

	N° =	120	N° =	69
c) Laboratorio N° 3 Ley de gases.				
Reactivos				
a) HCl (c)	82	68	52	75
b) NH ₃ (c)	74	62	39	57
c) HCl 3 M	72	60	54	78
d) Ninguno	7	6	2	3
Producto				
a) HCl (c)	77	64	51	74
b) NH ₃ (c)	70	58	36	52
c) HCl diluido	42	35	34	49
d) Ninguno	6	5	1	1
d) Laboratorio N° 5 Estudio del agua.				
Reactivos				
		%		%
a) HCl 0,1	71	59	51	74
b) NH ₃ 0,1	44	37	29	42
c) EDTA 0,01	22	18	20	29
d) Negro de Ericromo T	34	28	22	32
e) Fenolftaleina	15	13	13	19
f) Ninguno	5	4	1	1
Producto				
a) Solución NaCl	15	13	16	23
b) Agua	6	5	1	1
c) HCl	80	67	46	67
d) Ninguno	11	9	4	6
d) Ninguno	8	7	8	12

... Continua Tabla N° 5.4

Resumen de Encuesta de Opinión Final dirigida a los alumnos al Final de ciclo 2008 – 1 y 2008 – 2

e) Laboratorio N° 6 Electroquímica y corrosión.	N° =	120	N° =	69
Reactivos				
a) HCl 0,1	81	68	45	65
b) NaCl 0,1	20	17	13	19
c) NaOH 0,1	23	19	13	19
d) K ₂ Cr ₂ O ₇	61	51	21	30
e) K ₃ Fe(CN) ₆	58	48	36	52
f) Ninguno	6	5	3	4
Producto				
a) Solución CuSO ₄	29	24	19	28
b) FeSO ₄	27	23	19	28
c) Fe ₃ [Fe(CN) ₆] ₂	54	45	33	48
d) Ninguno	11	9	6	9
15. ¿Conoce los riesgos a la salud involucrados por la exposición a estos reactivos?:				
		%		%
Si	58	48	25	36
No	62	52	44	64
16. ¿Qué sugerencia daría para el manejo de los reactivos y residuos peligrosos?				
		%		%
a) Los segrego y almaceno en un contenedor especial	90	75	57	83
b) Los sustituiría por otros inofensivos	22	18	10	14
c) Otros:	8	7	2	3

... Continua Tabla N° 5.4

Resumen de Encuesta de Opinión Final dirigida a los alumnos al Final de ciclo 2008 – 1 y 2008 – 2

17. ¿Qué sugerencia adicional daría para	N° =	120	N° =	69
		%		%
Sustitución	39	33	24	35
Reducción	0	0	7	10
Reuso	7	6	4	6
Mayor Información	15	13	6	9
Mayor Protección Personal	24	20	16	23
Tratamiento	6	5	4	6
TOTAL	91	76	61	88
16. ¿Considera importante la protección personal para evitar daños a la salud?:				
		%		%
Si	114	95	68	99
No	6	5	1	1
17. ¿Considera importante la separación				
		%		%
Si	114	95	67	97
No	6	5	2	3

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 5.1**Aspectos más saltantes y acciones correctivas tomadas durante la fase de implementación del sistema de Gestión de RP**

Aspecto	Acción correctiva
Al inicio del ciclo 2007 – 2, durante la fase piloto, no hubo ninguna charla previa sobre las medidas a efectuar.	Se tuvo que informar in situ a los alumnos de la sección piloto de las medidas de protección y de disposición de residuos que se efectuarían.
Durante el primer laboratorio se colocó avisos en forma improvisada e irregular, en una zona despejada, donde se puedan ver las indicaciones.	Se trató de usar letras de colores (plumones), con textos cortos y directos para mejor comprensión. Se rotuló de forma lo más clara posible cada frasco, caja, pomo donde debía colocarse cada residuo.
Al inicio se debía tener una tutela permanente de los alumnos para que no se equivocaran de recipiente.	Se llamaba la atención de cada grupo y se hacía un trabajo mesa por mesa. La acción repetitiva y continua al final dio sus frutos y se pudo concientizar al alumnado
Algunas veces, se equivocaban, poniendo en peligro el objetivo de segregación desde el inicio.	Afortunadamente, se pudo evitar que se mezclaran productos, se pudo corregir los posibles errores y se logró una buena segregación.
Al inicio los alumnos no tenían guantes, mandil ni lentes para protección personal.	Como los alumnos no sabían que era obligatorio el uso de guantes, se les proveyó de estos a todos y se les prestó lentes de protección. Con la advertencia de que los cuidaran lavaran y usaran durante todas las prácticas de laboratorio.
No había un manual para el manejo de los residuos ni de protección personal	Las indicaciones se colocaban en avisos temporales en la pared, pero poco a poco con las experiencias vividas se fue diseñando y escribiendo el manual.

... Continua Cuadro N° 5.1

Aspectos más saltantes y acciones tomadas durante la fase de implementación del sistema de Gestión de RP

Aspecto	Acción correctiva
Durante la encuesta de opinión inicial a veces los alumnos no respondían todas las preguntas.	Se tuvo cuidado de revisar cada encuesta y se le llamaba al alumno para que completara lo que faltaba, para así tener una base solida desde donde evaluar.
El factor más común era el que algún alumno se olvidara de traer sus guantes en el próximo laboratorio.	Se trato de alguna manera, sea por presión académica o por premio al que cumpliera con usar sus guantes, para lograr una mayor cobertura.
En pocas ocasiones, algún alumno vertió un residuo al desagüe en lugar de echarlo a los recipientes indicados.	Se le llamo la atención con firmeza pero con tono paternal, para evitar generar rechazo a estas medidas. Se felicito a los alumnos que cumplían con la disposición de residuos de forma correcta.
Los avisos de los frascos se borraban con el uso, debido a que solo eran etiquetas pegadas.	Se reforzó las etiquetas con cinta de embalaje resistente, de tal manera que los avisos resistan la acción del agua y los reactivos.
Ciclo 2008 –1 y 2008 – 2 Etapa de Implementación	
Los demás docentes no sabían de las medidas de seguridad a implementar.	Se les comunico por escrito, a los docentes del curso de química, que deberían usar los implementos de seguridad. Además, Se les repartió dichos implementos (mascara, guantes y lentes).
Al inicio del ciclo, los alumnos no estaban enterados de las medidas de seguridad a emplear.	El 2008 – 1, se dicto la primera conferencia, Introducción a la seguridad en el laboratorio de química. De carácter obligatorio, obteniendo una asistencia total.

... Continua Cuadro N° 5.1

Aspectos más saltantes y acciones tomadas durante la fase de implementación del sistema de Gestión de RP

Los alumnos no tenían un manual guía para el recojo de los residuos peligrosos	Se elaboro el primer manual de disposición de residuos peligrosos, es simple y directo, con el fin de tener una rápida comprensión.
Los alumnos tienden a confundirse al momento de leer los avisos.	Se mejoro la claridad y comprensión de las indicaciones puestas en la pared sobre cómo disponer los residuos peligrosos.
Faltaba reforzar los conceptos de seguridad y manejo de residuos.	El 2008 – 2, se dicto la segunda conferencia: Seguridad personal y medioambiental en el Laboratorio de Química.
Aún a veces, los alumnos confundían el frasco al momento de verter un residuo	Se pudo detectar a tiempo la deficiencia y corregirla en el momento. Evitando una confusión mayor. Se les recalco a los demás docentes que colaboren con estas medidas.
De todas maneras se necesitaba de ayuda adicional para supervisar la gestión de residuos y el cumplimiento de las medidas de seguridad	Por ser el primer ciclo de la implementación de estas medidas, como Jefe de laboratorio, supervise personalmente su cumplimiento en todas las secciones. Además a partir del ciclo 2008 – 1 se conto con el apoyo de un empleado para las labores de laboratorio.
Había escases de recipientes para guardar los residuos y se busco el debido apoyo institucional.	Se informo por escrito al decano y director del Instituto de investigación de la FIC , logrando su apoyo decidido. Con ello se compro recipientes para el recojo de los residuos.
No se sabía del alcance e impacto de estas medidas sobre los docentes y alumnos	Se tomo una encuesta al final de cada ciclo. Con ello se ha evaluado y elaborado la discusión de resultados respectivos, se plantean y se implementan mejoras.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 5.2**Resúmenes de las opiniones más notorias dadas por los alumnos****Sobre las medidas de seguridad y protección personal.**

1. ¿Porque solo usamos guantes? ¿no podemos usar lentes o mandil?.
2. Deberíamos usar una máscara anti gas como la que usa usted profesor.
3. En otras universidades, no he visto que usen estos equipos de protección.
4. Deberían hacer obligatorio el uso de implementos de seguridad y no dejar entrar al laboratorio al que no los usa.
5. Si me cae el reactivo a la mano o a la ropa ¿qué debo hacer?
6. Los guantes son muy chicos, ¿no tiene por tallas?
7. ¿Por qué la otra profesora no usa guantes como usted?
8. ¿Qué tipo de guante es más seguro?
9. ¿Cuántas veces se puede usar un guante?
10. ¿Dónde puedo comprar guantes más duraderos?, el que tenia se rompe fácilmente.

Sobre la recolección de los residuos químicos.

1. ¿Donde se pone este liquido?. Rpta: lee los avisos allí lo indican
2. ¿Qué pasa si esto se echa al drenaje?. Rpta. El plomo es muy contaminante y el bario contamina a los peces.
3. Que hace el dicromato? Rpta. Es cancerígeno.
4. El CCl_4 se puede oler? Rpta: Mejor no te arriesgues usa la campana.
5. ¿Qué harán con estos residuos? Rpta: los trataremos, reutilizaremos o pondremos donde no hagan daño al medio ambiente.
6. Mi hermano estudia en otra universidad y nunca han hecho esta recolección en los laboratorios que tiene.
7. Deberían informar más sobre el riesgo que involucra el uso de estos reactivos.
8. Sería mejor hacer una prueba única para toda la sección y así usar menos reactivos, así se ahorran gasto de material.

