



# **Propuesta ambiental para la evaluación y manejo integral de los residuos peligrosos generados en los laboratorios de docencia de la Universidad de Gran Colombia Seccional Armenia**

**Lina María Jaramillo Echeverry**

Universidad de Manizales  
Facultad de Ciencias Contables Económicas y Administrativas  
Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente  
Manizales, Colombia  
2014

# **Propuesta ambiental para la evaluación y manejo integral de los residuos peligrosos generados en los laboratorios de docencia de la Universidad de Gran Colombia Seccional Armenia**

**Lina María Jaramillo Echeverry**

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:  
**Magister en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente**

Directora:

Licenciada en Educación Biología y Química, Magister en Ciencias Químicas, Especialista  
en Manejo y Gestión del Agua y Doctora en Ciencias Ingeniería Química

**Alba Nelly Ardila Arias**

Línea de Investigación:  
Biosistemas

**Universidad de Manizales  
Facultad de Ciencias Contables Económicas y Administrativas  
Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente  
Manizales, Colombia  
2014**

*(Dedicatoria o lema)*

*A mi familia, por sacrificar el tiempo necesario en la culminación de mis estudios.*

*A Sebastián, porque con su llegada ha cambiado mi vida y me inspira a la superación constante.*

# **Agradecimientos**

A Dios por su infinita misericordia.

A la Universidad La Gran Colombia, seccional Armenia, por su apoyo en la realización de este trabajo de grado, por su apoyo en desarrollo profesional de sus docentes.

A la Doctora Alba Nelly Ardila, por su infinita paciencia y apoyo incondicional.

## RESUMEN

Con el presente proyecto de investigación se logró elaborar una Propuesta Ambiental para la Evaluación y Manejo Integral de los Residuos Peligrosos generados en los Laboratorios de Docencia de la Universidad la Gran Colombia Seccional Armenia. Debido a la magnitud de Proyecto de Investigación, éste se desarrolló en las siguientes etapas:

1. Identificación, Evaluación y Valoración del Impacto Ambiental potencial de los Residuos Químicos Generados en los Laboratorios de Docencia.
  - ✓ Descripción de los laboratorios y acciones realizadas en las prácticas académicas
  - ✓ Descripción del entorno de los laboratorios
  - ✓ Identificación caracterización de los impactos potenciales (Revisión ambiental inicial; Matriz ABC).
  - ✓ Matriz de Leopold Calificación y valoración del impacto
2. Programa de Gestión Integral de Residuos Peligrosos:  
Prevención y minimización; Manejo interno y externo ambientalmente seguros; programas de capacitación y personal responsable de la coordinación y operación del plan de gestión integral.
3. Programa de prácticas sostenibles  
Protocolos Prácticas Verdes y educación mediante Objetos Virtuales de Aprendizaje.

Con el desarrollo de la presente propuesta de investigación, se impactó positivamente diferentes tipos de comunidades, entre las cuales se resaltan:

- Estudiantes, docentes y administrativos de las instituciones de educación superior.
- Investigadores a nivel nacional e internacional.
- Empresarios del campo industrial, Corporaciones Autónomas Regionales y Autoridades Municipales y Nacionales

Entre los resultados obtenidos durante el proceso, se resaltan como principales:

1. La evaluación ambiental de los laboratorios de docencia de la Universidad

La matriz de calificación de impactos ambientales en condiciones Anormales de funcionamiento fue desarrollada en los aspectos que en condiciones normales presenta una significancia media, con la probabilidad de que su significancia aumente a nivel A, los resultados obtenidos son igualmente de significancia media

Con los insumos matrices RIA se realizó la matriz de Leopold que consta de un cuadro de doble entrada, en el cual se dispuso en columnas los factores ambientales (31) que pueden ser afectados y como filas las acciones que se despliegan en los laboratorios (22) y que puedan causar posibles impactos ya sean positivos o negativos, en ella se evaluaron 682 interacciones.

Los resultados de la valoración ambiental, registraron impacto altamente negativo con la generación de desechos, ocasionada por factores culturales, esto se evidencia en el desconocimiento por parte de docentes, administrativos y estudiantes de los impactos que las prácticas académicas pueden causar al medio ambiente de la zona rural de murillo

La propuesta ambiental de los laboratorios debe centrarse en el factor cultural específicamente en la no generación de desechos peligrosos. Los esfuerzos de la administración deben propender para la no ocurrencia de acciones que generen impactos moderadamente negativos, este caso 30 interacciones

2. La formulación del Plan de Gestión Integral de Residuos Peligrosos, acorde a los residuos generados en los laboratorios.

Los residuos generados en las practicas académicas de la UGCA, son de alta peligrosidad dado que el 45.6% de ellos son residuos Y6, Y14, Y21, Y29, Y41. El 18.18% son de media peligrosidad, correspondientes a Y12, Y22; Y31, Y40 y el 27,7% de baja peligrosidad Y18, Y34, Y35.

3. El planteamiento del protocolo de prácticas académicas verdes, para pequeños generadores como son las Universidades.

La propuesta ambiental para el manejo de residuos peligrosos generados en la UGCA, puede ser adoptada por los entes de educación superior que realicen prácticas académicas en laboratorios, ya que entrega herramientas minuciosas para comprender y prevenir los impactos ambientales, el manejo integral, prácticas sustentables y propuesta de divulgación de los residuos generados en estas instituciones.

**Palabras clave:** Evaluación de Impacto ambiental, Planes integrales de gestión, Prácticas sostenibles; RESPEL; laboratorios académicos e investigativos de Universidades.

# Contenido

	Pág.
<b>Introducción .....</b>	<b>15</b>
<b>1. Antecedentes .....</b>	<b>17</b>
1.1 Planteamiento del problema .....	20
1.2 Formulación del Problema .....	23
1.2.1 Pregunta de Investigación .....	23
1.2.2 Hipótesis .....	23
<b>2. Objetivos.....</b>	<b>24</b>
2.1 Objetivos Específicos.....	24
<b>3. Justificación .....</b>	<b>25</b>
<b>4. Marco referencial .....</b>	<b>29</b>
4.1 Evaluaciones de Impacto Ambiental .....	29
4.2 Residuos Peligrosos y la normatividad asociada .....	35
4.3 Plan de Gestión Integral de RESPEL .....	41
4.4 Practicas sostenibles .....	43
<b>5. METODOLOGÍA.....</b>	<b>45</b>
5.1 Métodos de trabajo .....	45
5.1.1 Métodos teóricos (método histórico y lógico).....	45
5.1.2 Métodos empíricos (fundamentales, no fundamentales).....	45
5.2 Medios utilizados .....	46
5.3 Metodología para la elaboración de Propuesta Ambiental.....	47
5.3.1 Identificación, evaluación y valoración del Impacto Ambiental .....	47
5.3.2 Programa de Gestión Integral de Residuos Peligrosos .....	47
5.3.3 Programa de prácticas Sostenibles .....	48
<b>6. Resultados y discusión.....</b>	<b>49</b>
6.1 Identificación, Evaluación y Valoración del Impacto Ambiental potencial de los Residuos Químicos Generados en los Laboratorios de Docencia de la Facultad de Ingeniería UGCA. ....	49
6.1.1 Descripción de los laboratorios y acciones realizadas en las prácticas académicas: ....	49
6.1.2 Descripción del entorno de los laboratorios: .....	49
6.1.3 Identificación caracterización de los impactos potenciales .....	50
6.1.4 Matriz de Leopold Calificación y valoración del impacto.....	53
6.2 Programa de Gestión Integral de Residuos Peligrosos .....	57
6.2.1 Diagnostico Generación, Identificación y Clasificación RESPEL.....	57
6.2.2 Formulación del Plan de Gestión Integral de Residuos Peligrosos .....	66
6.3 Programa de prácticas sostenibles ó verdes .....	71
6.3.1 Diagnóstico .....	71
6.3.2 Estrategias propuestas .....	71
6.3.3 Identificación de prácticas con mayor generación de residuos.....	71
6.3.4 Educación Ambiental .....	80

<b>7. Conclusiones .....</b>	<b>83</b>
<b>8. Recomendaciones .....</b>	<b>85</b>
<b>9. Bibliografía .....</b>	<b>86</b>
<b>1. Anexo A. Evaluación de Impacto Ambiental .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
1. INTRODUCCIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
2. Descripción de los Laboratorios y las acciones realizadas.....	¡Error! Marcador no definido.
3. Descripción del entorno de los laboratorios.....	¡Error! Marcador no definido.
3.1 Medio Físico (agua, aire, suelo) .....	¡Error! Marcador no definido.
3.2 Medio Biótico .....	¡Error! Marcador no definido.
3.3 Medio Perceptivo (paisaje).....	¡Error! Marcador no definido.
3.4 Medio Socioeconómico .....	¡Error! Marcador no definido.
4. Identificación y caracterización de los impactos .....	¡Error! Marcador no definido.
4.2 Revisión inicial ambiental (RIA).....	¡Error! Marcador no definido.
4.3 Matriz de Leopold .....	¡Error! Marcador no definido.
5. Documento de síntesis	¡Error! Marcador no definido.
<b>2. Anexo B. Plan de Gestión Integral de Residuos Peligrosos de los Laboratorios.</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
1. INTRODUCCIÓN .....	125
2. OBJETO.....	125
3. ALCANCE .....	1256
4. DEFINICIONES .....	125
5. CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS.....	128
5.2 Residuos no peligrosos. ....	128
5.3 Residuos o desechos peligrosos con riesgo biológico o infeccioso.....	129
5.4 Residuos o desechos radiactivos. ....	129
6. CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS .....	129
6.2 Los residuos infecciosos o de Riesgo biológico .....	130
6.3 Según el procesos o actividad.....	131
6.4 Por corriente de residuo (Ley 253 de 1996 lista B).....	132
6.5 Según la característica de peligrosidad .....	132
7. PREVENCIÓN Y MINIMIZACIÓN .....	138
7.2 Objetivos.....	139
7.3 Meta .....	139
7.4 Identificación de RESPEL en las prácticas Académicas .....	139
7.4.1 Histórico de la prácticas que generan residuos peligrosos en los laboratorios de la facultad.	139

## Contenido

---

7.4.2	Mapa de sitio dónde se generan .....	141
7.4.3	Practicas Académicas .....	141
7.4.4	Identificación y clasificación .....	144
7.4.5	Evidencia fotográfica de los residuos Químicos peligrosos generados desde el año 2010-2014.	153
7.5	Alternativas de mitigación basados en el ciclo PHVA.....	157
7.6	Estrategias de Prevención y minimización de residuos peligros en los laboratorios de docencia de la Facultad de Ingeniería.....	158
8.	MANEJO INTERNO AMBIENTALMENTE SEGURO.....	160
8.2	Procedimiento Manejo Interno.....	160
8.3	Envasado, Rotulado y Etiquetado .....	163
8.3.1	Envasado: 163	
8.3.2	Etiquetado: 163	
8.4	Movilización.....	164
8.5	Almacenamiento.....	1660
8.6	Medidas en Caso de Emergencias: Protocolo de emergencias .....	1661
8.7	Disposición final.....	169
8.7.1	Procedimiento para la entrega a transportador .....	170
9.	MANEJO EXTERNO AMBIENTALMENTE SEGURO .....	172
10.	PROGRAMAS DE CAPACITACIÓN Y PERSONAL RESPONSABLE DE LA COORDINACIÓN Y OPERACIÓN DEL PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL.....	1735
10.2	Manual de funciones: .....	173
10.3	Plan de capacitación en manejo de residuos del laboratorio .....	175
10.4	Planes de seguimiento.....	175
10.5	Sistema de registro 176	
<b>3.</b>	<b>Anexo C. Prácticas Académicas Verdes .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
1.	INTRODUCCIÓN.....	178
2.	Marco referencial .....	178
3.	Diagnóstico.....	179
4.	Estrategias propuestas .....	186
5.	Identificación de prácticas con mayor generación de residuos .....	184
5.2	Diagramas de flujo .....	187
5.3	Reacciones .....	190
5.4	Tratamiento de Residuos Peligrosos.....	192
6.	Educación Ambiental .....	195
6.2	Ova.....	196

7.	Protocolo propuesto “prácticas Académicas Verdes”	196
----	---	-----

## Lista de figuras

	<b>Pág.</b>
Ilustración 1 Aspectos generales de la Matriz de Leopold.....	33
Ilustración 2 Aspectos específicos de la Matriz de Leopold .....	33
Ilustración 3 Clasificación de Residuos Según Decreto 4741/05.....	40
Ilustración 4 Estructura del Plan de Gestión Integral RESPEL.....	42
Ilustración 5 Eco mapa Laboratorios de la Facultad de Ingeniería UGCA.....	53
Ilustración 6 Interacción de matrices para la calificación Ambiental .....	55
Ilustración 7. Histórico de prácticas académicas laboratorios. ....	57
Ilustración 8. Estrategias para la minimización y prevención en la generación de RESPEL .....	67
Ilustración 9. Etiqueta Propuesta para desechos Peligrosos.....	69
Ilustración 10. Determinación Del Equivalente De Dextrosa Por El Método De DNS .....	73
Ilustración 11. Determinación de Azúcares Reductores Fehling .....	74
Ilustración 12. Determinación de Vitamina C .....	75
Ilustración 13. OVA- Laboratorios Facultad de Ingenierías. ....	81
Ilustración 14. Protocolo para el desarrollo de Prácticas Académicas Verdes En la Universidad la Gran Colombia Seccional Armenia.....	82
Ilustración 15. Ubicación de los Laboratorios Facultad de Ingenierías .....	96
Ilustración 16. Fotografía del Campus y área de Influencia directa e indirecta.....	97
Ilustración 17. Medio Físico Calidad de Aire .....	99
Ilustración 18. Actividad agropecuaria de la Vereda murillo .....	100
Ilustración 19. Centro Gran Colombiano del Paisaje Cultural Cafetero. ....	100
Ilustración 20. Eco mapa laboratorios Facultad de Ingenierías .....	111
Ilustración 21. Clasificación de los residuos.....	129
Ilustración 22. Clasificación de Residuos Peligrosos .....	130
Ilustración 23. Histórico de prácticas académicas laboratorios. ....	140
Ilustración 24. Zonas de Generación de RESPEL.....	141
Ilustración 25. Residuos De Hidróxido De Sodio de Hidróxido De Bario .....	153
Ilustración 26. Residuos De Respiración Hidróxido de Bario Neutralizado Con Acido oxálico .....	153
Ilustración 27. Residuos De Cloruro De Litio.....	154