. . . Continua Cuadro N° 5.2

Resúmenes de las opiniones más notorias dadas por los alumnos

Sobre las charlas informativas.
<ol style="list-style-type: none"> 1. Deberían dar más seminarios donde se informe mejor sobre los riesgos a que estamos expuestos. 2. Sería mejor que pongan un video donde se muestre mejor lo que se debe y no se debe hacer en un laboratorio.. 3. Me gusto la charla, sobre todo la presentación previa sobre la contaminación y el deterioro de los glaciares. 4. En verdad no sabía que los reactivos sean tan dañinos. 5. Los profesores del curso no hablan de esto, solo usted nos dice en el laboratorio y en su clase. 6. Deben colgar en la internet, el texto del manual de cómo disponer los residuos y que características tienen, así se podría difundir mejor.
Sobre la sustitución de reactivos tóxicos y cancerígenos
<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Porque trabajan con esas sustancias?, ¿no sabían que son peligrosas?. 2. Se debe de dejar de usar sustancias que sean un peligro para la salud y el medio ambiente. Ya es tiempo de que tomen conciencia del peligro que existe. 3. Si siguen empleando sustancias tóxicas, van a terminar dañando el planeta en forma irreversible. Dejen de usarlas. 4. Se debe cambiar los químicos que hacen daño por otros que no lo hagan o sean más inofensivos. 5. Si ya han sustituido algunos compuestos, deben hacerlo con los otros que aún se usan. 6. ¿No sería mejor usar un programa de computadora para simular las reacciones química y así no usar los reactivos que sean peligrosos?.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 5.3

**Estimación aproximada de los Residuos Químicos Recolectados
(Basado en los datos obtenidos en la Sección Piloto)**

Laboratorio N° 1 Operaciones fundamentales				
Exp. N° 3 Obtención de un precipitado.				
Compuesto	Estado	g.	L	Concentración (M)
A. PbI₂	Solido	15	-	-
NaNO ₃ c/ Pb ⁺² (sat)	Solución	-	1	0,1 314 ppm
B. PbSO₄	Solido	10	-	-
Cu(NO ₃) ₂ c/ Pb ⁺² (sat)	Solución	-	0,5	0,1 46 ppm
C. Al(OH)₃	Gel	-	0,5	0.03
Na ₂ SO ₄	Solución	-	0,5	0.04
Laboratorio N° 2 Estequiometría				
Exp. N° 1 Obtención del carbonato de bario.				
BaCO ₃	Solido	6,5	-	-
NaCl	Solución	-	0,8	0,1
Exp. N° 2 Descomposición de KClO₃				
KCl	Solución	-	1,6	0,4
MnO ₂	Solidó	8	-	-
Exp. N° 3 Obtención de una sal anhidra.				
CuSO ₄	Solido	102	-	-
Laboratorio N° 3 Gases				
Exp. N° 2 Determinación del volumen molar normal.				
HCl	Solución	-	42	0,03
Exp. N° 3 Comprobación de la Ley de Graham				
Algodón c/ HCl (c)	Solido	40	-	-
Algodón c/ NH ₃ (c)	Solido	40	-	-

... Continua Cuadro N° 5.3

**Estimación aproximada de los Residuos Químicos Recolectados
(Basado en los datos obtenidos en la Sección Piloto)**

Laboratorio N° 5 Operaciones fundamentales				
Exp. N° 2 Titulación de un ácido/base fuerte.				
Compuesto	Estado	g.	L	Concentración
NaCl c/ fenolftaleína	Solución	-	1	0,05
Exp. N° 3 Determinación de la dureza del agua.				
Agua + Buffer + EDTA 0,01 M + Negro de Ericromo - T	Solución	-	0,9	0,003
Laboratorio N° 6 electroquímica y Corrosión				
Exp. N° 1 Celda Galvánica.				
CuSO ₄	Solución	-	0,5	-
ZnSO ₄	Solución	-	0,5	0,1
Exp. N° 2 Electrolisis del NaI				
NaI	Solución	-	0,96	0,4
CCl ₄	Solución	-	0,32	-
Exp. N° 3 Estudio de la Corrosión.				
HCl + Fe ²⁺ &	Solución	-	0,4	0,1
NaCl + Fe ²⁺ &	Solución	-	0,4	0,1
K ₂ Cr ₂ O ₇ + Fe ²⁺ &	Solución	-	0,4	0,1
NaOH + Fe ²⁺ &	Solución	-	0,4	0,1
FeSO ₄ (Patrón) + &	Solución	-	0,7	0,1
& todas contienen [Fe(CN) ₆] ⁻³	Solución	-	0,1	848 ppm

Fuente: Elaboración propia.

5.1.5 Problemática generada por los Residuos Peligrosos generados en el LQF.

Como se observa, todos los residuos líquidos, sólidos y gaseosos, generados por el Laboratorio de Química de la FIC (LQF), eran vertidos a los desagües y a la basura convencional, situación que se repetía todos los años y que ocurre en general en todos los laboratorios de la UNI.

Si se multiplica estas cantidades por la cantidad de años que se han venido realizando estas prácticas en el laboratorio de química de la FIC, se podrá apreciar la gran cantidad de residuos que son vertidos al Medio Ambiente, la mayoría de los cuales son potencialmente tóxicos, cancerígenos y/o peligrosos.

Ante una problema de dicha magnitud, lo que este sistema de manejo de residuos peligrosos busca es reducir drásticamente dicho vertido, aplicando conceptos de recojo, reducción y sustitución de dichos reactivos. El Sistema de Gestión Ambiental (SGA) de residuos peligrosos (RP) tiene como objetivos la protección de la Vida, la Salud y el Medio Ambiente. Adicionalmente se han implementado las medidas apropiadas de protección y seguridad personal para docentes, alumnos y trabajadores que usan el LQF.

5.1.6 Manejo de los residuos peligrosos generados en el LQF.

El método empleado, se ha aplicado en el semestre 2007 – 2 en la sección piloto del curso de química CB -- 109 sección M, la que fue escogida por tenerla como curso a mi cargo. De esa manera se pudo trabajar a nivel piloto, en la aplicación de estas medidas y se pudo hacer los ajustes necesarios al sistema.

Para efectos de comparación se observo a la sección K – L de laboratorio, donde no se realizo en esa ocasión ninguna acción sobre los residuos ni sobre las medidas de protección personal. De esa forma se pudo comparar los resultados entre una y otra sección los que se ven reflejados en las encuestas tomadas con posterioridad y cuyos resultados se indican en el acápite 5.1.3. Luego, para los semestres 2008 – 1 y 2008 – 2 se procedió a la implementación en todas las secciones, del modelo corregido de gestión de residuos peligrosos, con

ello se ha logrado una reducción drástica de los residuos líquidos y sólidos que antes se vertían al medio ambiente, ya sea por el drenaje o a la basura común. Llegando prácticamente a alcanzar un nivel de **vertido cero** de residuos peligrosos de origen químico.

Debe resaltarse que en la labor de recolección de residuos, se ha optado por la segregación desde el origen, de esta manera, se logra mantener una pureza aceptable en cada residuo recolectado lo que hará más fácil su tratamiento o disposición final. Pues es sabido que si las corrientes de residuos se mezclan estos generarían cruces y reacciones variadas que haría más complejo su tratamiento, reciclaje y/o disposición final. Existiendo el riesgo de que se generen combinaciones peligrosas o incompatibles entre ellos.

La difusión del procedimiento de recolección de residuos y la sensibilización y participación del alumnado ha hecho posible obtener buenos resultados en esta labor de gestión de los residuos peligrosos.

En el Cuadro N° 5.4 se resumen las cantidades reales recolectadas por laboratorio y por ciclo, en el Cuadro N° 5.5 se resumen las incidencias más saltantes ocurridas durante este proceso. Finalmente en el Grafico N° 5.3 se observan en resumen los documentos gráficos de esta labor de gestión de los residuos peligrosos generados en el Laboratorio de Química. Además, en el Anexo IV Tabla N° IV.1 se describen las reacciones químicas involucradas en cada proceso.

En el Anexo N° V se ilustran con mayor detalle estos documentos gráficos (Fotos), de esta labor de implementación y en el Anexo N° VI se presenta el manual de Manejo de Residuos Peligrosos generados en el Laboratorio de Química de la FIC (LQF).

Cuadro N° 5.4
Cantidad real de residuos químicos recolectados
(Basado en el ciclo 2008 – 1, 70 Grupos)

Laboratorio N° 1 Operaciones fundamentales				
Exp. N° 3 Obtención de un precipitado.				
Compuesto	Estado	g.	L	Concentración (M)
A. PbI₂	Solido	16,5	-	-
NaNO ₃ c/ Pb ⁺² (sat)	Solución	-	1,1	0,1 314 ppm
B. PbSO₄	Solido	1,1	-	-
Cu(NO ₃) ₂ c/ Pb ⁺² (sat)	Solución	-	0,55	0,1 46 ppm
C. Al(OH)₃	Gel	-	0,55	0.03
Na ₂ SO ₄	Solución	-	0,60	0.04
Laboratorio N° 2 Estequiometría				
Exp. N° 1 Obtención del carbonato de bario.				
BaCO ₃	Solido	7,0	-	-
NaCl	Solución	-	1,1	0,1
Exp. N° 2 Descomposición de KClO₃				
KCl	Solución	-	1,9	0,4
MnO ₂	Solidó	8,4	-	-
Exp. N° 3 Obtención de una sal anhidra.				
CuSO ₄	Solido	110	-	-
Laboratorio N° 3 Gases				
Exp. N° 2 Determinación del volumen molar normal.				
HCl	Solución	-	45	0,033
Exp. N° 3 Comprobación de la Ley de Graham				
Algodón c/ HCl (c)	Solido	50	-	-
Algodón c/ NH ₃ (c)	Solido	50	-	-

... Continua Cuadro N° 5.4
Cantidad real de residuos químicos recolectados
(Basado en el ciclo 2008 – 1, 70 Grupos)

Laboratorio N° 5 Operaciones fundamentales				
Exp. N° 2 Titulación de un ácido/base fuerte.				
Compuesto	Estado	g.	L	Concentración (M)
NaCl c/ fenolftaleína	Solución	-	1,2	0,05
Exp. N° 3 Determinación de la dureza del agua.				
Agua + Buffer EDTA 0,01 M Negro de Ericromo - T	Solución	-	1,1	0,003
Laboratorio N° 6 electroquímica y Corrosión				
Exp. N° 1 Celda Galvánica.				
CuSO ₄	Solución	-	0,5	-
ZnSO ₄	Solución	-	0,5	0,1
Exp. N° 2 Electrolisis del NaI				
NaI	Solución	-	1,1	0,4
Almidón **	Solución	-	-	0,5 %-
Exp. N° 3 Estudio de la Corrosión.				
HCl + Fe ²⁺ &	Solución	-	0,6	0,1
NaCl + Fe ²⁺ &	Solución	-	0,6	0,1
K ₂ Cr ₂ O ₇ + Fe ²⁺ &	Solución	-	-	-
NaOH + Fe ²⁺ &	Solución	-	0,6	0,1
NH ₄ Cl \$	Solución	-	0,6	0,1
FeSO ₄ (Patrón)	Solución	-	0,7	0,1
& todas contienen Fe ₃ (Fe[CN] ₆) ₂	Solución	-	2,1	59200 ppm

** El ciclo 2007 – 2 se sustituyó el CCl₄ por solución de almidón saturado.

\$ El NH₄Cl sustituyó al dicromato a partir del ciclo 2008 – 2

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 5.5

Observaciones y eventos más saltantes encontrados durante la recolección de los Residuos Peligrosos.

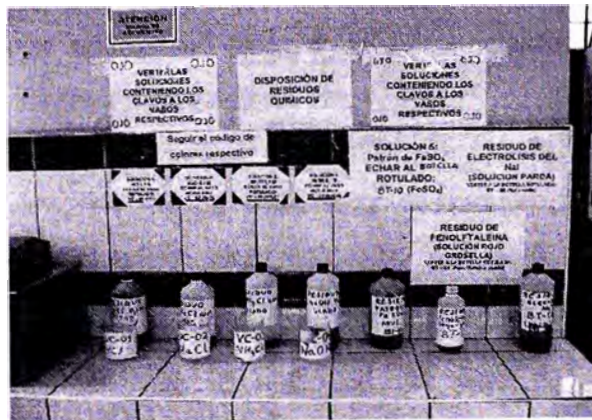
1. La distracción del alumno es un factor muy recurrente en todas las prácticas de laboratorio, se nota que no leen la guía y que no leen con atención los avisos puestos en la zona de recolección de residuos. Frente a esto se optó por emplear un código de colores para diferenciar cada botella y frasco y así minimizar el riesgo de mezclar los residuos.
2. Se ha notado que basta con pocas recomendaciones en clase para que los alumnos efectúen el cumplimiento de las medidas de seguridad y de recolección de residuos con un éxito notorio.
3. Paulatinamente se ha incrementado la participación de mis demás colegas en la disposición de los residuos peligrosos. Ya que el tiempo de supervisión en el ciclo 2008 – 2 respecto del 2008 – 1 se redujo y se obtuvo, mejores resultados, reflejados en la cantidad y calidad de residuos recolectados y en los resultados de las encuestas de opinión.
4. En una ocasión, un alumno vertió el sólido obtenido (BaCO_3) junto con el mismo líquido filtrado (Saturado cationes de Ba^{+2}), afortunadamente al notarlo, le llame la atención al alumno y al empleado de apoyo. Luego, gracias a que el sólido pertenecía a la misma experiencia, este no se disolvió en el líquido saturado y se pudo volver a filtrar, secándolo y recuperándolo nuevamente.
5. Durante el Ciclo 2008 – 2 se obtuvo mayor apoyo de la Facultad y se adquirió una serie de frascos con tapas de distinto color. Así como etiquetas de colores. De esta manera se logró una mejor diferenciación de cada recipiente y lograr una segregación más efectiva de los residuos peligrosos.

. . . Continua Cuadro N° 5.5**Observaciones y eventos más saltantes encontrados durante la recolección de los Residuos Peligrosos.**

6. También en el ciclo 2008 – 2 se mejoro y corrigió la redacción del manual del procedimiento de disposición de residuos peligrosos de origen químico. Se imprimió copias que sean de uso de los alumnos. Para lograr su mejor aprovechamiento se suprimió la excesiva literatura y se trato a cada residuo separadamente y por cada experiencia de laboratorio. Además se ha colgado esta información en la web para acceso a los alumnos.
7. También, se ha colocado mayor cantidad de carteles y avisos en toda el área del laboratorio, desde las paredes, y mesas hasta en las ventanas del laboratorio. Con esto se ha enseñado por inducción al alumno a cumplir las reglas de seguridad del laboratorio.
8. Se ha estado haciendo uso de la vitrina del laboratorio para informar a toda la comunidad de la FIC en las medidas de protección y de seguridad implementada, así como de la sustitución y recolección de los residuos peligrosos.
9. Se ha invitó a las autoridades de la FIC a que visiten el laboratorio para que aprecien las medidas de seguridad y de recolección de los residuos peligrosos implementadas, logrando una aprobación unánime de estas medidas.
10. Se ha realizado el registro grafico mediante toma de fotos de todos los laboratorios realizados en los ciclos 2007 – 2, 2008 – 1, 2008 - 2. Para ilustrar y difundir las labores efectuadas. Para esto se ha contado con la participación de los alumnos y personal a cargo de la sección.
11. Es notoria la inquietud de varios alumnos por difundir las medidas implementadas y de que sean mejoradas con el tiempo.

Fuente: Elaboración propia.

Grafico N° 5.3
Recolección de los residuos químicos del Laboratorio



Fuente: Elaboración propia.

5.1.7 Sustitución de los residuos peligrosos.

Otro punto a resaltar durante esta labor de gestión, es que se logro la sustitución de dos reactivos muy tóxicos, por otros más inofensivos, a continuación se dan un resumen de los mismos.

5.1.7.1 Sustitución del Tetracloruro de carbono (CCl_4).

Esta sustancia de la que se hablo antes, se empleaba para detectar la presencia del yodo libre (I_2) en solución acuosa, formado por la electrolisis del NaI , en el Laboratorio N° 6 de electroquímica y corrosión. Debido a que el CCl_4 es insoluble en agua genera una fase en la parte inferior donde captura a las moléculas de yodo libre produciendo una coloración violeta o rojo oscuro muy característica. Los riesgos de exposición eran altos para los docentes, alumnos y empleados. Además de que liberado al ambiente esta sustancia, como los CFCs, son considerados destructores de la capa de ozono.

Sustitución.

Ahora ya no se emplea nunca más esa sustancia pues se logra un mejor resultado empleando una solución de almidón saturada, el proceso consiste en que se toma 0,5 mL de la muestra conteniendo el yodo libre y se le agregan 2 mL de la solución de almidón saturada, al agitar la mezcla esta toma un color violeta oscuro característico de la reacción entre el yodo libre y el almidón.

5.1.7.2 Sustitución del dicromato de potasio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$).

Esta sustancia de la que también se ha descrito antes, se empleaba como medio para comparar el nivel de corrosión que producía en un clavo limpio de hierro. Por tener pH ácido (5,0) era usado en el Laboratorio de N° 6 de Electroquímica y Corrosión a la concentración de 0,1 M. Y los efluentes eran eliminados al desagüe. Además de los riesgos de exposición de los alumnos, docentes y empleados.

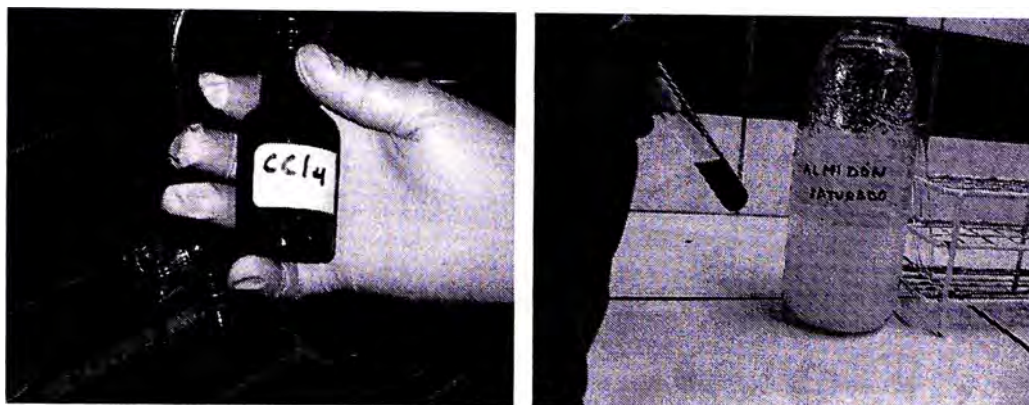
Sustitución.

Ahora se le ha sustituido, por una solución de cloruro de amonio, (NH_4Cl), 0,1 M de pH 5,5 y que cumple la misma función que el dicromato, pero con la ventaja de que no es una sustancia que tenga el nivel de peligrosidad de aquella sustancia.

Finalmente en el Grafico N° 5.4 se aprecian documentos gráficos de la labor de sustitución realizada.

Grafico N° 5.4

Sustitución de reactivos tóxicos en el Laboratorio.



Fuente: Elaboración propia.

5.1.8 Medidas de protección personal.

A partir del año 2008 – 1, contando con el apoyo del Decano, del Instituto de Investigación de la FIC y del Área Académica de Ciencias Básicas. Se implemento también el uso de guantes de protección para los alumnos que llevan el curso de química de la FIC. Siendo su uso de carácter obligatorio. Como se describió en el capítulo anterior, se dicto charlas sobre seguridad para sensibilizar a los alumnos de las ventajas de su empleo.

En el Cuadro N° 5.2 se resumen algunos comentarios recogidos en las encuestas tomadas a los alumnos al respecto. En el Grafico N° 5.5 se aprecia en la foto a los alumnos usando dicho equipo de seguridad y en el gráfico N° 5.6 se aprecia la señalización de seguridad implementada. En el Anexo N° V se aprecia un mayor registro gráfico al respecto.

Debe señalarse que en el año 2007, se había dado material de seguridad a los docentes del curso de química, constituidos en máscaras antigás 3M, guantes de protección y lentes de seguridad. Ampliando este uso al personal de servicio del laboratorio.

Grafico N° 5.5

Uso de equipos de seguridad en el Laboratorio



Grafico N° 5.6

Señales de seguridad



Fuente: Elaboración propia.

5.1.9 Disposición de los residuos recolectados.

A partir de la información encontrada en la bibliografía y teniendo como base la experiencia personal, durante todos los años de efectuar las prácticas del laboratorio de química de la FIC. A continuación, se resume brevemente diversas formas de disponer los residuos peligrosos recolectados en el Laboratorio de Química – FIC.

A. Minimización.- Algunos experimentos que se realizaban para cada grupo, resultaban repetitivos y no significaban un aumento en la calidad de la enseñanza. Por lo que se optó por realizar algunas experiencias de forma demostrativa para que los alumnos lo observen, sin necesidad de que se tenga que emplear mayor cantidad de reactivos.

Tal es el caso de la comprobación de la formación del Clorato de potasio (KCl), en el Experimento N° 2 del Laboratorio N° 2 Estequiometría. Para esto se usaba nitrato de plata, que se hacía reaccionar con un poco de solución acuosa obtenida a partir del KCl formado (P.Q: $\text{AgNO}_3 + \text{KCl} \rightarrow \text{AgCl} \downarrow + \text{KNO}_3$). De esta manera se evita generar un residuo mayor de AgCl.

También en el estudio de la Celda Galvánica, Experimento N° 1 del Laboratorio N° 6 Estequiometría. En lugar de emplear los dos litros de solución de CuSO_4 y ZnSO_4 que se gastaba cada ciclo, solo se emplea unos 250 mL de cada una y que sirven para los propósitos instructivos del curso, además dichas soluciones son recicladas posteriormente.

B. Reutilización.- Esto se puede hacer con ciertos compuestos, como la sal de CuSO_4 anhidra, la cual es recolectada en el Laboratorio N° 2 Experimento N° 3 obtención de una sal anhidra. Este compuesto se puede disolver nuevamente en agua para hidratarse nuevamente y recristalizarlo, obteniendo nuevamente el $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ y así ahorrar en la compra de nuevo producto.

C. Bolsa de residuos.- esta alternativa ya existe en el Perú, y sería otra forma de disponer estos productos de forma que se reutilicen, el inconveniente es que de entregarse a otras instituciones, no se tiene una garantía de que los productos finales sean dispuestos

convenientemente y se evite su posterior eliminación al medio ambiente lo cual está en contra de los objetivos propuestos.

D. Neutralización.- Esta medida sería útil, para el caso del ácido clorhídrico diluido que se recolecta en el Laboratorio N° 3 Experimento N° 2 Determinación del volumen molar normal, una forma simple de neutralizarlo sería empleando NaOH o CaCO₃ para obtener NaCl o CaCl₂, respectivamente.

E. Confinamiento.- Esta alternativa está sujeta a futuros trabajos de investigación y que podría ser motivo de estudios posteriores. Sería conveniente para el caso de residuos que sean muy tóxicos y que no se puedan tratar fácilmente o cuyo costo sea muy elevado para la cantidad de residuos producidos.

F. Entrega a una EPS - RS.- Esta alternativa, así como la anterior estaría indicada en residuos como las sales de plomo, de bario, los ferrocianuros, EDTA, soluciones de fenolftaleína y Negro de Ericromo – T, etc. Será materia de investigaciones futuras la evaluación de sus ventajas y desventajas entre una y otra.

Finalmente se debe señalar que los residuos peligrosos que se han recolectado en el Laboratorio se encuentran confinados temporalmente en un almacén, debidamente clasificados y que durante el transcurso del periodo de vacaciones se procederá a su disposición adecuada.