Ilustración 28. Desechos De Cromo Y Plomo (Estequiometria Química General).....	154
Ilustración 29. Residuo Orgánicos Determinación De Azucres (Espectrofotómetro)	
Residuos DNS .....	154
Ilustración 30. Residuos Determinación De Azucres Fehling A y B.....	154
Ilustración 31. Residuos de Proteína Biuret .....	155
Ilustración 32. Residuos De Práctica Orgánica Identificación De Grupos Funcionales ...	155
Ilustración 33. Residuos De Vitamina C Espectrómetro .....	155
Ilustración 34. Residuos Lugol.....	156
Ilustración 35. Residuos Extracción Éter.....	156
Ilustración 36. Residuos de Metanol .....	156
Ilustración 37. Residuos de Dicromato de Potasio .....	157
Ilustración 38. Residuos tinciones Microbiología (Tinción de Gram) .....	157
Ilustración 39. Prevención ambiental integrada.....	159
Ilustración 40. Estrategias para la minimización y prevención en la generación de RESPEL .....	160
Ilustración 41. Etiquetado .....	164
Ilustración 42. Ruta de movilización RESPEL UGCA.....	165
Ilustración 43. Actividades Relacionadas con la Planeación en el Manejo Integral de Residuos .....	181
Ilustración 44. a. Actividades Relacionadas con el hacer en Manejo de Integral de Residuos .....	182
Ilustración 45. b. Actividades Relacionadas con el hacer en Manejo de Integral de Residuos .....	183
Ilustración 46. c. Actividades Relacionadas con el hacer en Manejo de Integral de Residuos .....	184
Ilustración 47. d. Actividades Relacionadas con el hacer en Manejo de Integral de Residuos .....	184
Ilustración 48. Actividades Relacionadas con la Verificación de Manejo de Integral de Residuos .....	185
Ilustración 49. Actividades Relacionadas con el mejoramiento de Manejo de Integral de Residuos .....	186
Ilustración 50. Determinación Del Equivalente De Dextrosa Por El Método De DNS .....	187
Ilustración 51. Determinación De Azúcares Reductores Fehling.....	188
Ilustración 52. Determinación De Vitamina C.....	189
Ilustración 53. OVA- Laboratorios Facultad de Ingenierías. ....	195
Ilustración 54. Propuesta Protocolo prácticas académicas verdes.....	196

## Lista de tablas

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Clasificación de los establecimientos potencialmente generadores de residuos peligrosos en el departamento del Quindío en 2007 .....	20
Tabla 2. Comparación de Metodologías de Evaluación de Impacto Ambiental, según (Martínez Prada, 2010) y Erazo 1998. ....	30
Tabla 3 Ca = D.Po.(M+E+Du+F+R) .....	34
Tabla 4 Calificación ambiental .....	34
Tabla 5 Leyes Colombianas por las cuales se protege el medio ambiente. ....	35
Tabla 6 Decretos Asociados a la contaminación ambiental .....	37
Tabla 7. Resoluciones por las cuales se establecen procedimientos para la protección de la contaminación ambiental asociada a RESPEL.....	38
Tabla 8 Políticas Asociadas a sustancias químicas. ....	38
Tabla 9. Tratados internacionales asociados a la protección del medio ambiente .....	38
Tabla 11. Clasificación del Generador .....	41
Tabla 12. Revisión Inicial Aspectos Ambientales En Condiciones Normales De Funcionamiento -entradas .....	50
Tabla 13 .Valoración del Impacto Ambiental de los laboratorios .....	55
Tabla 14. Identificación de residuos generados desde el año 2010 al 2014.....	58
Tabla 15. Clasificación de los residuos Químicos peligrosos generados en los laboratorios según Decreto 4741 de 2005.....	60
Tabla 16. Clasificación de los residuos según su naturaleza propuesto por Metodología Usada en el Politécnico Jaime Isaza Cadavid (Mejía Sánchez & Ardila Arias, 2012).....	63
Tabla 17. Clasificación de los residuos según el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo de España, notas técnicas de prevención, NTP 480: La gestión de los residuos peligrosos en los laboratorios universitarios y de investigación .....	64
Tabla 18. Clasificación de acuerdo a la peligrosidad según el decreto 2020 de 2007 Residuos peligrosos reglamentario de la ley 2214. Ciudad de Buenos Aries. ....	65
Tabla 19. Residuos biológicos generados en el año 2014 .....	66
Tabla 20 .Alternativas de mitigación para los laboratorios de docencia de la Facultad de ingenierías. ....	66
Tabla 21. Indicadores de gestión Laboratorios UGCA. ....	70
Tabla 22. Estrategias propuestas Instrumento de análisis cultura ambiental. ....	71
Tabla 23 numérica tipo Likert de verde- marrón oscuro .....	72

Tabla 24. Residuos de la Determinación Del Equivalente De Dextrosa Por El Método De DNS.....	78
Tabla 25. Residuos de Azucares reductores Fehling .....	78
Tabla 26. Residuos de la Determinación de Vitamina C .....	79
Tabla 27.Desarrollo de matriz ABC.....	101
Tabla 28. Revisión Inicial Aspectos Ambientales En Condiciones Normales De Funcionamiento -entradas .....	103
Tabla 29. Revisión Inicial Aspectos Ambientales En Condiciones Normales De Funcionamiento -entradas .....	104
Tabla 30.Revisión Inicial Aspectos Ambientales En Condiciones Normales De Funcionamiento. ....	107
Tabla 31 Revisión Inicial Aspectos Ambientales En Condiciones Anormales De Funcionamiento. ....	108
Tabla 32. Matriz para la Identificación y Descripción de las Acciones del Proyecto Susceptibles de Producir Impacto (ASPI) .....	113
Tabla 33Matriz para la Identificación y Descripción de los Factores Susceptibles de Recibir Impacto (FARI) .....	114
Tabla 34.Matriz para la Identificación de los Factores Ambientales .....	116
Tabla 35.Matriz Leopold .....	119
Tabla 36 .Valoración del Impacto Ambiental de los laboratorios. ....	121
Tabla 37 NTP 480: La gestión de los residuos peligrosos en los laboratorios universitarios y de investigación .....	133
Tabla 38. Clasificación de los tipos de residuos producidos en los laboratorios.....	135
Tabla 39.Caracterización Físicoquímica de Desechos Peligrosos. ....	136
Tabla 40.Clasificación de reactivos según SAFE-T-DATA .....	138
Tabla 41.Prácticas desarrolladas en los laboratorios de docencia. ....	142
Tabla 42. Identificación de residuos generados desde el año 2010 al 2014.....	144
Tabla 43. Clasificación de los residuos Químicos peligrosos generados en los laboratorios según Decreto 4741 de 2005.....	146
Tabla 44.Clasificación de los residuos según su naturaleza propuesto por Metodología Usada en el Politécnico Jaime Isaza Cadavid (Mejía Sánchez & Ardila Arias, 2012).....	149
Tabla 45.Clasificación de los residuos según el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo de España, notas técnicas de prevención, NTP 480: La gestión de los residuos peligrosos en los laboratorios universitarios y de investigación. ....	150
Tabla 46. Clasificación de acuerdo a la peligrosidad según el decreto 2020 de 2007 Residuos peligrosos reglamentario de la ley 2214. Ciudad de Buenos Aries. ....	151
Tabla 47.Residuos biológicos generados en el año 2014 .....	152
Tabla 48. Alternativas de mitigación para los laboratorios de docencia de la Facultad de ingenierías. ....	158
Tabla 49. Indicadores de gestión .....	176
Tabla 50. Residuos de la Determinación Del Equivalente De Dextrosa Por El Método De DNS.....	192

Tabla 51. Residuos de Azucares reductores Fehling .....	193
Tabla 52. Residuos de la Determinación de Vitamina C .....	194

## Introducción

La gestión de los residuos químicos generados en las prácticas académicas de las Universidades, ha sido estudio en Europa, Estados Unidos y Latinoamérica, dada la variedad en la gestión de residuos, tratamientos, culturalización de los involucrados y la poca normativa local para laboratorios universitarios, (Bertini L. M., 2009). Este panorama tan diverso de los residuos químicos, conlleva a reflexionar sobre las acciones o actividades que se realizan en los laboratorios académicos y las posibles alteraciones desfavorables o favorables en aspectos ambientales como son agua, aire, suelo y ecosistemas, que puedan causar. Es así, como las evaluaciones de impacto ambiental permiten entonces establecer procedimientos para predecir, valorar, mitigar, identificar, y corregir los efectos que puedan perturbar el medio ambiente y la calidad de vida en el área de influencia de los laboratorios.

El auge de las practicas verdes en los diferentes ámbitos del consumismo, proyectan a los entes educativos a formular programas que contribuyan a mejorar la gestión ambiental del planeta, minimizar el uso de recursos naturales y materiales tóxicos y disminuir emisiones de desechos peligrosos (PNUMA , 2014). Para contribuir a alcanzar estos propósitos en Colombia se proponen diferentes políticas, entre ellas, la Política Ambiental para la Gestión Integral de Residuos, donde se establecen estrategias de prevención, producción más limpia; reducción de la generación en la fuente; prevención de la contaminación y gestión de sitios contaminados (Ministerio de Ambiente, vivienda y Desarrollo Territorial, 2005), entre otros.

Desde esta perspectiva es necesario comprender las acciones realizadas en los laboratorios de docencia universitaria con la finalidad de elaborar una propuesta ambiental para la evaluación y manejo integral de los residuos peligrosos generados en los laboratorios de docencia de la facultad de ingenierías de la Universidad la Gran Colombia. Para tal fin, se determina el potencial impacto ambiental en la zona de los laboratorios, se establecen condiciones para un manejo integral y disposición final de los residuos peligrosos y se diseña una propuesta de desarrollo para la cultura ambiental de la comunidad universitaria.

La formulación de la propuesta ambiental se realiza en tres etapas:

- a. Identificación, evaluación y valoración del Impacto Ambiental: mediante la revisión inicial ambiental (RIA), métodos matriciales como son la Matriz de Leopold, y Matriz ABC. (Garmendia, Salvador, Crespo, & Garmendia, 2008)
- b. Programa de Gestión Integral de Residuos Peligrosos: en este se establece un diagnóstico sobre el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos, Clasificación de los residuos generados en las prácticas académicas; y formulación del Plan de gestión integral.
- c. Programa de prácticas Sostenibles, toma como base los 12 principios de química verde (Salvatella , 2010) y construye el protocolo de prácticas verdes en los laboratorios que incluye la divulgación por medio de un objeto Virtual de Aprendizaje.

Esta propuesta puede ser adoptada en los laboratorios universitarios clasificados como pequeños generadores, aportando en la prevención de contaminación ambiental, educación sustentable y prácticas verdes. El protocolo de prácticas académicas verdes, predice los productos contaminantes antes de ser generados, razón por la cual abre una fuente de oportunidades de investigación para el tratamiento de los residuos peligrosos generados en las prácticas académicas e investigativas de la educación universitaria.

## 1. Antecedentes

Las evaluaciones de Impacto ambiental (EIA), son obligatorias para la ejecución de obras, establecimientos de industrias, o actividades que generen deterioro grave de los recursos naturales (Decreto 1220 de 2005 por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales, 2005), y considerando que el impacto ambiental es una alteración, positiva o negativa, de las actividades que realice el hombre, estas no son comunes en las actividades de docencia de las Universidades y no se reporta la aplicación de matrices como Leopold ó ABC en la determinación de estos impactos. Dado que las universidades acogen en su organización la implementación de normas ambientales como la ISO 14001, realizan las evaluaciones de impacto ambiental para toda la organización, sin centrarse en las actividades de los laboratorios específicamente. Es así como las actividades desarrolladas en los laboratorios, generan perturbaciones de carácter físico, químico biológico, económico y social en el ambiente, pero estas no son la base para los planes de gestión ambiental de los laboratorios, que cumplen con los requisitos legales de los planes de gestión de residuos (Ministerio de Ambiente, vivienda y Desarrollo Territorial MAVDT Decreto 4741, 2005).

Dado el pequeño número de los programas académicos de las diferentes Universidades del departamento del Quindío que utilizan laboratorios para sus prácticas académicas, ellos no cuentan con la evaluación del impacto ambiental como base para sus planes de gestión de residuos específicos de los laboratorios. En consecuencia, las universidades no logran entender cómo y porque pueden producir impactos o hacer una revisión de sus actividades, productos o servicios que tienen interrelación con el medio ambiente en los procesos de los laboratorios. Las evaluaciones ambientales no son sólo un requisito legal, es una oportunidad para mejorar los sistemas de gestión ambiental y mejora continua en la organización.

Es así, como históricamente la importancia de la evaluación de impactos ambientales y la valoración de los mismos en Colombia, apunta al logro de los objetivos ambientales de la sociedad colombiana, visualizados a través de la Constitución Política de Colombia (1991), donde define los derechos colectivos y del medio ambiente, en el cual el estado debe de *“proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial*

*importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines*”. Los entes de educación superior en cumplimiento con el mandato constitucional, consignado en los deberes ciudadanos deben formar para contribuir a “*proteger los recursos culturales y naturales del país y velar por la conservación de un ambiente sano*”. Por ello se requiere de acciones conjuntas del Estado, sector privado, social y académico que conlleven a proteger, conservar y recuperar el medio ambiente (Ley 99 , 1993)

Actualmente las actividades de docencia, investigación y proyección social desarrolladas en las Universidades, en especial en las prácticas de laboratorios contribuyen a la problemática del manejo de sustancias químicas, que requiere de estrategias a nivel internacional y nacional como las que se han ido desarrollando a partir de la Declaración de Río, Agenda 21, Convenio de Basilea, Convenio de Rotterdam, la Convención de Estocolmo, Gestión de Productos Químicos a Nivel Internacional (SAICM) y del Plan de Aplicación de Johannesburgo; y en Colombia: Ley 253 de 1996; Ley 430 de 1998, Ley 1159 de 2007; Ley 1196 del 2008, Ley 1252 del 2008; Decreto 4741 de 2005, entre otras. Todas ellas con la finalidad de garantizar el desarrollo sostenible del planeta.

El compromiso con la sostenibilidad en Colombia, proyecta acciones para implementar los compromisos de los convenios internacionales desde la formulación de la política ambiental para la gestión de residuos y desechos peligrosos; la implementación y regulación por parte de los entes territoriales y Corporaciones autónomas regionales articulados con el IDEAM.

Como aporte a estas políticas, el departamento del Quindío, a través de la Corporación Autónoma Regional del Quindío CRQ, ente de control ambiental, formula el Plan Departamental para la Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos, el cual fue aprobado mediante la Resolución 1264 del 29 de Septiembre de 2010; que tiene como objeto prevenir, disminuir y/o reducir en un 5% la generación de los residuos o desechos peligrosos y promover el manejo ambientalmente adecuado de los generados, con el fin de minimizar los riesgos sobre la salud humana y el ambiente (Corporación Autónoma Regional del Quindío CRQ, 2010). Dado que los entes de control requieren el apoyo de la sociedad para llevar a cabo sus metas , la CRQ, inicia las acciones pertinentes para cumplir con el Plan Departamental para la Gestión Integral de Residuos, entre ellas el fomento de las líneas de investigación y actividades de educación ambiental, a través de convenios interinstitucionales con el sector Académico del departamento, más específicamente con las Universidades: Gran Colombia, Alexander Von Humboldt, San Martín, Antonio Nariño, Universidad del Quindío, Santo Tomás, y el SENA. El objeto de este acercamiento interinstitucional es realizar investigaciones conjuntas para el manejo adecuado los residuos peligrosos generados en las instituciones y el apoyo investigativo al sector productivo del departamento. Estas acciones interinstitucionales permiten identificar que las instituciones de educación superior en el departamento son pequeñas generadoras de residuos químicos peligrosos y el desconocimiento por parte de la alta dirección y laboratoristas de las instituciones del acatamiento del Decreto 4741 de 2005, por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.

Es por ello que las experiencias individuales de los laboratoristas, estudiantes, docentes es aisladas y ello ha permitido recolectar algunos desechos químicos sin ningún tipo de metodología; desechos de diferente naturaleza química, origen, volúmenes, características e impactos, han sido generados en el tiempo de acuerdo a las prácticas académicas desarrolladas en cada institución. El caso de estudio de la Universidad la Gran Colombia es significativo dada la ubicación geográfica de los laboratorios, razón por lo cual no se desechan los residuos al desagüe, se almacenan sin ser caracterizados, separados o tratados, en consecuencia, no se conocen los posible impactos ambientales que estos produzcan al ambiente si son desechados indiscriminadamente.

En este momento los desechos químicos de las universidades del departamento del Quindío son tratados según los planes de gestión de residuos específicos en los marcos de Sistemas de Gestión Ambiental para cumplir con los objetivos de cada institución. Estos planes no necesariamente están articulados al Plan de Gestión Integral de Residuos Peligrosos para los programas académicos que poseen laboratorios y generan en pequeña, mediana cantidad residuos químicos y/o biológicos. Fundamentado en las nuevas tendencias de programas y acciones verdes para el desarrollo sostenible, las Universidades como entes de formación, apropian la política para la gestión integral de desechos peligrosos, donde se requieren estrategias para prevenir y minimizar la generación de residuos y el compromiso de reducción de la cantidad de peligrosidad de desechos en los laboratorios. Para concluir este proceso de gestión ambiental, lo anteriormente descrito se promueve a través de la educación ambiental, concebida como un proceso pedagógico y dinámico que se enfoca en aspectos cognitivos, éticos y morales, permitiendo cambiar el comportamiento y la percepción del hombre con respecto a su entorno (biosfera) (Novo, 2009).

Finalmente la influencia del hombre en la transformación de su entorno, proyecta a las universidades a contribuir con el desarrollo sostenible y en especial con la gestión integral de residuos, a través de programas de gestión ambiental (Resolución No. 00242 , 2014) como son:

- Programa de Uso Eficiente del Agua.
- Programa de Uso Eficiente de la Energía
- Programa de Gestión Integral de Residuos
- Programa de Consumo Sostenible
- Programa de Implementación de Prácticas Sostenibles (Universidad Industrial de Santander UIS, 2014)
- Socialización de planes y programas ambientales con herramientas como la educación ambiental.

Algunas experiencias que permiten evidenciar el interés por la gestión ambiental a nivel internacional y nacional, son entre otras La Agencia de Protección Ambiental

de Estados Unidos (EPA United States Environmental Protection Agency, 2014); a nivel nacional el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible con programas como “Soy ECOlombiano” (Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

## 1.1 Planteamiento del problema

La Corporación Autónoma Regional del Quindío (CRQ), en el Plan Departamental para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos Quindío 2010 – 2013, adelantó el estudio sobre la generación y manejo de residuos peligrosos tomando los resultados de los inventarios realizados en los años de 2005, 2006 y 2007; los resultados de este inventario se ilustran en la Tabla 1. Estos básicamente reflejan las actividades desarrolladas, las cantidades aproximadas de RESPEL, el porcentaje de personas que están en contacto directo con la actividad. El inventario de RESPEL del año 2007, permite inferir que un 1,77% de los residuos peligrosos corresponde a los generados por los colegios de educación media, sin tener en cuenta en el estudio los laboratorios de las instituciones académicas de nivel superior.

Tabla 1. Clasificación de los establecimientos potencialmente generadores de residuos peligrosos en el departamento del Quindío en 2007

Actividad	Cantidad Establecimiento	%	Personas en contacto directo por actividad	% de personas en contacto por actividad
Almacén de venta de químicos y recargas de extintores	5	0.33	7	0.18
Almacenes de producción y re-envase de pintura	4	0.26	7	0.18
Centros dentales, hospitales, zoonosis, relacionado con salud humana y animal.	456	29.96	1566	39.288
Centros de Reciclaje	22	1.45	39	0.978
Procesamiento industrial del cuero	22	1.45	83	2.082
Empresas de mantenimiento y reparación de transformadores	1	0.07	1	0.025
Empresas de procesamiento de plástico y Fibra de vidrio.	6	0.39	17	0.426
Empresas de teñidos y lavanderías	1	0.07	7	0.176
Empresas envasadoras de gas propano	2	0.13	3	0.075
Empresas fabricantes de muebles	142	9.33	308	7.727
Empresas Procesadoras de Alimentos y licores	2	0.13	3	0.075
Industria de confecciones	2	0.13	3	0.075
Joyerías y relojerías	3	0.20	4	0.100

<b>Laboratorios Químicos de Instituciones Educativas Colegios</b>	27	1.77	99	2.484
<b>Litografías- Tipografías ( publicidad, avisos, etc.)</b>	75	4.93	127	3.186
<b>Otro</b>	15	0.99	41	1.029
<b>Reparación de neveras</b>	6	0.39	8	0.647
<b>Revelado de fotografías</b>	6	0.39	5	0.125
<b>Venta de Insumos Químicos</b>	2	0.13	2	6.200
<b>Servicio de reparación y mantenimiento de maquinaria agrícola y motobombas</b>	8	0.53	23	0.577
<b>Talleres de cromado, niquelado, acabado de metales, fundiciones y talleres industriales</b>	88	5.78	198	4.967
<b>Taller de mantenimiento de equipos electrónicos y eléctricos</b>	136	8.94	199	4.992
<b>Taller de mantenimiento vehicular</b>	491	32.26	1236	31.009
<b>Totales</b>	1522	100.00	3986	106.596

Fuente: Informe Final CRQ: Gestión y Apoyo Técnico en los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos-2007.

Con el liderazgo de la Corporación Autónoma, se conforma la mesa de trabajo RESPEL, con la participación de las universidades: Gran Colombia, Alexander Von Humboldt, San Martín, Antonio Nariño, Universidad del Quindío, Santo Tomás, Escuela de Administración y Mercadotecnia del Quindío - EAM y el SENA, en ella se identifican las siguientes deficiencias en la gestión de los residuos peligrosos:

- No se clasifican los residuos peligrosos generados durante el desarrollo de las prácticas de laboratorio de los cursos.
- Se producen volúmenes sin cuantificar de residuos peligrosos de tipo químico.
- No hacen una separación adecuada desde el origen de los residuos.
- No poseen un inventario o registro sobre el tipo y la cantidad de residuos peligrosos que se generan.
- No se tiene un control e información de los residuos peligrosos que se generan.
- No se tienen información o un estudio adecuado acerca del impacto que estos residuos pueden generar al ambiente en general (aire, agua, suelo, hombre, animales y vegetales).
- No se posee información sobre los procesos de formación y capacitación para la comunidad universitaria en general para que hagan una disposición, separación y tratamiento adecuado de los residuos generados.

- No existen planes de manejo y tratamiento integral de los residuos generados.
- No se posee conciencia ni conocimiento sobre los riesgos que estos residuos puede causar una vez están en el ambiente.
- No se tiene un inventario del tipo de prácticas de laboratorio que se realizan y los reactivos que se utilizan en las mismas y su posible impacto al utilizarlos (Estudios previos convenio de cooperación entre la Corporación Autónoma Regional del Quindío y la Universidad Gran Colombia Armenia. Con el fin de dar cumplimiento al artículo 3° del Decreto 2474 del 7 de Julio de 2008,2011).

La Universidad de Gran Colombia Seccional Armenia no es ajena a esta situación y cuestiona a través de la líder de laboratorios, las acciones de manejo de los residuos, encontrándose las siguientes problemáticas asociadas al impacto ambiental, generación, gestión, almacenamiento de residuos y cultura ambiental:

- Aumento significativo del uso de los laboratorios desde al año 2012.
- No existe política para el manejo de adecuado de las prácticas.
- Poca aplicación de las Buenas prácticas del laboratorio (BPL).
- Poca planeación de las prácticas académicas.
- Ningún desecho es tirado al desagüe por que no se conoce su composición.
- No se ha realizado una evaluación de impacto ambiental de las acciones realizadas en los laboratorios.
- Se realiza de forma preventiva un acercamiento al manejo de los desechos de los laboratorios donde los residuos son separados por su naturaleza en ácidos, básicos y orgánicos, sin realizar un estudio previo del residuo generado, datos cuantitativos y cualitativos que permitan identificar la peligrosidad y el impacto que puede generar en la zona rural donde está ubicada la Universidad.
- Acumulación de residuos generados en las prácticas académicas sin realizar cuantificación, identificación, almacenamiento, tratamiento y disposición final de los mismos
- No se conoce el posible aprovechamiento o valorización, la disposición final, el tiempo de retención, o los tratamientos para eliminarlos de forma segura, de tal manera que no se ponga en riesgo el medio ambiente o la salud humana.
- Cambio semestral de docentes que realizan prácticas académicas
- Desconocimiento de estudiantes, docentes y administrativos de la legislación legal para el manejo de residuos
- Desconocimiento de los docentes de los residuos generados en las prácticas planteadas.
- Desconocimiento de nuevas técnicas de análisis Químicos
- Desconocimiento de prácticas sostenibles
- Interdisciplinariedad de los docentes, no todos tiene formación ambiental
- No existe formación en manejo de residuos
- No existen mecanismos para la eliminación de los residuos peligrosos generados en las prácticas académicas (Acta No.05 Comité de Facultad de Ingenierías, Agosto de 2011)

La generación de residuos en las prácticas académicas de otras universidades y en lo particular de UGCA, se caracteriza por la gran variedad y la baja cantidad, sumado al inadecuado manejo, convirtiéndose en un aspecto potencial para el deterioro ambiental de la tierra, agua, atmósfera, flora, fauna, paisaje y la salud de la comunidad universitaria y la zona de influencia primaria y secundaria de la misma.

Es por ello que las instituciones educativas no sólo deben dedicarse al cumplimiento del Decreto 4741 de 2005, y los decretos y resoluciones asociadas, donde se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral, sino generar cambios culturales en los procesos educativos, con la formación de sujetos críticos de las actividades actuales, que son irresponsables en cuanto a las pequeñas cantidades de residuos que son desechados a los desagües con la falsa idea de que la dilución es suficiente para minimizar el impacto, la generación y almacenamiento no controlado, planes de gestión no ajustados a las realidades organizacionales y desconocimiento de los administrativos, docentes y estudiantes de los residuos e impactos negativos generados por sus actividades académicas.

Es así, como la potencialidad de grandes afectaciones al ambiente por las prácticas académicas, requiere de la evaluación de impacto ambiental específico del área de trabajo, la formulación adecuada de planes de gestión de residuos peligrosos y la formulación de políticas para las prácticas sostenibles que garanticen el manejo integral de los residuos peligrosos.

## **1.2 Formulación del Problema**

### **1.2.1 Pregunta de Investigación**

¿Qué debe contener una Propuesta Ambiental para que la Comunidad de la Universidad de Gran Colombia Seccional Armenia haga una evaluación y manejo integral adecuado de los residuos peligrosos generados en sus laboratorios de docencia?

### **1.2.2 Hipótesis**

La formulación de una Propuesta Ambiental para la Evaluación y Manejo Integral de los residuos peligrosos generados en los laboratorios de docencia, le brindará a la comunidad de la Universidad de Gran Colombia Seccional Armenia, los lineamientos para la separación, generación, tratamiento, disposición final y manejo adecuado de los residuos generados en su interior.