5.1.10 Evaluación final de resultados.

Por lo expuesto anteriormente se puede enumerar lo siguiente:

- a. Se logra efectuar un diagnóstico de la problemática de los residuos peligrosos generados en el Laboratorio de Química del FIC
- b. Se logra elaborar y aplicar un plan de manejo de estos residuos.
- c. Con esta aplicación, se obtiene una reducción casi total del vertido de los residuos producidos en el Laboratorio de Química de la FIC.
- d. Se logra un mayor compromiso de las personas que usan el laboratorio de química de la FIC, en aspectos de protección, sustitución de sustancias peligrosas, seguridad y cuidado del medio ambiente.
- e. Se cumplen los objetivos ambientales de prevención, cumplimiento de la ley, corrección de no conformidades y la mejora continua.

5.2 Propuesta del sistema de gestión de residuos peligrosos en el laboratorio de química.

En esta parte se presenta el esquema de la parte escrita correspondiente al Sistema de Gestión de los residuos peligrosos (RP) generados en el Laboratorio de Química de la FIC (LQF). Adecuado según la Norma ISO 14001 [17]. Los instructivos se listan en Anexo N° VII Listado Maestro de Documentos y se describen en el Anexo N° VIII. Instructivos del Sistema de Gestión de los RP generados en el Laboratorio de Química de la FIC.

5.2.1 Introducción

El Laboratorio de Química de la Facultad de Ingeniería Civil, da servicio a la parte académica del curso de química y proporciona servicios de análisis químicos de aguas y agregados para construcción.

Además brinda servicios a la labor de investigación y tesis de integrado y postgrado. El laboratorio también ejecuta actividades vinculadas a la protección de la salud y del medio ambiente, aspecto que es considerado sumamente importante para el mejoramiento de la calidad de vida de los estudiantes y demás usuarios.

En este contexto, se está implementando un Sistema de Gestión Ambiental que sustente la protección ambiental y la prevención de la contaminación debido a sus actividades.

5.2.2 Objetivos y alcances.

Objetivo

El presente trabajo propone el Sistema de Gestión Ambiental (SGA) implementado para el manejo de los residuos peligrosos (RP) generados por el Laboratorio de Química de la FIC (LQF), en correspondencia con los requisitos establecidos en la ISO 14001:2004 Sistemas de Gestión Ambiental (SGA) - Especificaciones y Directrices para su utilización [17].

Alcances

El Sistema de Gestión de Residuos Peligrosos implementado en el Laboratorio de Química- FIC considera las actividades desarrolladas en el ambiente del Laboratorio de Química de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad de Ingeniería.

5.2.3 Definiciones.

En esta sección se dan las definiciones de los términos que se utilizan en el presente trabajo y en los documentos del SGA, basados en el modelo de la ISO 14001:2004. [17].

Medio ambiente: Entorno en el cual el ambiente físico del Laboratorio de Química opera, incluyendo el aire, el agua, la tierra, los recursos naturales, los seres humanos y sus interrelaciones.

Aspecto Ambiental: Elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que pueden interactuar con el ambiente.

Aspecto ambiental significativo: Es un aspecto ambiental que tiene o puede tener un impacto ambiental significativo.

Impacto ambiental: Cualquier cambio en el ambiente, sea adverso o beneficioso, resultante de manera total o parcial de las actividades y servicios del Laboratorio de Química.

Sistema de Gestión Ambiental: La parte del sistema general de gestión que incluye la estructura organizacional, planificación de las actividades, responsabilidades, prácticas, procedimientos, procesos y recursos para desarrollar, implementar, llevar a efecto, revisar y mantener la política ambiental.

Política ambiental: Declaración por parte del Laboratorio de Química de sus propósitos y principios en relación a su desempeño ambiental general, la cual constituye un marco de referencia para la acción y definición de sus objetivos y metas ambientales.

Objetivo ambiental: Fin ambiental de carácter general, el cual tiene su origen en la política ambiental, que el Laboratorio de Química ha establecido para sí, y es cuantificable en la medida de lo posible.

Meta ambiental: Requisito detallado del desempeño, cuantificado cuando sea posible, aplicable al Laboratorio de Química o a partes de la misma, que tiene su origen en los objetivos ambientales y debe ser establecido y cumplirse a fin de alcanzar dichos objetivos.

Partes interesadas: Individuo o grupo interesado o afectado por el desempeño ambiental del Laboratorio de Química.

Desempeño ambiental: Resultados mensurables del Sistema de Gestión Ambiental, relativos a un control por parte del Laboratorio de

Química de sus aspectos ambientales en función de su política, objetivos y metas ambientales.

Mejora continua: Proceso de intensificación del Sistema de Gestión Ambiental para la obtención de mejoras en el desempeño ambiental general, de acuerdo con la Política Ambiental (PA) del Laboratorio de Química.

Auditoria del Sistema de Gestión Ambiental: Proceso de verificación sistemático y documentado orientado a obtener y evaluar objetivamente evidencias que permitan establecer si el Sistema de Gestión Ambiental de una organización se ajusta a los criterios de auditoria según lo especifica el Procedimiento para el desarrollo de Auditorias al Sistema de Gestión Ambiental, y para comunicar los resultados de este proceso a la Dirección del Instituto de Investigación de la FIC (DII – FIC).

Prevención de la contaminación: Utilización de procesos, prácticas, materiales o productos que evitan, reducen o controlan la contaminación, pudiendo incluir el reciclaje, tratamiento, cambios de procesos, mecanismos de control, uso eficiente de las recursos y sustitución de materiales.

Auditor: Persona calificada para realizar auditorias del Sistema de Gestión Ambiental.

Auditor líder: Persona calificada para realizar y coordinar auditorias del Sistema de Gestión Ambiental.

Mapeo de actividades ó diagrama de bloques: Metodología por la cual se identifican los reactivos que entran a una determinada operación y los desperdicios generados durante el desarrollo de las actividades.

Característica clave: Las características mas importantes de las actividades del laboratorio que puedan tener un impacto ambiental significativo. Son las características de los reactivos empleados, condiciones de operación y la seguridad de los trabajadores que deben ser monitoreadas y/o controladas para evitar o minimizar un impacto ambiental significativo.

Codificación: La identificación que deben tener todos los documentos emitidos internamente para dar soporte al Sistema de Gestión Ambiental.

Comunicación Interna: Toda aquella transferencia de información (programas, planes, actividades, resultados, etc.) relacionada con los aspectos ambientales y el SGA que están dirigidas al personal del Laboratorio de Química de I a FIC.

Comunicación externa: Toda aquella transferencia de información (programas, planes, actividades, resultados, etc.) relacionada con los aspectos ambientales y el Sistema de Gestión Ambiental, dirigida a partes interesadas externas.

Documento: Cualquier soporte que contiene información en que se establecen reglas y directrices o se especifican características para ciertas actividades o sus resultados.

Etapas: Secuencia de actividades donde se utilizan reactivos que generan productos intermedios o finales deseados.

Evidencia objetiva: Información que puede ser probada como verdadera, basada en hechos obtenidos por medios de observación, medición, prueba u otros.

Instructivo de Control Ambiental ó Instructivo de Trabajo Ambiental: Es un documento de carácter técnico en el que se describe, con el nivel de detalle preciso (quien, cómo, cuando, dónde) el desarrollo del control de una determinada actividad crítica.

Insumo: Energía, recursos naturales, reactivos y materiales de mantenimiento que son utilizadas en una actividad.

Queja: Toda aquella inconformidad comunicada al Laboratorio de Química en la que se destaca o cuestiona el desempeño ambiental o la afectación de las partes interesadas externas.

No conformidad: Cualquier desviación de las intenciones y condiciones especificadas en el Sistema de Gestión Ambiental que pueda poner en peligro su efectividad o causar un detrimento del desempeño ambiental.

Observador: Persona designada para asistir a la preparación y desarrollo de la auditoría, como etapa de formación para conseguir la calificación de auditor.

Procedimiento de Gestión Ambiental: Es un documento de carácter fundamentalmente organizativo del Sistema de Gestión Ambiental en el

que se describe con el nivel de detalle necesario, como se desarrolla y quien interviene en una determinada función o actividad.

Procedimiento y/o requerimiento relevante: es aquel cuya difusión y conocimientos, a consideración del Comité de Gestión de Residuos Peligrosos de la Unidad de operación que ayudan a prevenir y/o reducir el impacto ambiental que pudiera presentarse como resultado del desarrollo de una actividad crítica.

Contaminante: Toda materia o energía en cualesquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural.

Contingencia ambiental: Situación de riesgo, derivada de actividades humanas.

Control: Inspección, vigilancia y aplicación de las medidas necesarias para el cumplimiento de disposiciones establecidas.

Descarga: residuos líquidos vertidos en el sistema de desagüe o alcantarillado, desde el punto de generación.

Emisión: residuos gaseosos vertidos en el aire, justo en el punto de salida de la chimenea o fuente de generación.

Material peligroso: Elementos, sustancias, compuestos, residuos o mezclas de ellos que, independientemente de su estado físico, representen un riesgo para el ambiente, la salud o los recursos naturales, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-Infecciosas. **(Deben de adecuar esta definición a la definición de la legislación ambiental peruana).**

Protección: El conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y controlar su deterioro.

Recurso natural: El elemento natural susceptible de ser aprovechado en beneficio del hombre.

Residuo: Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo genera.

Residuos peligrosos: Todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico- infecciosas, representen un peligro para el medio ambiente.

Restauración: Conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales.

Sustitución: Toda actividad cuyo objetivo, planificación, ejecución y resultado evite el uso de materiales y/o reactivos que generen residuos tóxicos y peligrosos.

5.2.4 Política ambiental.

El Laboratorio de Química de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería, como organismo de apoyo del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Civil, reconoce su responsabilidad con el medio ambiente y se compromete a:

- Cumplir con las leyes y regulaciones nacionales referidas a las actividades y servicios de nuestro organismo.
- Reducir constantemente el impacto ambiental negativo de las actividades y servicios.
- Prevenir y/o minimizar el consumo de energía eléctrica y agua generados durante el desarrollo de las actividades y servicios.
- Reducir y eliminar el impacto negativo ocasionado por el vertimiento de efluentes, generación de residuos sólidos y emisiones atmosféricas.
- Mejorar eficientemente las actividades que realiza para prevenir la contaminación ambiental.
- Minimizar los riesgos de salud y seguridad para toda persona que realice labores en este laboratorio.
- Implementar y promover el reciclado de materiales y el uso de tecnologías más limpias en todas las prácticas y labores del laboratorio.

- Difundir los logros obtenidos a la comunidad universitaria, académica y administrativa sobre la importancia de la protección personal, la sustitución de sustancias tóxicas y el cuidado del Medio Ambiente.

5.2.5 Misión y Visión

MISIÓN

Garantizar que las actividades que realiza tanto en el aspecto académico, el análisis químico, la proyección social y la investigación, se basen en la normativa legal vigente, la prevención, el cuidado de la salud y del medio ambiente.

VISIÓN

Ser reconocido a nivel interno y externo como un organismo líder en la gestión del laboratorio químico cumpliendo los estándares de calidad ambiental, preservando la salud y el medio ambiente.