## 2. Objetivos

Elaborar una Propuesta Ambiental para la Evaluación y Manejo Integral de los Residuos Peligroso generados en los laboratorios de docencia de la Universidad la Gran Colombia Seccional Armenia.

### 2.1 Objetivos Específicos

- Determinar el impacto ambiental causado por los diversos residuos peligrosos generados en los laboratorios de docencia de la universidad.
- Establecer diferentes estrategias que permitan hacer un manejo integral y disposición final de los residuos peligrosos generados en los laboratorios de docencia de la universidad.
- Fomentar el desarrollo de una cultura ambiental en toda la comunidad de la Universidad la Gran Colombia Seccional Armenia, por medio de la práctica buenos hábitos en la segregación, recuperación y tratamiento de los residuos peligrosos generados en su interior.

### 3. Justificación

La evaluación del impacto ambiental de los laboratorios de docencia de la Facultad de Ingeniería, evidencia la importancia de conocer los procesos que se realizan en cada una de las prácticas con la finalidad de evitar las agresiones al medio ambiente, disminuir los impactos negativos que pueden generar las prácticas de los diferentes espacios académicos y la conservación de los recursos naturales de la zona rural donde se encuentra ubicada la facultad. Los objetivos de la EIA en los laboratorios es la fundamentación para la toma de decisiones en la realización de prácticas, ampliación de instalaciones, nuevos programas, entre otros; proponer la puesta en marcha de acciones que permitan atenuar o evitar los efectos de las actividades prácticas en la docencia así como proteger la salud de los involucrados, mantener la biodiversidad de la zona, conservar los ecosistemas presentes y mejorar la calidad de vida de las partes interesadas.

En consecuencia la Universidad la Gran Colombia hace un ejercicio de responsabilidad con la inmersión de la sostenibilidad en sus propuestas educativas (planes de estudio) que permitan formar ciudadanos que cambien sus hábitos con el medio ambiente y así contribuir a erradicar la pobreza, crear una sociedad más equitativa y contrarrestar la destrucción del planeta. En el contexto local, el departamento del Quindío es inscrito por el Comité de Patrimonio Mundial de la UNESCO en la Lista de Patrimonio Mundial el Paisaje Cultural Cafetero, y la Universidad aporta a la declaratoria con la creación del Centro Gran Colombiano del Paisaje Cultural cafetero convirtiéndose en una oportunidad para articular y dinamizar los programas verdes (Ingeniería Agroindustrial, Ingeniería Geográfica y Ambiental y Arquitectura.) con el que permitan alcanzar el desarrollo sustentable a través de la formación integral de profesionales que aporten a la región y al país en este desafío.

Las tendencias a comprender los problemas del medio ambiente y la necesidad del desarrollo sostenible han pasado a ocupar el centro de las preocupaciones del mundo contemporáneo. El cuidado del ambiente es una creciente preocupación de la sociedad a nivel mundial, la cual propugna o incentiva su defensa de tal forma que la actitud de una persona, una institución o una empresa hacia los temas ambientales es utilizada para juzgar su comportamiento. Esta iniciativa de defensa ambiental hizo que en los últimos años el tema de la conservación del ambiente se centrará en la promulgación de leyes a nivel mundial y de nuestro país (Bertini, 2009).

Una de las características que mejor define la sociedad actual en lo que se entiende por países desarrollados es la producción de residuos. Prácticamente no hay actividad humana alguna que no genere residuos, existiendo además una relación directa entre el nivel de vida de una sociedad o país y la cantidad de residuos generados. Aproximadamente, el 23% de la población mundial que vive en países desarrollados, consume el 78% de los recursos y produce el 82% de los residuos. Además, se ha de resaltar que el volumen de residuos crece en forma exponencial con respecto al nivel de industrialización de un país. Existen

actualmente registrados unos cinco millones de sustancias conocidas de las cuales aproximadamente 70.000 son ampliamente usadas en todo el mundo, estimándose en unas 1000 las nuevas sustancias químicas que cada año son incorporadas a la lista (Cáceres, 2002).

Si se considera la contaminación, una alteración importante de las características naturales del ecosistema por la introducción de sustancias ajenas al medio y la modificación de los ciclos bioquímicos. En general, se produce por la presencia de residuos peligrosos. Un residuo peligroso es considerado por que sus "características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas pueden causar riesgo o daño para la salud humana y el ambiente. Así mismo, se considera residuo o desecho peligroso los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos" (Ministerio de Ambiente, vivienda y Desarrollo Territorial MAVDT Decreto 4741, 2005).

En la mayoría de los laboratorios universitarios donde se realizan prácticas de Ciencias básicas, se manejan una cantidad de productos y se efectúan diversas operaciones que conllevan a la generación de residuos que en la mayoría de los casos son peligrosos para la salud y el medio ambiente (Osicka, Benitez, & Giménez, 2004). Éstos requieren una gestión diferente a los de origen industrial, ya que son residuos de gran variedad y escaso volumen. Generalmente se suele verter los residuos químicos de laboratorio por las cañerías, sin previo tratamiento. Estos residuos, que en principio eran controlables hasta por la propia naturaleza, han generado un desequilibrio ambiental causante del deterioro de las aguas, suelo y aire, ocasionando enfermedades que afectan la calidad de vida de las poblaciones. Aunque el volumen de residuos que se generan en los laboratorios es generalmente pequeño con relación al proveniente del sector industrial, si pueden generar un gran impacto y por esto no se debe minimizar el problema.

Es por ello que las adecuadas condiciones de trabajo en el laboratorio incluyen el control, tratamiento y eliminación de los residuos peligrosos generados en el mismo, por lo que su gestión es un aspecto imprescindible en la organización de todo laboratorio. Esta filosofía de trabajo, llamada Buenas prácticas de laboratorio es un sistema de organización de todo lo que de alguna forma interviene en la realización de un procedimiento encaminado a un propósito definido, puede tener impacto sobre la especie humana y animal.

Desde los años 90, se inicia la implementación de planes de gestión de RESPEL en Estados Unidos, Europa y América Latina, y en el 2005 Colombia incentiva con las políticas ambientales, programas dirigidos a la investigación para fomentar el cambio de procesos de producción contaminantes por procesos limpios; así mismo fomenta la identificación de oportunidades y alternativas de producción más limpia que prevengan y reduzcan la generación de residuos peligrosos. Estos

programas deben de estar articulados a las actividades informativas, de sensibilización y educativas de tal manera que se promueva la gestión integral de residuos peligrosos.

La universidad la Gran Colombia, en el año 2010, traslada los laboratorios de docencia que antes se encontraban ubicados en el centro de la ciudad de Armenia a la zona rural de la vereda de Murillo, esta hace parte del centro Gran colombiano del paisaje cultural cafetero, Gran vegetación y un ecosistema amplio. Por tal motivo la generación de pequeñas cantidades de residuos son potencialmente peligrosos para el medio biótico y abiótico de la zona. Es por ello que desde la fecha ningún residuo es vertido a la cañería. Son almacenados con el fin de identificarlos, tratarlos y hacerles la disposición final.

Las diferentes prácticas que se realizan en los diversos espacios académicos, hace que la identificación de los residuos sea una labor compleja, dado que se tiene en el inventario de diferentes tipos de reactivos, más de 350. Al realizarse las prácticas se generan diferentes reacciones que a la fecha dejan volúmenes variados de diferentes residuos no caracterizados, con la probabilidad que se combinen o generen mezclas químicas incompatibles o de mayor estabilidad que impedirían un tratamiento o degradación desde la fuente de generación.

Fundamentados en que los volúmenes sin importar las cantidades pueden generar impactos negativos en la zona, el proyecto planteado es una medida preventiva dado que la población estudiantil y procesos investigativos va en aumento gracias a los nuevos programas e investigaciones con Colciencias, se hace necesario la identificación y tratamiento con el fin de prevenir un posible impacto ambiental en la zona de influencia directa o indirecta del campus universitario.

Sumado a lo anterior, la Universidad como generadora es responsable de los residuos o desechos peligrosos que genere. La responsabilidad se extiende a sus afluentes, emisiones, productos y subproductos de sus servicios, por tal motivo debe hacer un gran esfuerzo educativo, debiendo orientarse, en mayor medida hacia los estudiantes y docentes, ya que son la llave de la transmisión de estos conocimientos a las generaciones futuras. Además, es responsabilidad de la Universidad articular e interrelacionar las políticas institucionales, la normatividad legal vigente, los recursos financieros, los procesos administrativos, sociales, educativos, y los protocolos de evaluación, seguimiento y monitoreo antes de la generación hasta la disposición final de los residuos peligrosos; para ello, es conveniente elaborar disposiciones o reglamentos internos, que indiquen los protocolos a seguir para el manejo, control o disposición adecuada de los residuos generados en los laboratorios que estén, a fin de lograr beneficios ambientales, la optimización económica y una base para el desarrollo sostenible.

Para lograr lo anteriormente expuesto, se hace necesario que las instituciones de educación superior que tienen laboratorios de docencia e investigación, diseñen e

implementen propuestas ambientales para la evaluación y gestión integral de los residuos peligrosos generados en su interior, de manera que impliquen el manejo, disposición, control, tratamiento y eliminación de los mismos, para de esta manera disminuir la probabilidad de que el manejo, la liberación al ambiente y la exposición a un material o residuo, ocasionen efectos adversos en la salud humana , al ambiente y se generen condiciones de trabajo seguras y saludables y se minimicen cada vez más, los impactos causados.

## **4. Marco referencial**

### **4.1 Evaluaciones de Impacto Ambiental**

El impacto ambiental se define cuando una acción o actividad productiva genera alteraciones desfavorables o favorables en alguno de los aspectos ambientales como son agua, aire, suelo y ecosistemas, las evaluaciones de impacto ambiental son procedimientos que buscan predecir, valorar, mitigar, identificar, y corregir los efectos que puedan perturbar el medio ambiente y la calidad de vida en el área de influencia. (ICONTEC ISO 14001: 2004, 2004)

Es deber de las organizaciones determinar las relaciones directas entre las actividades que desarrolla, y los aspectos ambientales que le permitan ejercer el control total de los impactos ambientales; y por ello es necesario identificar y valorar los aspectos ambientales mediante el uso de múltiples metodologías o técnicas. La selección de la metodología depende de factores, tales como: tipo de actividad económica y productiva; requerimiento legal, por efectos de autorizaciones ambientales; estándares internos o externos de tipo ambiental; exigencias específicas de partes interesadas; autogestión.

La evaluación de impacto ambiental, se considera una actividad formalmente sistematizada e institucional, se debe a la promulgación del “National Environmental Policy Act (NEPA)”, en los Estados Unidos, en 1969, incorporado en otros países solamente después de la Conferencia de Estocolmo en 1972 (Magrini, 1990). Desde entonces, la evaluación de impacto ambiental se ha trabajado en los diferentes países como instrumento de gestión en las políticas ambientales gubernamentales. Al incorporar a la evaluación el análisis de impactos físicos, biológicos y sociales, para Rattner, 1992, su mayor importancia no se refiere a sus aspectos cuantitativos, pero sí a la identificación explícita de los daños y costos causados al medio ambiente y a la sociedad, por agentes o procesos destructivos.

En la evaluación de los impactos ambientales es indispensable realizar una revisión inicial ambiental (RIA) como elemento de la planeación organizacional. La RIA proporciona una “fotografía” del desempeño ambiental de la organización en los contextos específicos de su realización, pero también se considera como una herramienta de diagnóstico que provee a la empresa la esquematización de los posibles problemas de tipo ambiental que pueden afectar el sistema productivo. La revisión inicial permite conocer datos sobre el consumo de materiales, energía, agua, y la producción de emisiones, vertimientos y

desechos, incluyendo los impactos indirectos al ambiente, y las estructuras gerenciales que deben hacerse cargo de estos impactos en la organización.

Después de realizar RIA, se inicia el proceso de mitigación que busca implementar y aplicar las políticas, estrategias, y acciones tendientes a eliminar o minimizar los impactos adversos de los procesos, actualmente existe un gran número de métodos para la evaluación de impactos ambientales, los métodos utilizados por las organizaciones se valen de instrumentos como son: modelos de identificación (listas de verificación causa efecto ambientales, cuestionarios, matrices cruzadas, diagramas de flujo, entre otras); modelos de previsión (pruebas experimentales y ensayos "in situ"); y modelos de evaluación (cálculo de la evaluación neta del impacto ambiental) (Martínez Prada, 2010)

Los modelos de evaluaciones utilizadas por las organizaciones después de la revisión inicial son entre otros: métodos cartográficos, listas de chequeo, control o verificación, 0 métodos matriciales (Matriz de Leopold, Matriz ABC), calificación ambiental, método de Batelle, y redes. La organización de acuerdo a sus políticas y la inexistencia o existencia de sistemas de gestión ambiental deben de realizar los modelos de evaluación, acorde con sus necesidades y expectativas ambientales. En la Tabla 2 se visualizan algunos de los métodos, ventajas y desventajas que ofrecen en su desarrollo. (Martínez Prada, 2010)

Tabla 2. Comparación de Metodologías de Evaluación de Impacto Ambiental, según (Martínez Prada, 2010) y Erazo 1998.

Metodología	Nombre del método	Definición	Ventaja	Desventaja
<b>Métodos Ad-Hoc</b>	Modelo de dispersión de contaminación en la atmósfera. Modelos de simulación. Método Arboleda. Método de Conesa.	La identificación, cuantificación y evaluación de los impactos las realizan un grupo de especialistas convocados para ese efecto y generalmente sin ninguna guía preestablecida	Debe de realizarse con grupos interdisciplinarios	Requieren personal experto en todas las fases legales de NEPA

<b>Matrices</b>	Matriz De Grandes Presas. Matriz Leopold.	Consisten en tablas de doble entrada útiles para la identificación de impactos a través de la interacción de los factores ambientales con las acciones del proyecto. Presentan la información en forma de matriz determinando así relaciones causa-efecto entre acciones e impactos.	El arreglo cuadrático permite hacer consideraciones acerca de las posibles relaciones entre factores y acciones Ampliamente utilizadas lo que facilita su comprensión Permiten comparar eventos aparentemente no comparables Se tiene una visión integrada de los impactos involucrados Se pueden utilizar en diferentes fases de la evaluación.	Normalmente no son selectivas; No poseen mecanismos para destacar áreas de interés; No permite visualizar la temporalidad de los impactos.
<b>Listados</b>	Lista De Chequeo Método De Batalle Columbus	Presentan acciones y/o impactos comúnmente asociados con ciertas etapas de determinados proyectos, de los cuales los analistas seleccionan los posibles impactos del proyecto.	Simples, Útiles para evaluaciones ambientales en fase preliminar, Existen listas previamente definidas	Si no se dispone de listados, se requiere evaluadores muy expertos para no dejar por fuera aspectos significativos, No permite el análisis de la relación
<b>Métodos de superposición</b>	La cartografía ambiental o superposición de mapas (overlay). Sistemas de Información Geográfico	Se basan en la elaboración de una serie de mapas de factores ambientales que se superponen para indicar área de mayor impacto.	Útil para la evaluación de impactos ligados a la planificación y ordenación del territorio o para proyectos lineales; Útil para evaluar alternativas; Se pueden usar técnicas de sensores remotos y SIG, que conjuntamente con verificaciones en el terreno facilitan la preparación rápida y bastante precisa de mapas y la obtención de resultados confiables	Resultados generales y normalmente a grandes escalas ; Se requiere personal y equipos especializados en estas técnicas

<b>Redes</b>	Diagramas de flujo ampliados	Presentan las relaciones temporales y causativas entre impactos a través de la elaboración de esquemas que ilustran cuales son los impactos directos e indirectos.	Permite una visualización muy completa de las relaciones causa-efecto; Entre más interdisciplinario y experto sea el grupo evaluador se pueden construir mejores redes; Útil para modificar impactos.	No se destacan áreas de interés; No permite visualizar la temporalidad; Requiere el concurso de profesionales expertos.
<b>Modelos de simulación</b>	Software especializados	Técnicas utilizadas para predecir estados futuros de parámetros ambientales específicos, por ejemplo, modelos de dispersión de partículas en el aire, modelos de contaminación de corrientes, etc.	La simulación de situaciones ambientales requiere de una compatibilización entre los modelos y los elementos del ambiente involucrado	Se requiere capacitación especializada Software no gratuitos

Fuente: Modificado (Martinez Prada, 2010)

La evaluación de impactos ambientales se desarrolla de manera cualitativa y cuantitativa utilizando ponderación que permiten asignar pesos e importancia a las características ambientales, destacando a los más significativos. Es así como en la práctica se usan los métodos integrales, dado que hacen posible la valoración cualitativa y cuantitativa de los impactos ambientales, mediante adopción y medición de indicadores ambientales y funciones de transformación que permiten su comparación (Orea, 1999).

Según lo concluido por Martínez (2010). En la Propuesta Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental en Colombia, se evidenció que la mayoría de EIA usan alguna metodología cuantitativa, con tendencia a incluir modificaciones en las variables utilizadas para la valoración de la importancia, que pueden provocar sesgos en el proceso de valoración de los impactos. Es así, como no existe ningún método definido para la EIA en los laboratorios o normativa que exija una especificidad de los métodos antes mencionados.

### La matriz Leopold

Es la matriz simple más conocida de causa y efecto, fue desarrollada por Leopold *et al* en el año 1971, por el servicio geológico de USA en la evaluación de minas de fosfatos en California, desde entonces es la usada en los estudios de impacto ambiental (Garmendia, Salvador, Crespo, & Garmendia, 2008). La matriz recoge aproximadamente 100 acciones y 90 elementos ambientales. Al utilizarla se considera cada acción y su potencial impacto sobre cada elemento ambiental. Cuando se prevé un impacto, la matriz aparece marcada con una cruz en la correspondiente casilla de interacción. La ventaja principal es su utilidad como screening para desarrollar una identificación, comunicación y visualización de impactos y las principales acciones que causen impacto (Canter, 1998).

En la Ilustración 1. Se visualiza los ejes principales de acciones y elementos que constituyen los aspectos generales de la matriz propuesta por Leopold.

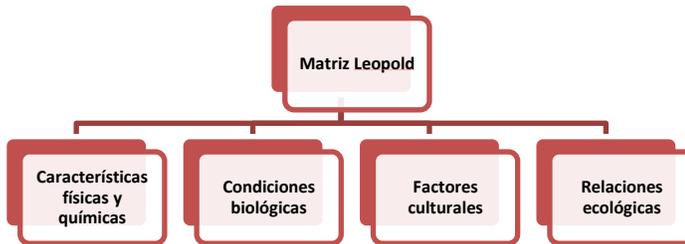


Ilustración 1 Aspectos generales de la Matriz de Leopold  
Fuente: La autora.2013

La matriz se basa en aspectos específicos como son: Tierra, atmósfera, procesos, flora, fauna, usos del territorio, estéticos y de interés humano, nivel cultural, servicios e infraestructura, relaciones ecológicas como se evidencia en la Ilustración 2:



Ilustración 2 Aspectos específicos de la Matriz de Leopold  
Fuente: La autora, 2014

## Matrices ABC

Desde el centro de Producción Más Limpia, el doctor Ricardo Márquez (2010) propone una serie de matrices para la Calificación de Impactos Ambientales con la aplicación de los criterios en Condiciones Normales y Anormales de funcionamiento, para tal fin se define los Impactos ambientales teniendo en cuenta los aspectos ambientales encontrados en el recorrido por las diferentes áreas de los procesos de la empresa. Y se utilizan las escalas de valores en cada uno de los aspectos ambientales de las diferentes áreas de los procesos, con el objeto de cuantificar el nivel de significancia del Impacto en cuanto a severidad, escala y legislación. De tal manera que la calificación final se define:

**C (Baja):** se considera un impacto con nivel de significancia baja si la calificación se encuentra entre el rango (1 y 11).

**B (Media):** Se considera un impacto con nivel de significancia media si la calificación se encuentra entre el rango (12 y 22).

**A (Alta):** Se considera un impacto con nivel de significancia alta si la calificación se encuentra ente el rango (23 y 33) (León Márquez).

### Valoración de Impactos Ambientales

Para la valoración de los impactos ambientales se utilizaron criterios de evaluación ambiental previamente definidos, parámetros semicuantitativos, establecidos en una escala relativa a cada “actividad del laboratorio”/ “impacto ambiental” interrelacionado. Sobre la base de asignar valores a los respectivos “puntajes”, se armó una matriz que determina la importancia y la jerarquización de los diferentes impactos. Mediante la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** incluyó todos los atributos, de manera de obtener un valor numérico que permite realizar comparaciones.

Tabla 3  $Ca = D.Po.(M+E+Du+F+R)$

Símbolo	Atributo	Rango de valor
D	Dirección	+1, 0, -1
Po	Probabilidad de ocurrencia	0.1 a 1
M	Magnitud	0, 1, 2, 3
E	Extensión	1, 2, 3
Du	Duración	1, 2, 3
F	Frecuencia	0, 1, 2, 3, 4
R	Reversibilidad	0, 1, 2, 3

Fuente: (Vidal Durang, 2010)

Tabla 4 Calificación ambiental

Ca				Código de color
15	a	10.1	Altamente positivo	Verde

10	a	5.1	Moderadamente positivo	Verde claro
5	a	0	Levemente positivo	Blanco
-0.1	a	-5	Levemente negativo	Amarillo
-5.1	a	-10	Moderadamente negativo	Anaranjado
-10.1	a	-15	Altamente negativo	Rojo

Fuente: (Vidal Durang, 2010)

## 4.2 Residuos Peligrosos y la normatividad asociada.

La gestión de los residuos químicos generados en las prácticas académicas de las Universidades, ha sido estudio en Latinoamérica por parte de la Universidad de San Martín en Buenos Aires Argentina, este estudio ha realizado una comparación de la gestión en los laboratorios de enseñanza universitaria en Europa, Estados Unidos y Latinoamérica. En este se, concluye que las universidades de Estados Unidos poseen planes de residuos especificados y detallados y son de conocimiento del público. En Europa, la información no es pública en todos los países, pero los planes de gestión y tratamiento de residuos se basan en lo dispuesto por el Instituto Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España. En las universidades latinoamericanas, hay variedad en la gestión de residuos, la normativa está diseñada para procesos industriales y no en pequeña escala como es el caso de las Universidades. La gestión de los residuos contiene inicialmente la caracterización y segregación de residuos peligrosos, tipo de recipientes de almacenaje, etiquetado, disposición final y culturización de la comunidad académica. (Bertini L. M., 2009).

Actualmente el liderazgo del manejo de sustancias químicas y los desechos generados de su uso, se fundamenta en la regulación a nivel internacional y los Programas de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). En el año 2006, se realizó una sesión especial, en la ciudad de Dubái. El enfoque de esta sesión es la Gestión Internacional de Sustancias Químicas (SAICM por sus siglas en inglés), es así, como Colombia formula un Plan de Acción Nacional-PAN para la gestión ambientalmente racional de sustancias químicas (2013-2020), no sólo con la finalidad de responder a los compromisos internacionales como los de Viena, Estocolmo y Rotterdam, sino el interés de proteger la salud y el ambiente por el manejo de sustancias químicas y sus desechos. En ella se define el compromiso de lograr la gestión racional de los productos químicos y los desechos peligrosos a todos los niveles. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2013).

La normatividad en cuanto al manejo de residuos químicos, en las Universidades no es específica, por lo tanto este proyecto se ajusta a la normatividad expedida por el Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, descrita en las siguientes tablas: Tabla 5, Tabla 6, Tabla 7, Tabla 8, Tabla 9.

Tabla 5 **Leyes Colombianas por las cuales se protege el medio ambiente.**

Norma	Tema
<b>Ley 9 de 1979 o Código Sanitario</b>	Por la cual se dictan medidas sanitarias. Normas para preservar, conservar y mejorar la salud de los individuos en sus ocupaciones.
<b>Ley 29 de 1992</b>	Aprueba el Protocolo de Montreal relativo a las sustancias agotadoras de la capa de ozono.
<b>Ley 55 de 1993</b>	Aprueba el Convenio 170, y la recomendación 177 de la OIT sobre la seguridad en la utilización de los productos químicos en el trabajo. El Convenio exige clasificar las sustancias según sus peligros, etiquetar y marcar adecuadamente los productos.
<b>Ley 99 de 1993</b>	Art. 10, 11, 24, 29: Prevención y control de contaminación de las aguas. Tasas retributivas.
<b>Ley 430 de 1998</b>	Regula lo relacionado con la prohibición de introducir desechos peligrosos al territorio nacional y la responsabilidad por el manejo integral de los generados en el país y en el proceso de producción, gestión y manejo de los mismos.
<b>Ley 320 de 1996 aprueba, y el Decreto 2053 de 1999</b>	Promulga, entre otros el convenio sobre la prevención de accidentes industriales mayores, que compromete a los empleadores a identificar las posibles instalaciones peligrosas, a notificar de estos riesgos a la autoridad competente, a tomar medidas para prevenir los accidentes y a tener planes de emergencia acordes con los riesgos.
<b>Ley 491 de 1999</b>	Que reforma el código penal, modificando el Art 197 imponiendo sanciones para el que ilícitamente importe, introduzca, exporte, fabrique, adquiera, tenga en su poder, suministre, transporte o elimine sustancia, objeto, desecho o residuo peligroso
<b>Ley 632 de 2000</b>	Por la cual se modifican parcialmente las Leyes 142, 143 de 1994, 223 de 1995 y 286 de 1996, sobre prestación de servicio público para residuos peligrosos y patógenos.
<b>Ley 994 de 2005</b>	Aprueba el Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes.
<b>Ley 1159 de 2007</b>	Aprobación del convenio de Rotterdam para la aplicación del procedimiento de consentimiento fundamentado previo a ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos objeto de comercio internacional
<b>Ley 1196 de 2008</b>	Por medio del cual se aprueba el "Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes.