5.3 Planificación

5.3.1 Aspectos ambientales

Para la identificación de los aspectos ambientales de las actividades y servicios que el LQF realiza, ha establecido el procedimiento G01-08 IDENTIFICACIÓN DE LOS ASPECTOS AMBIENTALES E IMPACTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS, que es aplicable a todas las actividades que contaminan o pueden contaminar el medio ambiente; así como aquellos que hacen uso de recursos escasos y cuya utilización no controlada afecte la comunidad de usuarios. Este se aprecia en el Anexo N° IV

Este procedimiento incluye los Criterios de significancia que permiten distinguir entre los impactos ambientales significativos de los que no lo son. Estos Criterios de significancia se deben revisar para asegurar su congruencia con la Política Ambiental establecida, de acuerdo con el procedimiento G02-08 REVISIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL POR LA JEFATURA.

5.3.2 Requisitos legales y otros requisitos

Las operaciones del LQF en sus diferentes actividades y servicios están sujetas a diversos requisitos legales cuyo fin es el de regular el desempeño ambiental.

Para la identificación y acceso a los requisitos legales a los cuales está sujeta, así como a otros requisitos relacionados directamente con sus aspectos ambientales, se ha establecido el procedimiento G03 – 08 IDENTIFICACIÓN, ACCESO Y ACTUALIZACIÓN DE REQUISITOS LEGALES, donde está considerada toda la legislación y reglamentación nacional y local en la que se vean involucradas, directa o voluntariamente.

Se consideran requisitos voluntarios a los acuerdos, convenios y estándares internos que son adoptadas voluntariamente por parte del Laboratorio de Química de la FIC.

La distribución y control de los dispositivos legales identificados se efectúa de acuerdo al procedimiento G05-08 CONTROL DE LOS DOCUMENTOS Y DATOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL.

5.3.3 Objetivos y metas

El Laboratorio de Química ha establecido los Objetivos y Metas Ambientales correspondientes a cada una de las funciones y niveles involucrados con los aspectos ambientales previamente identificados, para que sean coherentes con la Política Ambiental del laboratorio.

Para la definición de estos objetivos y metas, se ha tenido en consideración los requerimientos legales y de otro tipo, los aspectos ambientales significativos, las opciones tecnológicas y los argumentos de partes interesadas externas.

OBJETIVOS

- Eliminar paulatinamente la utilización de reactivos tóxicos y cancerígenos en un plazo de dos años.
- Reducir el vertido de efluentes líquidos que contengan residuos peligrosos en un plazo de tres años.
- Controlar el exceso de emisiones atmosféricas contaminantes y la generación de residuos sólidos peligrosos.
- Minimizar el uso de agua y energía eléctrica en las operaciones del laboratorio.

METAS

- Implementar un sistema de gestión de Residuos Peligros (RP) generados en el Laboratorio de Química – FIC.

- Eliminar totalmente el uso del tetracloruro de carbono, CCl_4 .
- Eliminar totalmente el uso del dicromato de potasio $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ en las prácticas del laboratorio de química.
- Sustituir actividades de riesgo en todas sus operaciones por buenas prácticas de laboratorio.
- Reducir el uso del ácido clorhídrico y amoníaco en las experiencias.
- Reducir el uso de sales de plomo en las experiencias.
- Implementar programas de control de emisiones atmosféricas de gases contaminantes (CO, vapores de cromo, etc.).
- Implementar medidas de protección personal para el personal que trabaja en el laboratorio (docente y trabajador) y los usuarios del mismo (alumnos, graduados y personal de servicio o externo).
- Elaborar un manual de procedimientos en todas sus operaciones tanto en las prácticas de laboratorio como en los sistemas de seguridad ocupacional y de protección ambiental.
- Elaborar un manual de procedimientos para el recojo de todos los residuos químicos generados en las practicas de laboratorio.
- Instalar sistemas de control y mitigación de accidentes y desastres, sea por causas naturales o por factores humanos.
- Realizar convenios para el control y supervisión de las mejoras paulatinas con la autoridad Ambiental y de salud competente (CONAM, DIGESA, MINSA, etc.).
- Mantener un registro actualizado de los eventos ocurridos en sus actividades y de las acciones pertinentes tomadas en caso de accidentes y desastres, que puedan servir de pautas para futuras emergencias.
- Mantener un sistema de primeros auxilios ordenado y actualizado.

5.3.4 Programas de gestión ambiental

Para cumplir con los objetivos y metas ambientales planteadas, se define que el LQF establece y mantiene los programas de gestión ambiental, orientados al manejo de los residuos peligrosos, la protección de la salud y del medio ambiente, esto genera diversos documentos donde se consignan los mecanismos desarrollados y los

plazos definidos para las actividades en las que se haya identificado un aspecto ambiental significativo.

Estos programas se elaboran para alcanzar los objetivos y metas ambientales, basándose en los criterios de: protección a la salud, al medio ambiente y en la sustitución de sustancias tóxicas. Se empleó la Norma ISO 14001 como base para el desarrollo del modelo de gestión de los RP y se tomó en cuenta la opinión dada por las encuestas.

Estos programas se ven reflejados en los Procedimientos del Sistema de Gestión de Residuos Peligrosos Anexo VIII (del G – 02 al G – 19). En estos se incluye la asignación de responsabilidades y se hace mención del reglamento de organización y funciones (ROF) y Manual de Organización y Funciones (MOF) del Laboratorio de Química.

Con esto se espera alcanzar los objetivos de un buen desempeño ambiental como son el cumplimiento a la ley, la prevención y la mejora continua.

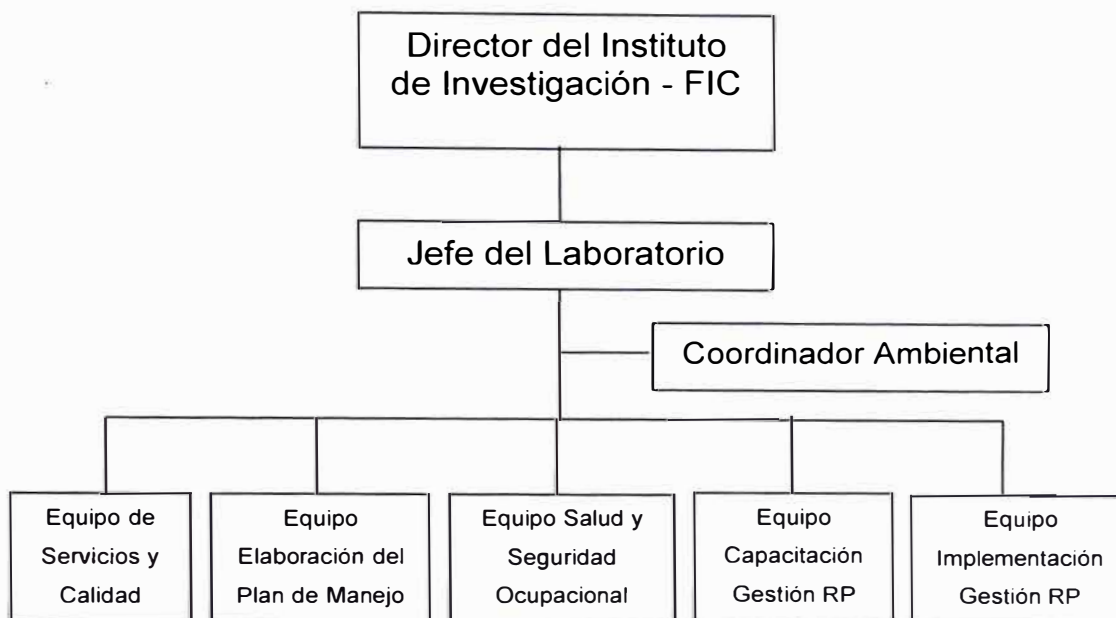
5.4 Implementación y operación.

5.4.1 Estructura y responsabilidades

Se ha propuesto una estructura organizativa diseñada para permitir el cumplimiento de la Política Ambiental, el logro de los objetivos y metas planteadas y se ha definido en el presente trabajo las responsabilidades inherentes a este tema.

En la Figura N° 1.1 se muestra el organigrama donde se indican los diferentes niveles encargados de administrar la gestión ambiental del laboratorio. Debe señalarse que debido a la poca cantidad y participación de los profesionales involucrados el sistema se requiere de un apoyo de los otros organismos de la Facultad.

Figura N° 5.1
Organigrama del Comité de Gestión



Fuente: Elaboración propia.

Descripción de la Organización

El Comité de Gestión (CG) está presidido por el Director del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Civil (FIC), y está integrado por funcionarios y empleados de los siguientes equipos:

Equipo de Servicios y Calidad.

Equipo de Elaboración del Plan de Manejo de Residuos Peligrosos.

Equipo de Salud y Seguridad Ocupacional.

Equipo Capacitación en Gestión de RP.

Equipo de Implementación del Sistema de Gestión de RP.

5.4.2 Capacitación, sensibilización y competencia profesional

Con el objeto de garantizar que las actividades de identificación, programación y ejecución de la capacitación se realicen de acuerdo a las necesidades y recursos del LQF y que de esta manera exista en cada puesto de trabajo una persona capacitada y entrenada que desarrolle en forma eficiente sus funciones, se ha establecido el procedimiento G06 – 08 CAPACITACIÓN.

Asimismo, y con el objeto de asegurar que el personal del laboratorio se encuentre sensibilizado y comprometido con los temas de desempeño ambiental, se ha implantado un Programa de Sensibilización que se

ejecuta de acuerdo con el procedimiento G07 – 08 SENSIBILIZACIÓN AMBIENTAL. Este procedimiento y los demás relacionados con el SG de RP se describen en el Anexo N° VIII

De esta manera el LQF puede demostrar que:

- a) El personal que realiza actividades que puedan causar impactos ambientales significativos es competente sobre la base de una educación apropiada, entrenamiento y/o experiencia.
- b) El personal de cada función y nivel debe tener conciencia de:
 - La importancia de cumplir con la Política Ambiental definida en el acápite 5.2.4, los procedimientos e instructivos ambientales y con los requerimientos del Sistema de Gestión Ambiental
 - Los impactos ambientales significativos, reales o potenciales, causados por sus actividades, y los beneficios ambientales derivados de una mejora de su desempeño.
 - Sus roles y responsabilidades para cumplir con la Política Ambiental, los procedimientos e instructivos ambientales y con los requerimientos del Sistema de Gestión Ambiental incluyendo los requerimientos para la prevención y las respuestas en caso de no conformidades y en situaciones de emergencias.
 - Las posibles consecuencias de no cumplir con lo especificado en los procedimientos operativos y los requisitos legales.

5.4.3 Comunicación

Se ha establecido una metodología para:

- Realizar comunicaciones internas entre los distintos niveles y funciones del laboratorio.
- Recibir, documentar y responder a la comunicación externa relevante respecto a los aspectos ambientales y el Sistema de Gestión Ambiental.

Efectuar comunicaciones externas respecto a los aspectos ambientales significativos y registrar la decisión de hacerla o no.

Los canales de comunicación que cumplen con lo anteriormente expuesto se encuentran documentados en el procedimiento G08 – 08 COMUNICACIÓN INTERNA Y G09 – 08 COMUNICACIÓN EXTERNA.

5.4.4 Documentación del sistema de gestión ambiental

El Comité de Gestión, a través de la Coordinación Ambiental establece y mantiene información impresa y electrónica que describe los elementos principales del Sistema de Gestión Ambiental y las interacciones existentes.

Esta documentación incluye la descripción de los procedimientos de Gestión Ambiental, los Instructivos de Trabajo, los Registros y demás información indispensable para el adecuado funcionamiento del Sistema de Gestión de Residuos Peligrosos generados en el LQF.

Para facilitar la elaboración de los diferentes documentos del Sistema de Gestión Ambiental se cuenta con el procedimiento G04 – 08 ESTRUCTURA DE LOS DOCUMENTOS Y DATOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL, el cual establece los principios básicos de dicha estructura.

5.4.5 Control de la documentación

Se ha establecido el procedimiento G05 – 08 CONTROL DE DOCUMENTOS Y DATOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL donde se definen las actividades y responsabilidades concernientes a la elaboración, revisión, aprobación, codificación, distribución, acceso, modificación, retiro y archivo de los documentos propios del SGA para los Residuos Peligrosos, incluyendo los documentos de procedencia externa. De esta manera el laboratorio asegura el control de los documentos de tal forma que:

- Sean localizados sin inconvenientes
- Sean examinados, revisados, modificados cuando sea requerido y aprobado por el personal autorizado para ello.
- Las versiones vigentes de los documentos relevantes estén disponibles en todos los puntos en los que se realicen actividades esenciales para el funcionamiento efectivo del SGA.
- Los documentos obsoletos sean prontamente retirados de todos los puntos de edición y uso.
- Todos los documentos obsoletos retenidos con finalidades legales y/o de preservación de conocimientos sean identificados convenientemente.

5.4.6 Control de las operaciones

El mecanismo para identificar las operaciones y actividades relacionadas con los aspectos ambientales significativos esta descrito en el procedimiento G10 – 08 CONTROL DE LAS OPERACIONES, con el objeto de planificar la ejecución de las mismas bajo condiciones especificadas y documentadas dentro de los criterios operacionales establecidos

Estas actividades, incluyendo el mantenimiento, son planeadas y desarrolladas de modo que se asegura que se realice de acuerdo a:

- Instrucciones de Trabajo en los que se ha considerado criterios ambientales operativos para cubrir situaciones en las que su ausencia, podría conducir a desviaciones de la política, los objetivos y metas ambientales.
- La implantación y el mantenimiento de instrucciones relacionadas con los aspectos ambientales significativos identificables de servicios usados por el laboratorio, y la comunicación de los procedimientos y requerimientos a los usuarios.

Estas instrucciones han sido desarrolladas, con el fin de asegurar el control de los aspectos ambientales significativos asociados y el cumplimiento de requisitos ambientales legales y voluntarios. Asimismo, de acuerdo a lo anteriormente expuesto, se ha desarrollado el procedimiento G11 08 MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO.

5.4.7 Planes de emergencia y capacidad de respuesta

Se ha establecido los procedimientos G12 – 08 IDENTIFICACIÓN DE ACCIDENTES Y SITUACIONES DE EMERGENCIA y G13-08 ELABORACIÓN DE PLANES DE EMERGENCIA Y CAPACIDAD DE RESPUESTA, los cuales permiten identificar los posibles accidentes, responder a situaciones de emergencia, prevenir y reducir los impactos ambientales que puedan estar relacionados con dichas situaciones. Todos estos documentos se aprecian en el Anexo N° VIII.

5.5 Comprobación y acción correctiva.

5.5.1 Medición y monitoreo

Se han establecido procedimientos para monitorear y medir las características más importantes de las actividades que puedan tener un impacto significativo sobre el medio ambiente. La metodología está descrita en el procedimiento G14 – 08 MONITOREO Y MEDICIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL.

Asimismo, se cuenta con un sistema de mantenimiento y calibración de los equipos, mediante Programas de Mantenimiento y Programas de Calibración, para los equipos involucrados en la Gestión de los RP. Este Programa se aprecia en el Anexo XI Documentos Varios.

Por otra parte, se ha elaborado para el LABORATORIO DE QUÍMICA el procedimiento G15 – 08 VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA LEGISLACIÓN Y REGLAMENTACIÓN AMBIENTAL para evaluar periódicamente el cumplimiento con la legislación y las reglamentaciones ambientales correspondientes y comunicar cualquier cambio de las mismas a los niveles involucrados.

5.5.2 No conformidades y acciones correctivas y preventivas

Se mantiene un procedimiento para definir la responsabilidad y la autoridad en el manejo y la investigación de las no conformidades al SGA para el manejo de los RP, tomando medidas para mitigar los impactos causados y para iniciar y completar acciones correctivas y preventivas. Esta metodología se encuentra documentada en el procedimiento G16 – 08 ACCIONES CORRECTIVAS Y PREVENTIVAS.

El procedimiento establecido asegura que las acciones correctivas y preventivas realizadas para eliminar las causas de no conformidades reales o potenciales son apropiadas respecto a la magnitud de los problemas, y proporcionales al impacto ambiental detectado.

De ser el caso, se registra en la documentación todos los cambios que resulten de acciones correctivas y preventivas.

5.5.3 Registros

Se ha establecido el procedimiento G17-08 CONTROL DE REGISTROS DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL donde indica cómo se identifica, conserva y dispone los registros ambientales, incluyendo los

registros de entrenamiento, los resultados de auditorías y las revisiones del sistema.

Estos registros son legibles, identificables y trazables para la actividad y servicio involucrado y se archivan y mantienen de tal forma que son de fácil acceso y protegidos contra daños, deterioros o pérdidas. También se establecen y registran los tiempos de conservación. Los registros se mantienen para demostrar la conformidad con los requerimientos de la Norma ISO 14001: 2004.

5.5.4 Auditorías al sistema de gestión ambiental

Las Auditorías Internas al Sistema de Gestión Ambiental están planificadas en el Programa Anual de Auditorías Internas y se ejecutan de acuerdo con el procedimiento G18 – 08 AUDITORÍAS INTERNAS DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL.

Estas auditorías se realizan con el objeto de determinar si el sistema cumple con las disposiciones planeadas para la Gestión Ambiental, incluyendo los requerimientos de la norma ISO 14001: 2004 [17] y si este ha sido, adecuadamente implantado y mantenido.

Se incluyen también en este procedimiento los requerimientos que deben cumplir quienes conducen las auditorías.

5.6 Revisión por la dirección.

La Dirección del Instituto de Investigación – FIC con el apoyo del Jefe de Laboratorio revisan el SGA para el manejo de los RP para asegurar que sea apropiado, adecuado y eficaz.

La revisión se realiza según lo establecido en el procedimiento G02 - 08 REVISION DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL POR LA JEFATURA. Este procedimiento asegura que dichas revisiones comprendan la evaluación de la información necesaria para ellas y que las decisiones tomadas sean documentadas para mejorar continuamente el SGA de los RP.

Si es necesario, después de la revisión, la Jefatura del laboratorio considerará la posibilidad de realizar modificaciones a su Política Ambiental, a los objetivos ambientales y a otros elementos de su Sistema. De ser el caso, lo comunicará a los niveles correspondientes responsables de su aplicación.

CAPITULO VI

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 Del diagnostico de la gestión de residuos peligrosos.

Cuando se inició este proyecto se trazaron varios objetivos, resumidos en: la protección personal, la eliminación del vertido de sustancias químicas al medio ambiente y la sustitución de sustancias tóxicas y cancerígenas.

Se pudo determinar que varias de las sustancias que se eliminaban en el laboratorio estaban involucradas dentro de esta clasificación y eso, se logro fácilmente con la información de seguridad que cada reactivo contiene. Además de información adicional encontrada en la bibliografía.

Al hacer el análisis de los procesos involucrados se pudo determinar los aspectos ambientales que generan los residuos tóxicos y que dan origen a los impactos ambientales.

Con esto se comprueba que existe la necesidad de aplicar un método de gestión de residuos para corregir estos impactos.

Con las encuestas iniciales que se tomaron, se logro recopilar una información de primera mano que dará soporte a la elaboración del plan de acción. Debido a que se usó secciones con alumnos ingresantes y de igual número en ambos casos, la comparación que se hace puede ser hecha sin mayor inconveniente. Efectuando un tratamiento estadístico en forma porcentual, para tener una base útil de comparación.

De los resultados de las encuestas hechas a la sección piloto y testigo (ver Tabla N° 5.1), se puede mencionar los siguientes puntos resaltantes:

- El nivel de conocimiento de los alumnos sobre medidas de seguridad y de protección personal y del medio ambiente es poco, pero que en la sección piloto tiende a ser un poco mayor (44 %) que en la sección testigo (19 %, y algo similar se puede observar en lo referido a las normas de manejo de los residuos peligrosos.
- Existe un 25 % de alumnos que descuidan el uso de guantes, entre otras razones porque se olvidan de traerlo, o porque les resulta incomodo, pero la gran mayoría (75 %) menciona que los usa.
- Debido a la continua información dada en los laboratorios, la sección piloto (44 %), muestra mejor conocimiento del nivel de toxicidad de los reactivos que usa, respecto a la sección testigo (19 %).

- Ambas secciones muestran un desconocimiento de las normas ISO 14001 e ISO 17025.
- Respecto a la disposición de residuos, se logró una recolección adecuada de los residuos del orden del 94% en la sección piloto en conjunto, lo que es un resultado muy bueno respecto de la sección testigo donde se llega solo a un 13 % de dicho recojo.
- Sobre la seguridad personal se observa que la sección piloto con medidas de protección no reporta efectos nocivos por contacto con los reactivos químicos, mientras que en la sección testigo, se reporta un caso, con resultado de dolor de cabeza.
- Sobre el conocimiento de los alumnos sobre los reactivos que considera peligrosos, se dan los mayores porcentajes para el Pb, HCl, CuSO₄, Cr y ferrocianuros. En ambas secciones.
- Finalmente en las sugerencias que los alumnos dan para el manejo de los RP generados en el LQF, en primer lugar se menciona a la sustitución (63 %), seguido del uso de medidas de protección (13 %) y en menor cantidad al tratamiento.

Sobre las encuestas dirigidas a los docentes (ver Tabla N° 5.2). Se puede resaltar lo siguiente:

- La mitad de los docentes desconoce las medidas de seguridad personal, y el 75 % desconoce el manejo adecuado de los RP.
- Aunque se les dio el equipo de seguridad personal apropiado, solo el 25 % lo usa totalmente y el resto parcialmente. Mayormente porque se olvidan, no lo consideran necesario o son incómodos para ellos.
- Sin embargo, afirman conocer las normas ISO 14001 y 17025.
- Sobre la disposición de residuos, solo un profesor lo realiza en su totalidad.
- Al manipular los residuos peligrosos producidos en el laboratorio de química, indican que han tenido contacto y estos les ha ocasionado problemas de salud como, mareos, náuseas e irritación a la piel.
- Su conocimiento de la peligrosidad de las sustancias tóxicas es moderado, así como su conocimiento de los riesgos involucrados.
- Sus sugerencias sobre el manejo de los Residuos Peligrosos, se orientan más a la sustitución, reducción o protección personal.

Sobre las encuestas previas dirigidas a los alumnos al inicio de ciclo, (ver Tabla N° 5.3). Se puede resaltar lo siguiente:

- Se puede apreciar en general que las conferencias tuvieron efectos positivos, pues se puede apreciar un aumento en el compromiso de los alumnos en conservar la salud y el medio ambiente, después de las mismas, a la vez de darse por enterados de las medidas de seguridad y de manejo de los residuos generados en el Laboratorio de Química.
- Sobre todo al final de la encuesta se nota un compromiso mayoritario para cuidar la salud y el medio ambiente.