<b>Ley 1252 del 27 de Noviembre de 2008</b>	Ley sobre RESPEL, por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental referentes a los residuos y desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones.
---	---

Fuente: (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2013)

**Tabla 6 Decretos Asociados a la contaminación ambiental**

<b>Norma</b>	<b>Tema</b>
<b>Decreto 1449 de 1977</b>	Disposiciones sobre conservación y protección de aguas, bosques, fauna terrestre y acuática
<b>Decreto 1594 de 1984</b>	Normas de vertimientos de residuos líquidos.
<b>Decreto 79 de 1986</b>	Conservación y protección del recurso agua
<b>Decreto 901 de 1997</b>	Tasas retributivas por vertimientos líquidos puntuales a cuerpos de agua
<b>Decreto 475 de 1998</b>	Por el cual se expiden normas técnicas de calidad del agua potable.
<b>Decreto 321 de 1999</b>	Adopta el Plan Nacional de Contingencia contra derrames de hidrocarburos, derivados y sustancias nocivas.
<b>Decreto 1609 de 2002</b>	Reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera.
<b>Decreto 1443 de 2004</b>	Reglamenta la prevención y control de la contaminación ambiental por el manejo de plaguicidas y desechos o residuos peligrosos provenientes de los mismos.
<b>Decreto 4741 de 2005</b>	Reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.
<b>Decreto 1220 de 2005</b>	Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales.
<b>Decreto 1299 de 2008</b>	Reglamenta departamento de gestión ambiental de empresas a nivel industrial estado: vigente
<b>Decreto 2676 de 2000</b>	Reglamenta la gestión integral de los residuos hospitalarios y similares.
<b>Decreto 2820 de 2010</b>	Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales
<b>Decreto 3573 de 2011</b>	Por el cual se crea la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales -ANLA y se dictan otras disposiciones.
<b>Decreto 3016 de 2013</b>	Por el cual se reglamenta el Permiso de Estudio para recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica con fines de Elaboración de Estudios Ambientales
<b>Decreto 2041 de 2014</b>	Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre Licencias Ambientales

Fuentes: (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2013), (ANLA. Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, 2015)

**Tabla 7. Resoluciones por las cuales se establecen procedimientos para la protección de la contaminación ambiental asociada a RESPEL.**

Norma	Tema
<b>Resolución 01652 de 2007</b>	Prohíbe fabricación e importación de productos que requieran sustancias que agotan la capa de ozono
<b>Resolución 062 de 2007</b>	Adopta los protocolos de muestreo y análisis de laboratorio para la caracterización fisicoquímica de los residuos o desechos peligrosos en el país.
<b>Resolución 1362 de 2007</b>	Por la cual se establece los requisitos y el procedimiento para el registro de generadores de residuos o desechos peligrosos, a que hacen referencia los artículos 27° y 28° del decreto 4741 del 30 de diciembre de 2005.
<b>Resolución 693 de 2007</b>	Por la cual se establecen criterios y requisitos que deben ser considerados para los planes de gestión de devolución de productos pos consumo de plaguicidas.
<b>Resolución No. 043 del 14 de Marzo de 2007</b>	Establecen los estándares para el acopio de datos, procesamiento y difusión de información para el Registro de Generadores de Residuos peligrosos
<b>Resolución 019 del 30 Octubre de 2008</b>	Por medio de la cual se derogan unas disposiciones y se unifica la reglamentación para compra, venta, consumo, distribución, almacenamiento y transporte de las sustancias sometidas a control especial.
<b>Resolución 0301 de 2008</b>	Prohibición del uso de clorofluorocarbonos
<b>Resolución 180052 de Enero 21 de 2008</b>	Por el cual se adopta el sistema de categorización de las fuentes radioactivas

Fuente: (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2013)

**Tabla 8 Políticas Asociadas a sustancias químicas.**

Norma	Tema
<b>Convenio 170 de 1990</b>	Convenio sobre la seguridad en la utilización de los productos químicos en el trabajo.
<b>Política ambiental para la gestión integral de los residuos o desechos peligrosos 2005</b>	Gestión integral de residuos o desechos peligrosos
<b>Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible 2010</b>	Producción y consumo sostenible
<b>Plan de Acción Nacional-PAN para la gestión ambientalmente racional de sustancias químicas (2013-2020)</b>	Manejo racional de sustancias químicas

Fuente: (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2013)

**Tabla 9. Tratados internacionales asociados a la protección del medio ambiente**

Norma	Tema
<b>Convención de Viena Marzo de 1985</b>	Para la protección de la capa de Ozono.
<b>Protocolo de Montreal Septiembre de 1987</b>	Este Protocolo está destinado a controlar el uso de sustancias que causan el agotamiento de la capa de ozono con el objetivo de lograr su eliminación
<b>Convenio de Basilea 22 de Marzo de 1989</b>	Este Convenio, considerado como un tratado ambiental de carácter global, tiene por objeto regular el movimiento transfronterizo de desechos peligrosos
<b>Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC) del 21 de Marzo de 1994</b>	Estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera para evitar que se produzcan cambios peligrosos en el sistema climático
<b>Convenio Marco sobre la Diversidad Biológica. Convención de las Naciones Unidas del Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD), “Cumbre de la Tierra” 29 de Diciembre de 1993.</b>	Propósito de lograr la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios de la utilización de los recursos genéticos
<b>Declaración de Río del 3 y 14 de Junio de 1992</b>	La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo
<b>Protocolo de Kioto de 1997</b>	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
<b>Convenio de Róterdam del 24 de Febrero de 2004</b>	Proteger la salud humana y el medioambiente mediante la regulación y control de las importaciones y exportaciones de productos químicos y plaguicidas considerados como peligrosos.
<b>El Convenio de Estocolmo de 22 de Mayo de 2001.</b>	Contaminantes Orgánicos y Persistentes (COP)

Fuente: (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2013)

Este Convenio sobre la normatividad citada anteriormente está relacionada con la posibilidad de contribuir al desarrollo sostenible del planeta, es por ello que dada la diversidad de materias primas utilizadas en los laboratorios de docencia e investigación, es necesario conocer las definiciones y normatividad que debe de cumplir. En Colombia se consumen y comercializan productos químicos, como insumos para gran variedad de productos, instituciones de salud y el sector educativo, que es caso de la Universidad la Gran Colombia. Dado que los reactivos para las prácticas académicas han sido comprados desde hace 25 años y los proveedores en varios casos o el origen de las sustancias no son conocidos, es importante conocer las diferentes normativas obligatorias y voluntarias para las sustancia usada en las prácticas, en este caso un reactivo se define: como una sustancia que tiene una composición homogénea reconocida que se convierte en un producto (desecho) cuando es mezclado con varias sustancias en las prácticas académicas, Es así, como se forman productos que pueden ser peligrosos o no para el medio ambiente o la salud. (ARL SURA- CISTEMA, 2014) .

Los reactivos utilizados en las practicas académicas de la facultad de ingeniería, generan residuos que pueden ser clasificados como residuos peligrosos definido: *“Es aquel residuo o desecho que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas puede causar riesgo o daño para la salud humana y el ambiente. Así mismo, se considera residuo o desecho peligroso los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos”* (MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL DECRETO 4741, 2005).

En Colombia la base para la clasificación de residuos en los establecimientos generadores de residuos peligrosos, se realiza según el decreto 4741 de 2005, *“por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral”*. Detallado en el anexo B. Plan Integral de Gestión de Residuos. En la Ilustración 3 se resume la clasificación del anexo del decreto 4741/05, esta clasificación se realiza según el proceso o actividad, por corriente de residuo y finalmente según la característica de peligrosidad del mismo.

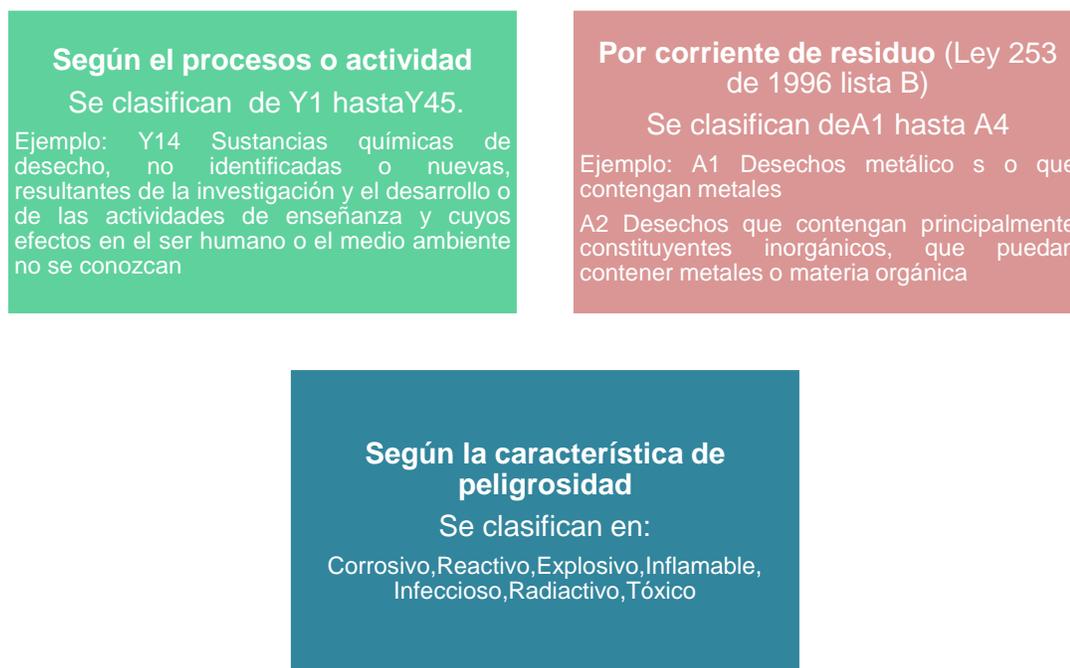


Ilustración 3 Clasificación de Residuos Según Decreto 4741/05

Fuente: (Ministerio de Ambiente, vivienda y Desarrollo Territorial MAVDT Decreto 4741, 2005)

El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España, ha propuesto para la segregación de los residuos generados en los laboratorios de las Universidades descritas en detalle en el Anexo B. Tabla 10 NTP 480: La gestión de los residuos peligrosos en los laboratorios universitarios y de investigación, ella se definen siete grupos de residuos como son: Grupo I: Disolventes halogenados; Grupo II: Disolventes no

halogenados; Grupo III: Disoluciones acuosas; Grupo IV: Ácidos; Grupo V: Aceites; Grupo VI: Sólidos; Grupo VII: Especiales.

En Colombia, el Politécnico Jaime Isaza Cadavid, ha realizado varias investigaciones en recuperación, tratamiento y eliminación de residuos químicos líquidos y sólidos generados en los laboratorios de docencia. En estos estudios se propone la clasificación de los tipos de residuos producidos en los laboratorios como se ilustra en Anexo B. Tabla 35. Clasificación de los tipos de residuos producidos en los laboratorios, así: Sólidos especiales I; Sólidos especiales II; Sólidos orgánicos; Sólidos inorgánicos; Disoluciones ácidas; Disoluciones básicas; Disoluciones salinas acuosas; Disoluciones de metales pesados; Solventes orgánicos halogenados; Solventes orgánicos no halogenados; Soluciones orgánicas.

### Universidad como pequeño generador

Según el Decreto 4741 de 2005, en el artículo 28. Se definen las categorías y plazos para la inscripción ante el IDEAM. Se ilustra en la Tabla 11.

Tabla 11. Clasificación del Generador

Clasificación	Definición
<b>Gran Generador</b>	Persona que genera residuos o desechos peligrosos en una cantidad igual o mayor a 1,000.0 kg/mes calendario considerando los periodos de tiempo de generación del residuo y llevando promedios ponderados y media móvil de los últimos seis (6) meses de las cantidades pesadas
<b>Mediano Generador</b>	Persona que genera residuos o desechos peligrosos en una cantidad igual o mayor a 100.0 kg/mes y menor a 1,000.0 kg/mes calendario considerando los periodos de tiempo de generación del residuo y llevando promedios ponderados y media móvil de los últimos seis (6) meses de las cantidades pesadas.
<b>Pequeño Generador</b>	Persona que genera residuos o desechos peligrosos en una cantidad igual o mayor a 10.0 kg/mes y menor a 100.0 kg/mes calendario considerando los periodos de tiempo de generación del residuo y llevando promedios ponderados y media móvil de los últimos seis (6) meses de las cantidades pesadas.

Fuente: (MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL DECRETO 4741, 2005)

## 4.3 Plan de Gestión Integral de RESPEL

El Plan de Gestión Integral de Respel, es una herramienta de planificación que se ajusta a los generadores grande, mediano o pequeño de este tipo de residuos, aportando de manera significativa al cumplimiento de lo establecido en el artículo 10º del Decreto 4741 del 30 de diciembre de 2005.

El Plan RESPEL permite conocer y evaluar los residuos y las alternativas de prevención y minimización, para mejorar la gestión y asegurar el manejo de estos residuos de una manera ambientalmente razonable, con el menor riesgo posible; procurando la mayor efectividad económica, social y ambiental, en concordancia con la Política y las regulaciones antes mencionadas.

La finalidad del plan es ser una herramienta de gestión que permita avanzar en la gestión ambiental de la organización con beneficios como la optimización de actividades, procesos y en la reducción de costos de funcionamiento y operación. Este plan no debe ser entregado a la autoridad ambiental, en este caso a la CRQ y la secretaria de salud departamental, pero debe de estar disponible en una visita de control y seguimiento.

Los Planes de Gestión Integral de Residuos Peligrosos debe contener las actividades, acciones y procedimientos que permitan la prevención de la generación de residuos, así como la garantía del manejo ambientalmente seguro de los ya generados, de acuerdo a las condiciones de generación, actividad económica y las necesidades específicas como la ubicación e impactos evaluados. Los componentes básicos de un plan de gestión RESPEL (Secretaría de Ambiente Lineamientos Planes de Gestión, 2011) debe contener como mínimo la estructura que se muestra en la Ilustración 4 , esta estructura garantiza menor generación, adecuado manejo interno y externo, así como el seguimiento y evaluación del plan RESPEL.

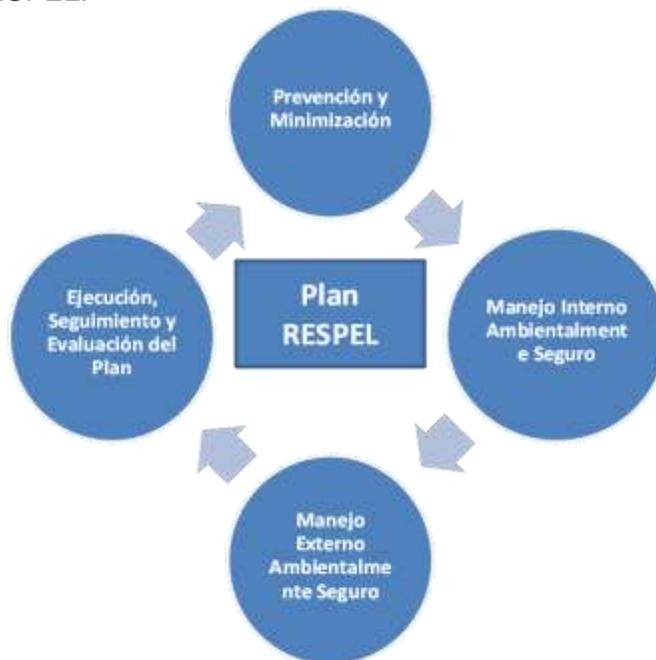


Ilustración 4 Estructura del Plan de Gestión Integral RESPEL

Fuente: La autora

## 4.4 Prácticas sostenibles

Las prácticas sostenibles buscan mejorar la calidad de vida de los habitantes del planeta, minimizar el uso de recursos naturales y materiales tóxicos, disminuir la emisión de desechos y contaminantes, es por ello que Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente promueve el proceso de Marrakech como campaña de acción global fundamentada en la promoción del consumo y la producción sostenibles (CPS), que da respuesta al Plan de Implementación de Johannesburgo (PIJ), de la Cumbre Mundial de Desarrollo Sustentable (2002). Este cuenta con siete grupos de trabajo entre ellos: Productos Sustentables, Formas de Vida Sustentables, y Educación para el Consumo Sustentable. (PNUMA , 2014). En Colombia en el año 2011 se establece la Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible, con el objeto de orientar el cambio de los patrones de producción y consumo de la sociedad Colombiana hacia la sostenibilidad ambiental; en ella se orienta la aplicación de la Política Ambiental para la Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos donde se establecen estrategias como la prevención de la generación a través de la promoción e implementación de estrategias de producción más limpia; reducción de la generación en la fuente, mediante la formulación e implementación de planes de gestión; promoción del aprovechamiento y valorización; gestión de RESPEL derivados del consumo masivo de productos con característica peligroso; promoción del tratamiento y disposición final de manera ambientalmente segura; y prevención de la contaminación y gestión de sitios contaminados.

Estas Políticas sustentan las buenas prácticas con tres reglas básicas en relación con los ritmos de desarrollo sostenibles:

- Ningún recurso renovable deberá utilizarse a un ritmo superior al de su generación.
- Ningún contaminante deberá producirse a un ritmo superior al que pueda ser reciclado, neutralizado o absorbido por el medio ambiente.
- Ningún recurso no renovable deberá aprovecharse a mayor velocidad de la necesaria para sustituirlo por un recurso renovable utilizado de manera sostenible. (Ministerio Ambiente y Desarrollo Sostenible y WWF Colombia, 2011)

### Química verde

La química verde se puede definir como las acciones para eliminar la contaminación desde el inicio de los procesos, evitando el máximo de desperdicios y uso de materiales no renovables, el empleo de materiales peligrosos o contaminantes; con la finalidad de causar el impacto mínimo a los seres vivos y al medio ambiente, sin sacrificar el avance científico y tecnológico.

Los principios de la química verde fueron propuestos originalmente por Paul Anastas y John Warner en su libro *Green Chemistry, theory and practice* en 1998 (Anastas, Kirchoff , & Williamson, 1998), Los doce principios de la química verde son:

1. Prevenir desechos: Diseñar las síntesis químicas para prevenir desperdicios que limpiar o tratar.
2. Diseñar reactivos y productos químicos más seguros: Diseñar los productos químicos que sean realmente eficaces, de baja o nula toxicidad.
3. Diseñar síntesis químicas menos peligrosas: Diseñar métodos de síntesis que empleen y generen baja o nula toxicidad a los seres humanos y al ambiente.
4. Utilizar materias primas renovables: Utilizar materias primas y materias de base que sean renovables, en lugar de los que no lo sean.
5. Utilizar catalizadores, en lugar de reactivos estequiométricos: Reducir al mínimo el desperdicio usando reacciones catalíticas
6. Evitar los derivados químicos: Evitarlos mediante el uso de inhibidores o grupos de protección o cualquier modificación temporal de ser posible.
7. Maximizar la economía atómica: Diseñar síntesis en las que el producto final contenga la máxima proporción de los materiales de partida.
8. Utilizar solventes y condiciones de reacción más seguros: Evitar el uso de solventes, agentes de separación u otros productos químicos auxiliares.
9. Aumentar el rendimiento energético: Emplear condiciones de temperatura y presión suaves o atmosféricas siempre que sea posible en los procesos químicos.
10. Diseñar los productos químicos y los productos para degradar uso posterior: Diseñar los productos químicos que analizan a las sustancias inofensivas y el uso posterior, de modo que no se acumulen en el ambiente.
11. Analizar en tiempo real para prevenir la contaminación: Incluir la supervisión y el control en tiempo real durante el proceso de síntesis para evitar o reducir al mínimo la formación de subproductos.
12. Minimizar el potencial de accidentes: Diseñar productos químicos y sus formas (sólido, líquido o gas) que permitan reducir al mínimo el potencial de accidentes químicos incluyendo explosiones, fuegos y fugas al ambiente. (Universidad Autónoma Metropolitana, Iztapalapa, 2009)

Estos principios cimientan la metodología propuesta por (Morales , y otros, 2011) . ¿Qué tan verde es un experimento?, donde se analizan tres practicas académicas en el que se relaciona el cumplimiento de los principios de la Química Verde. Esta herramienta es mixta: cualitativa, mediante un código de color y semicuantitativa, a través del uso de una escala numérica tipo Likert, estos índices evalúan el acercamiento verde de un desarrollo experimental, y la construcción de una química cuyo objetivo es aproximarse a la sostenibilidad. En consecuencia podemos comprender que el *“reto principal de la química verde es eliminar gradualmente la generación de materiales peligrosos o nocivos, y sustituirlos por otros menos tóxicos y más seguros. Sin embargo, este proceso debe ser impulsado con desarrollos científicos o tecnológicos y planteamientos de carácter legislativo. Su aplicación en el sector industrial, gubernamental y académico, ha generado múltiples beneficios ambientales, económicos y sociales”*. (Pájaro Castro, 2011)

## 5. METODOLOGÍA

La investigación que se realizó fue de tipo Estudio de Caso, para alcanzar el objetivo del proyecto al analizar la Unidad de investigación particular en este caso: “Los laboratorios de docencia de la Facultad de Ingeniería de la Universidad la Gran Colombia Armenia”. (Hernández-Sampieri, 1999), define el estudio de caso como “*una investigación sobre un individuo, grupo, organización, comunidad o sociedad; que es visto y analizado como una entidad*”

**Tipo de estudio: Descriptivo y explicativo.** El estudio es descriptivo porque propuso una descripción a través de la recopilación de información para un propósito bien definido, este tipo de investigación se realizó para el trabajo de campo ya que por medio de la elaboración de documentos permitió la evaluación de los impactos ambientales, desarrollo del plan de gestión de residuos peligrosos y programa de prácticas ambientales. Es explicativa ya que a partir de la información procesada se pudo comprender los impactos ambientales, causas de los principales problemas del manejo de RESPEL en los Laboratorios académicos, para luego presentar alternativas de solución.

### 5.1 Métodos de trabajo

Para el logro de los objetivos establecidos con la presente investigación, se aplicaron los siguientes métodos de trabajo:

#### 5.1.1 Métodos teóricos (método histórico y lógico).

Mediante revisión y análisis bibliográfico y documental de artículos, normatividades y documentos existentes y relacionados con el control, manejo y gestión integral de residuos peligrosos.

#### 5.1.2 Métodos empíricos (fundamentales, no fundamentales).

Mediante el diseño y aplicación de técnicas de recolección de información como encuestas, y consulta a expertos (académicos) que permitieron establecer el diagnóstico y

elaborar la propuesta ambiental para la evaluación y gestión integral de residuos peligrosos:

**Grupo focal (estudio caso):** permitió hacer un estudio más focalizado de los diferentes laboratorios desarrollados en química y microbiología.

**Encuesta:** se diseñó un cuestionario que contenía preguntas cerradas que permitieron recolectar información con respecto a la forma en cómo se han manejado los residuos peligrosos generados en la universidad. El instrumento se detalla y analiza en las tablas del Anexo C. Encuesta diagnóstica para el manejo integral y disposición final de los residuos generados en los laboratorios de docencia de la Universidad Gran Colombia Seccional Armenia.

## 5.2 Medios utilizados

Los medios que se utilizaron para lograr en forma exitosa los objetivos planteados en la investigación fueron:

- **Medios tecnológicos:** computadores, video beam, bases de datos especializadas, internet, archivador, impresora, escáner, fotocopidora, cámara, grabadora periodística, etc.
- **Medios técnicos:** software estadístico, etc.
- **Medios académicos:** hojas, papel, tinta, marcadores, carpetas, manuales, libros, papelografo, fólderes, CDs, Vds., etc.
- **Recurso Humano:** personas especializadas y relacionadas con el tema de manejo y gestión integral de residuos peligrosos.
- **Medios Informáticos:** libros, enciclopedias, internet y bases de datos especializadas en artículos relacionados con el tema de investigación.

## **5.3 Metodología para la elaboración de Propuesta Ambiental**

### **5.3.1 Identificación, evaluación y valoración del Impacto Ambiental**

Se efectuó una revisión inicial ambiental (RIA), donde se evaluaron los impactos ambientales causados por residuos peligrosos en el ambiente en general (aire, agua, suelo, hombre, flora, fauna, etc.) con la elaboración de matrices como: Revisión Inicial Aspectos Ambientales En Condiciones Normales De Funcionamiento –entradas; Revisión Inicial Aspectos Ambientales En Condiciones Normales De Funcionamiento – Salidas; Revisión Inicial Aspectos Ambientales En Condiciones Normales De Funcionamiento; Revisión Inicial Aspectos Ambientales En Condiciones Anormales De Funcionamiento. La identificación de los impactos ambientales se realizó con métodos matriciales como son la Matriz de Leopold, y Matriz ABC, que establece relaciones causa-efecto con criterios de valoración cualitativos y cuantitativos para jerarquizar acciones y efectos. En la matriz, las columnas representan acciones que pueden causar impactos al ambiente y las filas los medios afectados por las acciones, ya sea medio físico, biótico y socioeconómico. Para cada celda en la matriz se colocó un número el cual constituye un sistema de escalamiento del 0,1 al 1 que identifica la magnitud e importancia de cada efecto posible, siendo 0,1 un bajo nivel del impacto y 1.0 un impacto con un alto nivel. (Canter, 1998)

#### **Valoración de Impactos Ambientales**

Para la valoración de los impactos ambientales se utilizaron criterios de evaluación ambiental previamente definidos, parámetros semicuantitativos, establecidos en una escala relativa a cada “actividad del laboratorio”/ “impacto ambiental” interrelacionado. Sobre la base de asignar valores a los respectivos “puntajes”, se armó una matriz que determina la importancia y la jerarquización de los diferentes impactos.

### **5.3.2 Programa de Gestión Integral de Residuos Peligrosos**

#### **Diagnóstico sobre el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos Generados en los Laboratorios de Docencia de la Universidad la Gran Colombia Armenia**

Se realizó un diagnóstico que permitió identificar y analizar la existencia y aplicación de estrategias y acciones orientadas al manejo, reducción y recuperación de los residuos químicos generados. Esto se hizo mediante registros fotográficos, videos, etc.

#### **Clasificación de los residuos generados en las prácticas académicas**

Se realizó la clasificación de los residuos generados según el Decreto 4741 de 2005.

### **Caracterización Físicoquímica de los Residuos Químicos Generados**

En esta fase se identificaron el tipo, naturaleza química, cantidad y peligrosidad de los residuos químicos generados habitualmente. Esto se realizó caracterizando los residuos con la reacción de los reactivos usados con la finalidad de conocer que residuo se generó y un análisis físico como la determinación del pH. De esta manera se hizo un inventario y clasificación de las sustancias químicas más utilizadas y los residuos químicos generados de las prácticas de laboratorio.

### **Formulación del programa gestión de residuos Peligrosos.**

Se estudiaron 26 planes de gestión de residuos nacionales e internacionales, que permitieron realizar la propuesta particular para los laboratorios de docencia de la Facultad de Ingeniería, acorde con las caracterizaciones de residuos generados in situ.

### **5.3.3 Programa de prácticas Sostenibles**

Se realizó la revisión de prácticas sostenibles a nivel mundial, de acuerdo a los 12 principios de química verde se usó una herramienta modificada mixta: cualitativa, mediante un código de color y semicuantitativa, a través del uso de una escala numérica tipo Likert (1–10) propuesta por (Morales , y otros, 2011) , aplicada a 3 prácticas académicas (Determinación de vitamina C, azúcares reductores por DNS, Determinación de azúcares por fehling), que generan el mayor volumen de residuos en los laboratorios. A partir de allí se construyó el protocolo para determinación de prácticas verdes en los laboratorios que incluye la divulgación por medio de la Plataforma moodle Universidad Gran Colombia como objeto Virtual de aprendizaje.

## **6. Resultados y discusión**

### **6.1 Identificación, Evaluación y Valoración del Impacto Ambiental potencial de los Residuos Químicos Generados en los Laboratorios de Docencia de la Facultad de Ingeniería UGCA.**

Esta propuesta se desplegó, de acuerdo a los siguientes capítulos:

#### **6.1.1 Descripción de los laboratorios y acciones realizadas en las prácticas académicas:**

Según informes de gestión anuales de los laboratorios de la facultad de ingenierías Se evidenciaron las actividades desarrolladas en las prácticas académicas con un aumento del 12% en los últimos años y aproximadamente 68 diferentes tipos de práctica realizadas por semestre.

#### **6.1.2 Descripción del entorno de los laboratorios:**

- ✓ Medio Físico: que incluyó el agua, aire, suelo de las áreas de influencia. Esta zona es una vereda industrial posee un punto de control de calidad de aire en el parque recreacional Comfenalco que maneja la Corporación Autónoma Regional Del Quindío, no hay fuentes hídricas cercanas y hay un vertimiento de importancia en la zona de influencia directa.
- ✓ Medio Biótico: referido a flora y fauna de la vereda, esta es una zona de conservación ambiental y es zona pecuaria y agrícola de café y plátano. Posee una plataforma natural conformada por el conjunto de elementos bióticos y abióticos que dan sustento a los procesos ecológicos de la vereda.
- ✓ Medio Perceptivo: conocido como paisaje, los laboratorios están a 25 metros del Centro Gran colombiano del Paisaje Cultural Cafetero donde se fomenta, retroalimenta, difunde y educa en temas de cultura cafetera y sus desarrollos.

Dada la Declaratorio del Paisaje Cultural cafetero como patrimonio cultural de la humanidad (Comité de Patrimonio Mundial de la UNESCO, Lista de Patrimonio Mundial el Paisaje Cultural Cafetero,2011)

- ✓ Medio Socioeconómico: La vereda cuenta con un desarrollo de la infraestructura de espacio público natural y por ello se consolidado el equipamiento colectivo, servicios públicos, comunicación vial y transporte del sector urbano y rural.