Sobre las encuestas finales dirigidas a los alumnos al final de ciclo (ver Tabla N° 5.4). Se puede resaltar lo siguiente:

- Se puede apreciar en general que las conferencias y la continua dedicación para llegar al alumno, tuvieron efectos positivos, pues se puede apreciar un aumento en el conocimiento de las medidas de seguridad, del manejo de residuos peligrosos y de la sustitución de sustancias químicas tóxicas además del compromiso de los alumnos en conservar la salud y el medio ambiente.
- Por ejemplo, los niveles de segregación y recojo de residuos son mayores que en la etapa previa (95 % en promedio) y el uso de los equipos de seguridad es mayor (97%).
- Además los alumnos consideran importante la separación de residuos y la protección personal (95 %) y dicho porcentaje se incrementó de un ciclo a otro (97 %)
- Finalmente, se mantiene a la sustitución como la sugerencia más importante que dan los alumnos (35 %), seguido de la protección personal (20 %) y del tratamiento de los Residuos Peligrosos (6 %).

De todas las encuestas y de los resúmenes obtenidos se puede resumir que esta labor de manejo y gestión de los residuos ha tenido una aceptación importante entre los docentes y la comunidad estudiantil de la FIC.

6.2 De la propuesta del sistema de gestión de residuos peligrosos.

Sobre los resultados y logros alcanzados en esta parte se puede resumir:

- Se elige como modelo de gestión el de la Norma ISO 14001, por ser la que mejor se adapta a las necesidades del laboratorio, ya que el mayor volumen de residuos se concentra en la labor de apoyo a la enseñanza y es aquí donde se generan la mayor cantidad de residuos peligrosos de origen químico.
- Si bien se menciona a la Norma 17025, esta solo se toma de manera referencial, pues es más propia para laboratorios de ensayo y calibración. Además, porque esta norma no contempla los requisitos de regulación y de seguridad que debe tener un laboratorio, lo cual estaría en contraposición con los objetivos medioambientales propuestos.
- Sobre la norma OSHSA 18001, si bien tiene similitudes con la ISO 14001, la primera se limita más a la seguridad ocupacional, mientras que la segunda enfatiza la gestión medioambiental, la cual es el objetivo del presente trabajo.
- Se está cumpliendo en gran medida con la política ambiental diseñada para el laboratorio, pues se ha reducido el impacto ambiental negativo de los actividades, se ha reducido al mínimo el vertido de efluentes y de residuos sólidos, se ha concientizado a los docentes, alumnos y empleados sobre la prevención antes que la remediación.
- Se ha minimizado los riesgos a la salud y al medio ambiente y se fomenta el uso de tecnologías más limpias en las prácticas de laboratorio.
- Se logró un apoyo de la autoridad en estas medidas y se espera contar con este apoyo en futuros proyectos relacionados.

6.3 De la planificación del sistema de gestión.

Sobre los resultados alcanzados en esta parte se puede resumir:

- Se logro una plena identificación de los aspectos ambientales e impactos ambientales significativos, de esta manera el diseño del sistema de manejo y recolección de los RP está en concordancia con estos parámetros y su aplicación.
- Se está cumpliendo en gran medida con la aplicación y el cumplimiento de la ley, como por ejemplo, la Ley General del Ambiente. LEY N° 28611. Según menciona lo siguiente: (Ver Anexo N° VII Instructivo G03 – 08

Identificación, Acceso y Actualización de los Requisitos Legales) donde se menciona los siguientes artículos:

- * Artículo VI.- Del principio de prevención
 - * Artículo VII.- Del principio precautorio.
 - * Del Control de Materiales y Sustancias Peligrosas Artículo 83°
 - * De la Responsabilidad de los Profesionales y Técnicos Artículo 140°
 - * Artículo 142°.- De la responsabilidad por daños ambientales
 - * Artículo 143°.- De la legitimidad para obrar.
- Se está logrando cumplir los objetivos y metas ambientales, tales como la eliminación del uso de reactivos tóxicos y cancerígenos en el plazo de dos años, la emisión de efluentes líquidos, de controlar las emisiones atmosféricas y de basura contaminante.
 - También se están cumpliendo las metas como la eliminación del uso del tetracloruro de carbono (CCl_4) y el dicromato de potasio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$).
 - Se implementó las medidas de protección personal para docentes, alumnos y empleados que usan el laboratorio de química de la FIC.
 - También se ha elaborado un manual de procedimientos para el recojo de los residuos peligrosos generados en el laboratorio de Química.
 - Está en proyecto la reducción de consumo de agua en las prácticas de laboratorio y del uso de sales de plomo.
 - Finalmente se ha elaborado en una primera etapa, guías para el manejo del gas propano, listado de planes de emergencia, conformación de brigadas y un acta de reporte de emergencias. Como parte del programa de gestión ambiental.

6.4 De la implementación y operación.

Sobre los resultados alcanzados en esta parte se puede resumir:

- El organigrama propuesto, esta adecuado a las necesidades del laboratorio, pues no se cuenta con una gran cantidad de personas que laboran allí, pero que al menos cumplen con los requisitos mínimos para su desarrollo
- Se está capacitando, continuamente, sea por las conferencias o por diálogos directos con los alumnos, docentes y empleados que laboran en el laboratorio de química.
- Se está implementando los sistemas de comunicación, información, control de la documentación, manteniendo el registro de las fichas de seguridad de

los reactivos químicos y del control de las operaciones. Mediante el diseño de hojas de reporte de eventos.

- Finalmente se ha elaborado los instructivos para emergencias en casos de fuga de gas propano, además de concientizar a los docentes, alumnos y empleado que mantengan siempre las normas de trabajo adecuadas. De esta manera se puede decir que el record de accidentes en el Laboratorio es Cero desde su inauguración hasta el día de hoy.

6.5 De la comprobación y acción correctiva.

Sobre los resultados alcanzados en esta parte se puede resumir:

- Como se ha descrito antes, durante la implementación del sistema de manejo de los residuos peligrosos, se ha anotado y resumido los principales problemas y soluciones efectuadas, este proceso cumple con otra característica del sistema de gestión como es la mejora continua y así lograr los objetivos de prevención y cumplimiento de la ley.

6.6 De la revisión por la dirección.

Sobre los resultados alcanzados en esta parte se puede resumir:

- Se está manteniendo una información permanente entre la autoridad inmediata, como es la dirección del instituto de investigación de la FIC y también con el Decanato. De tal manera que el laboratorio reciba los aportes y apoyo respectivos.
- De acuerdo a esto, por ejemplo se envió comunicación a la dirección sobre las medidas de seguridad y protección personales que se han implementado, de las conferencias dictadas y de la gestión de los residuos peligrosos. Obteniendo una probación a dicha labor.
- También se ha enviado comunicación sobre la sustitución de los reactivos tóxicos y cancerígenos, lo que está de acuerdo con la política ambiental y los objetivos y metas mencionados antes.

Finalmente, podemos resumir que esta labor de implementación del sistema de gestión de Residuos Peligrosos, se está aplicando satisfactoriamente desde el ciclo 2007 – 2 y que seguirá en progreso conforme a los objetivos de la mejora continua planteados al inicio de este trabajo.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

1. Se empleo la Norma ISO 14001: 2004 como modelo para realizar la gestión de residuos peligrosos generados en el Laboratorio de Química FIC debido a que se adecua más a las necesidades del laboratorio, tanto en el desempeño de la prevención, y la mejora continua. El cumplimiento de esta norma permitirá que el Laboratorio trabaje con calidad ambiental y a la vez favorecerá la futura labor de acreditación de la Institución.
2. Se encontró niveles elevados de concentraciones de residuos considerados peligrosos (Cr^{+6} , Pb, CCl_4), los cuales eran vertidos al desagüe o a la basura convencional.
3. La implementación de medidas de prevención y protección para el desarrollo de las prácticas de Laboratorio de Química de la FIC, ha sido un proceso de aceptación gradual, desde su puesta en funcionamiento.
4. El hacer que las personas que laboran en un Laboratorio de química estén más comprometidos con el desarrollo de una mayor conciencia ambiental y de respeto a las normas de protección y seguridad, ayudo a lograr el objetivo de preservar su salud y evitar o minimizar el daño al medio ambiente.
5. Se logró motivar al alumno a trabajar en el laboratorio bajo el principio de prevención, dando énfasis a la sustitución de sustancias químicas tóxicas y cancerígenas por otras de menor peligro y riesgo pero que permiten lograr los mismos objetivos en los ensayos químicos. Así se evitaban posibles daños que muchas veces son irreparables.
6. Los aportes recogidos en la aplicación de las encuestas de opinión, contribuyeron a mejorar la labor de implementación del manejo de los residuos peligrosos que se generan en el Laboratorio de Química.
7. Los resultados de esta labor de gestión de residuos peligrosos demuestran que se logra evitar el vertido de residuos peligrosos de origen químico al medio ambiente, reduciendo la contaminación del agua, suelo y aire; sin embargo, es necesario que estos procedimientos sean mantenidos y mejorados continuamente.

8. En el laboratorio de química de la FIC, como parte de la aplicación de la propuesta de gestión de los residuos peligrosos, se ha realizado con éxito la sustitución de dos reactivos tóxicos y cancerígenos: el tetracloruro de carbono (CCl_4) y el dicromato de potasio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$). logrando algunos de los objetivos ambientales mencionados en el acápite 5.3.3 del Capítulo V.
9. La aplicación de carteles indicadores y de ayudas pedagógicas dadas en la clase, ha servido para reforzar la implementación de este sistema de gestión de residuos, logrando además difundir las ventajas del uso de buenas prácticas de laboratorio y lograr una mayor participación de los alumnos.
10. Otro refuerzo a la labor de implementación de este sistema, fue las charlas dirigidas a los padres de los alumnos, de tal manera de ampliar la toma de conciencia sobre la protección del medio ambiente, la práctica de los criterios de prevención en el desempeño cotidiano, así como la sustitución o eliminación del uso de sustancias químicas peligrosas y evitar o minimizar la generación de desechos.
11. En la Implementación de las normas de trabajo de seguridad y de gestión de residuos peligrosos en el Laboratorio, la buena disposición de parte de los alumnos para aprender y cumplir las normas establecidas, se debió a la efectiva sensibilización y dialogo constante. Esto se deduce de los resultados de las encuestas tomadas a los alumnos antes y después de la implementación. El apoyo de las autoridades de la FIC resultó valioso durante todo este proceso, en especial, para implementar las campañas de difusión y sensibilización sobre el manejo de los residuos peligrosos.

7.2 Recomendaciones

1. Se recomienda que un laboratorio de química, debe capacitar a su personal en elaborar y actualizar archivos con las hojas MSDS de cada sustancia para saber el grado de toxicidad y peligrosidad de los compuestos químicos.
2. Se recomienda la elaboración de un proyecto de sistema de difusión para toda la población, tanto dentro como fuera del campus Universitario, sobre el peligro y los riesgos que involucra el manejo de sustancias químicas, la prevención, la sustitución de ciertas sustancias químicas considerados peligrosos y la forma de reducir o eliminar los desechos.
3. Es recomendable el desarrollo de proyectos de investigación para implementar nuevas prácticas de laboratorio que tengan como objetivo la sustitución de sustancias químicas tóxicas y cancerígenas por otras menos nocivas. Así como el desarrollo de técnicas de reciclaje, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos generados.
4. Se recomienda realizar convenios entre instituciones como DIGESA, DISA, para mantener un sistema de vigilancia sanitaria de la población que labora en un laboratorio de química.
5. Es recomendable desarrollar proyectos para que desde los primeros ciclos de estudio, los alumnos se sientan comprometidos con el cuidado del medio ambiente. Por ejemplo, incluir algunos temas dentro de un curso.
6. Se recomienda el efectuar concursos, ofreciendo incentivos a la persona que ofrezca alternativas más limpias para el manejo y/o sustitución de las sustancias químicas peligrosas.
7. Se recomienda instituir una línea de asesoría en gestión más limpia de laboratorios, que se difunda vía video, internet, TV u otros medios, esperando su aplicación en otras dependencias dentro o fuera de la UNI.
8. Se recomienda realizar estudios de costos relacionados con la implementación de las medidas de gestión de residuos peligrosos generados en el Laboratorio de Química.
9. Se recomienda que este modelo pueda ser implementado en otros Laboratorios de la Universidad de Ingeniería o en otras instituciones u organismos donde utilicen sustancias químicas y generen residuos peligrosos.

FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Guía para el manejo de residuos químicos en el laboratorio, Osicka, Rosa M. - Benitez, Mónica E. - Blanes, Patricia S. Herrera Ahuad, Carlos E. - Giménez, María C. Cátedra de Química Analítica General. Facultad de Agroindustrias. U.N.N.E. UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE, Saenz Peña, Chaco, Argentina. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas, 2005.
2. NTP 900.058:2005 Código de colores para los dispositivos de almacenamiento de residuos. INDECOPI, 2005.
3. Manejo Tratamiento y Confinamiento temporal de Residuos peligrosos. M. Sc. Adelina Hernández Hurtado, M. Sc. Alicia Ramírez Medrano, M. Sc. Aurora de Jesús Garza Juárez. Universidad Autónoma de Nuevo León. México. Facultad de Medicina. Laboratorios de Docencia Investigación y Servicio del Departamento de Química Analítica. 2005
4. Prevención De La Contaminación Y Manejo Ambiental En La Universidad autónoma de Yucatán UADY. México. Roger Iván Méndez Novelo, María Rosa Sauri Riancho, María Milagrosa Pérez Sánchez. Noviembre del 2004.
5. Efecto de las sustancias químicas en la persona y el Medio Ambiente. Dr. Miguel A. Sirés Mitjans, Webmaster, Facultad de Química. Universidad de La Habana. Cuba 2007
6. Rutherford T. Johnstone, A. B., M. D. Medicina del trabajo e higiene Industrial 1955, Buenos Aires, Editorial Nova, pg. 164 – 181, 255 – 285, 322 – 345.
7. E.R. Plunkett, M.D. Manual de Toxicología Industrial, 1978. Bilbao, España. Editorial Urmo, S.A. pg. 25 – 26, 74 – 75, 98 – 100, 133 – 135, 190 – 191, 357 – 359, 440 – 443, 492 – 494
8. Neil Pearce, Paolo Boffetta, Manolis Kogevinas, Organización Internacional del Trabajo, Ministerio del Trabajo y Asuntos Sociales – España. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. Cáncer: Introducción, 10 Enero del 2007.

<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo1/2.pdf>

9. Chem DAT. Merck Sharp and Donne. 2007. <http://www.chemdat>
10. Protocolo de Montreal relativo a las Sustancias que agotan la capa de ozono. Programa de las Naciones Unidas Para el Medio Ambiente, PNUMA. 16 de Setiembre de 1987.
- 11 Sappington, C. O.: Essentials Of Industrial Heath, Philadelphia, 1943, J. P. Lippincott Co.
- 12 Greenpeace, Química más segura al alcance de la mano, 4 Ene 2007 http://www.greenpeace.org/raw/content/espana/reports/resumen_del_informe_qu-mica-m.pdf
- 13 David Bennett, Organización Internacional del Trabajo y Asuntos Sociales – España. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. Tecnologías de Producción más Limpias, 10 de Enero del 2007. <http://www.mtas.es/insht/EncOIT/Index.htm>
- 14 Listado de Laboratorios de la Universidad Nacional de Ingenieria. Web site <http://uni.edu.pe>
- 15 Sistemas integrados de gestión. Delgado palomino, Jorge Antonio. 29 de Setiembre del 2006. <http://www.monografias.com/trabajos38/sistemas-integrados-gestion/sistemas-integrados-gestion.shtml>
- 16 Desarrollo e Implantación de un sistema de Gestión Ambiental en un Centro de Estudios Superiores con carácter Experimental. Puga Sanchez, Juan Luis. Tesis Doctoral. Departamento de Biología Vegetal, Facultad de Ciencias. Universidad de Granada. España. 29 Julio del 2004. <http://hera.ugr.es/tesisugr/15483861.pdf>
- 17 Norma Técnica Internacional, ISO 14001. Sistemas de gestión ambiental – Requisitos con orientación para su uso. International Organization for Standarization, Comité ISO. 2004.
- 18 Principales Modificaciones en la Norma ISO 14001. Comité Técnico de Normalización de Gestión Ambiental del INDECOPI. CONAM http://www.conam.gob.pe/modulos/N_ISO/norma_iso14001_2.asp - 38k -
- 19 Cambios en la ISO 14001. Asociación canaria para la Calidad. 38005 Santa Cruz de Tenerife, España. <http://www.quality-qacc.org>

- 20** Sistemas de Gestión de la Calidad, Norma ISO 17025. Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración. International Organization for Standardization, Comité ISO. 2004.
- 21** Norma Técnica OHSAS 1800. OHSAS 18001:2007 Occupational Health And Safety Assessment Series. Occupational Health and Safety Management Systems, Requirements.
- 22** ¿Qué es la OHSAS 18001? Portal de las empresas de Navarra, España. http://www.navactiva.com/web/es/descargas/pdf/aslab/ohsas_18001.pdf
- 23** Boletín informativo sobre productos y residuos químicos. Ing. Jorge Loayza, responsable. Estudio de Investigación: Gestión y Manejo de Residuos de Laboratorios Químicos. FQIQ. UNMSM. Lima. 2005.
- 24** Manual de Seguridad de los Laboratorios de la Facultad de Química e Ingeniería Química. Facultad de Química e Ingeniería Química. UNMSM, Lima Perú. 12 de Junio del 2003.
- 25** Gestión de residuos en los laboratorios de química, Loayza Pérez, Jorge. Facultad de Química e Ingeniería Química, UNMSM, 2005.
- 26** Sistema de Gestión Ambiental del SENATI según la Norma ISO 14001. SENATI, LIMA. 2004.
- 27** Sistema de Gestión Ambiental ISO 14001 en Instituciones Educativas de Nivel Superior del Perú. Romero Carrión, Violeta, ASTC. Santibáñez Sánchez, María, AXTC. Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas, Universidad Nacional Federico Villareal. 2006.
- 28** Gestión y Manejo de residuos Químicos en el Laboratorio: una Manera de Prevenir la contaminación del Medio Ambiente. Osicka, Rosa M. - Benitez, Mónica E. - Blanes, Patricia S. Herrera Ahuad, Carlos E. - Giménez, María C. Cátedra de Química Analítica General. Facultad de Agroindustrias. U.N.N.E. UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE, Saenz Peña, Chaco, Argentina. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas, 2004
- 29** Plan de Manejo de Sustancias y Residuos Peligrosos - Universidad de Concepción – Chile Sitio desarrollado y hospedado en Dirección de Tecnologías de Información. Facultad de Ciencias Químicas. 2004.

- 30 Manual básico de Gestión de Residuos Peligrosos. Unidad del medio ambiente, Servicio de Mantenimiento. Universidad de Sevilla – España. 2005. www.us.es/smanten/uma/
- 31 Residuos Tóxicos y Peligrosos – Cap. 3. Sistema de Tratamiento. Aspectos Generales. Dr. Alberto J. Moya López. Departamento de Ingeniería Química, Ambiental y de los Materiales. Universidad de Jaén – España. 2005.
- 32 Plan de Asignatura: Seguridad Química. Facultad de Farmacia, Universidad de Sevilla, España. Dra. Da Ana María Cameán Fernández. Dra. Da Isabel Moreno Navarro. Dra. Da Ángeles Mencía Jos Gallego. <http://www.farmacia.us.es/toxicología.htm>
- 33 Ley General del Ambiente. Ley N° 28611. Del 15 de Octubre del 2005. www.fonamperu.org/general/documentos/leyambiente.pdf
- 34 Ley general de Salud N° 26842 del 20 de Julio de 1997.
- 35 Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental. Ley N° LEY N° 28245. Congreso de la Republica. Del 4 Junio del 2004. <http://www.conam.gob.pe/modulos/home/snga.asp> - 36k -
- 36 Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Gestión Ambiental. D.S. N° 008 – 2005 – PCM. Del 25 de Enero del 2005. <http://www.regionpiura.gob.pe/recnat/gestionamb/reglamentoley.pdf>
- 37 Ley General de Residuos Sólidos N° 27314 del 12 de Octubre del 2000.
- 38 Reglamento de la Ley 27314 de Manejo de Residuos sólidos, mediante D.S. N° 057 – 2004 – PCM.
- 39 Ley 28256, (18–06–2004). Que Regula el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos.
- 40 D.S N° 039-93-PCM Prevención y Control del Cáncer Profesional.
- 41 Ley de la Modernización de la Seguridad Social. Ley 26790. Congreso de la Republica. 17 Mayo de 1997. www.mintra.gob.pe/contenidos/archivos/sst/LEY_26790.pdf
- 42 Norma Técnica de Salud que establece el Listado de enfermedades profesionales. NTS N° 068 – MINSA /DGSP. 14 Julio del 2008. <http://www.iemp.gob.pe/transparencia/rm/2008/RM480-2008-MINSA.pdf>

- 43** Normas Técnicas de Seguro Complementario en trabajo de Riesgo. D.S. N° 003 – 98 –SA. 13 Abril de 1998.
www.mintra.gob.pe/contenidos/archivos/sst/DS_003_98_SA.pdf
- 44** RM N° 511-2004/ Ministerio de Salud MINSA Aprueban la “Ficha Única de Aviso de Accidentes de Trabajo” y su instructivo anexo, 19 de Mayo del 2004. <http://www.bnp.gob.pe/editorial/ds0082004ed.pdf>
- 45** Manual de Salud Ocupacional. R.M. 510 – 2005.
- 46** Ley General de Aguas, Decreto Ley N° 17752 24 de julio de 1969.
http://www.inrena.gob.pe/irh/blegal/dley/dley_17752.pdf
- 47** Reglamento de calidad de Agua de consumo Humano – Perú. Superintendencia Nacional De Servicios De Saneamiento, SUNASS. Intendencia de Normas y Fiscalización, Laboratorio de Referencia y Control. 2 de Agosto de 1995.
<http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/fulltext/perusunas.pdf>
- 48** Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono. Secretaría del Ozono Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, PNUMA. 22 de Marzo de 1985.
- 49** Protocolo De Kyoto De La Convención Marco De Las Naciones Unidas Sobre El Cambio Climático. Naciones Unidas. 9 de Mayo de 1992.
- 50** Manejo Integral de Residuos, Aspectos Normativos. M Sc Ramírez Lara, Evangelina. Departamento de Manejo y Control de Residuos. Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Autónoma de Nuevo León.
www.respyn.uanl.mx/especiales/2005/ee-12-2005/documentos/ponencias/06p
- 51** Proyecto de Seguridad e Higiene del Laboratorio. Departamento de Química, Tecnológico de Monterrey, México.
<http://www.mty.itesm.mx/dia/deptos/q/seguridad.htm>