### 6.1.3 Identificación caracterización de los impactos potenciales

#### Revisión ambiental inicial

Con esta revisión se identificaron los aspectos relacionados con los laboratorios, los aspectos legales asociados a las actividades desarrolladas, con el propósito de consolidar la base para implementar la propuesta ambiental y realizar la evaluación y valoración de los impactos generados en los laboratorios.

En el anexo 1, se presenta la Revisión Inicial Aspectos Ambientales (RIA) en condiciones normales de funcionamiento laboratorios Universidad La Gran Colombia Armenia. Esta matriz muestra un panorama general de las entradas como materias primas, combustible, energía y agua; los aspectos considerados en la salida como son emisiones, ruido, vertimiento y residuos. La RAI permitió proyectar la diversidad de materias primas usadas especialmente en el espacio físico de química y las principales salidas como son vertimientos y residuos.

Tabla 12. Revisión Inicial Aspectos Ambientales En Condiciones Normales De Funcionamiento -entradas

ÁREA / SECCIÓN	ASPECTOS AMBIENTALES (ENTRADAS)			
	MATERIAS PRIMAS / INSUMOS	COMBUSTIBLES	ELECTRICIDAD	AGUA
<b>ALMACÉN REACTIVOS</b>	396 Reactivos en proceso de almacenamiento bajo el sistema de identificación de peligros SAF-T-DATA Azul: tóxico; Rojo: inflamables; Amarillo: Aislados lejos de combustibles; Blanco: Corrosivos; Verde: Riesgo moderado; Con franjas: Incompatible con las de color de su clase.		Energía 110 V (balanza analítica, nevera) Energía 220V(, campana extractora)	Agua para lavado de material - Agua lavado de gases
	Agua destilada		Energía 220V - destilador	Agua para la refrigeración del

				destilador (12litros/h)
	Envases de vidrio y plásticos.		—	—
LABORATORIO DE QUÍMICA	Reactivos Químicos de: Química General Químicos Orgánica Químicos Bioquímica Análisis de Alimentos Operaciones Unitarias Postproducción Post cosecha		Energía 200V Mufia, destilador Kendalhk. Rota vapor Energía 110 V estufas, agitadores, refractómetros, pH metros, baño María, rota vapor, neveras	Agua para destilador de proteína, destilador de grasa, limpieza de equipos, Uso general
LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA	Reactivos químicos: Biología Fundamental Microbiología Papel Kraft Agua Destilada	Alcohol Industrial	Energía 220V Autoclaves, 110 V Microscopios, Incubadoras, Neveras Centrifugas	Agua potable para limpieza y desinfección, lavado de material
PLANTA DE TRANSFORMACIONES	Aditivos para productos cárnicos, lácteos y Fruver, Envases plásticos, vidrio.	Gas propano (cilindro de 100 lb)	Energía 200V cúter, molino, despuladora, 110 V embutidora, licuadoras, batidoras, refrigeradores.	Agua para limpieza y desinfección
LABORATORIO DE CURTIEMBRES	Cueros de diferentes fuentes Reactivos Químicos.		Energía Bombo utilizada por 24 horas de agitación	Agua para pelambre, Agua recurrido

### Matriz ABC

La Matriz de calificación de impactos ambientales en condiciones normales de funcionamiento, permitió evaluar los aspectos ambientales e impactos asociados a cada uno de ellos a escala y severidad el mismo.

La Matriz ABC, registró los valores iniciales del impacto que puede generar un agotamiento en los recursos naturales la contaminación de aire suelo y agua, considerando a su vez la posibilidad e incumplimiento con los requisitos legales vigentes. El despliegue de esta matriz se puede visualizar en el anexo 1, el nivel de significancia de los posibles impactos en los laboratorios es B, que se considera un impacto con nivel de significancia media. Dado que la calificación de este está en el rango (12 y 22), perteneciente al consumo de materias primas, vertimientos y la generación de residuos. El nivel de significancia B, Ilustración 5

Aspecto Ambiental	Descripción	Impactos Asociados	Escala del Impacto	Severidad del Impacto	Legislación Nacional	Sumatoria	Frecuencia	Total	Nivel de Significancia	Control de Impacto	Legislación Asociada	Artículos Relacionados	Requisito
<b>ENTRADAS</b>													
<b>Consumo de materias primas e insumos</b>	396 Reactivos en proceso de almacenamiento bajo el sistema de identificación de pelifros SAF-T-DATA	Agotamiento de recursos naturales Contaminación del suelo Contaminación hídrica utilización innecesaria de los recursos naturales	2	3	1	6	2	12	B	Protocolo de seguridad para derrames Recolección de los residuos del proceso de devolución de empaques de los reactivos los proveedores	Decreto 4741 de 2005 Decreto 1140 del 7 de mayo de 2003 Resolución 13824 de 1989	10	Contar con un plan de contingencia actualizado para atender cualquier accidente o eventualidad. Lineamientos del Decreto 321 de 1999 por el cual se adopta el Plan Nacional de Contingencia contra Derrames de Hidrocarburos, Derivados y Sustancias Nocivas en aguas Decreto 1713 de 2002, en relación con el tema de las unidades de almacenamiento y se dictan otras disposiciones. Política Ambiental para la Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos.
	Envases de vidrio y plásticos.		3	1	0	4	2	8	C	Reutilización de envases			
<b>Consumo de Combustible</b>	Gas propano Planta	Agotamiento recursos naturales	1	1	1	3	1	3	C				
<b>Consumo de Energía</b>	Energía 110 V para balanza analítica, campana extractora, nevera, 220V	Agotamiento de Recursos Naturales No Renovables	2	2	1	5	2	10	C	Uso racional y eficiente de la energía Uso Eficiente de los equipos	Ley 697 de 2001 Decreto 2501	15	Disposiciones para promover prácticas con fines de uso racional y eficiente de energía eléctrica Implementación de programa de

destilador									de 2007	ahorro y uso eficiente de energía eléctrica.
------------	--	--	--	--	--	--	--	--	---------	--

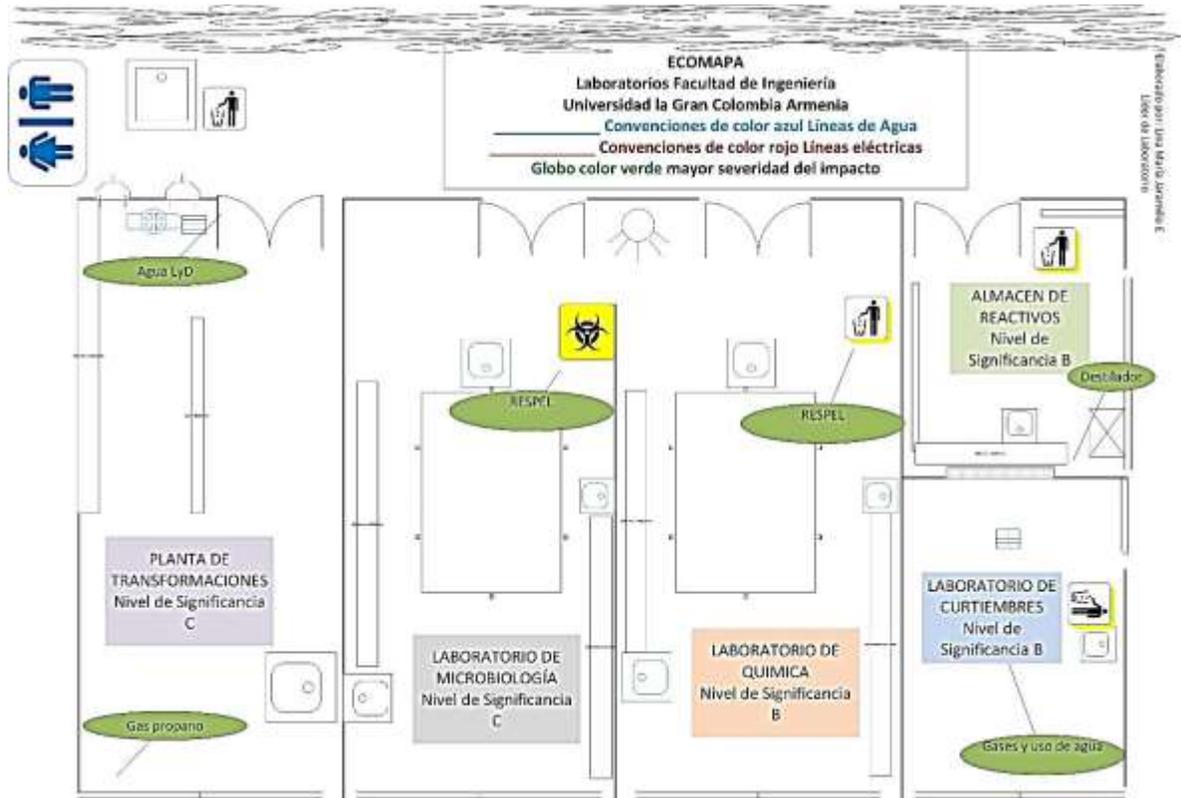


Ilustración 5 Eco mapa Laboratorios de la Facultad de Ingeniería UGCA

Fuente: La autora.2013

Las zonas de planta de trasformaciones, el laboratorio de microbiología, son zonas de baja significancia con valores entre 1 y 11, razón por la cual estas zonas no serán la base para la evaluación y valoración del impacto ambiental con la matriz de Leopold.

La matriz de calificación de impactos ambientales en condiciones Anormales de funcionamiento fue desarrollada en los aspectos que en condiciones normales presenta una significancia media, con la probabilidad de que su significancia aumente a nivel A, los resultados obtenidos son igualmente de significancia media.

### 6.1.4 Matriz de Leopold Calificación y valoración del impacto

En el anexo 1. La matriz causa efecto -Leopold, requirió previamente el desarrollo de las siguientes matrices:

- Identificación y Descripción de las Acciones del laboratorio Susceptibles de Producir Impacto (ASPI): en ellas se describió las etapas, las actividades realizadas, acciones susceptibles de producir impacto en el suelo, agua, aire, paisaje, flora, fauna, sociopolítico, económico y cultural.
- Identificación y Descripción de los Factores Susceptibles de Recibir Impacto (FARI): de acuerdo al medio Abiótico, biótico, social, se visualizaron las acciones susceptibles de producir impacto y los factores susceptibles de recibir impactos.
- Identificación de los Factores Ambientales: se describió detalladamente las acciones que producen y reciben impactos y los indicadores de cada componente ambiental, dado que las evaluaciones de impacto ambiental se realizan antes de ocurrir las acciones que llegaran a afectar el medio ambiente.

En la siguiente ilustración se observa la interrelación que da como resultado la calificación ambiental.

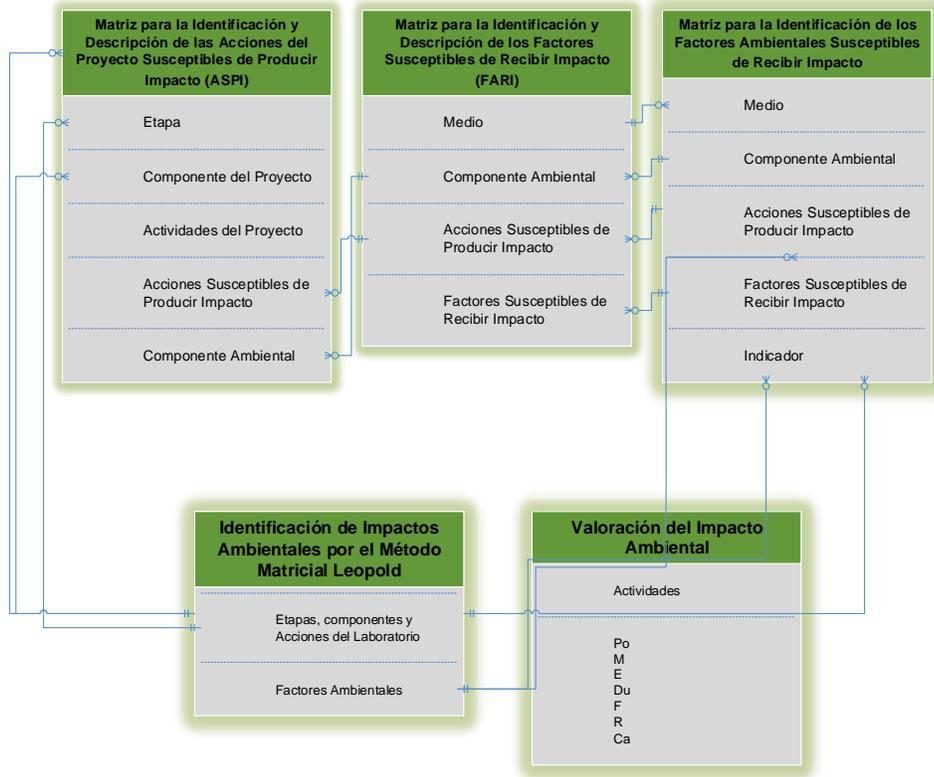


Ilustración 6 Interacción de matrices para la calificación Ambiental

Fuente: La Autora, 2014

Con los insumos de las tres matrices anteriores se desarrolló la matriz de Leopold que consta de un cuadro de doble entrada, en el cual se dispuso en columnas los factores ambientales (31) que pueden ser afectados y como filas las acciones que se despliegan en los laboratorios (22) y que puedan causar posibles impactos ya sean positivos o negativos, en ella se evaluaron 682 interacciones. Con la probabilidad de ocurrencia de estas en los factores ambientales se obtuvieron 58 interrelaciones que posteriormente fueron calificadas de acuerdo con la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** La mediana de estas calificaciones es 5, razón por la cual la significancia de la calificación permite la Valoración del impacto, se visualiza en Tabla 13.

Tabla 13 .Valoración del Impacto Ambiental de los laboratorios

Actividades	Po	M	E	Du	F	R	Ca	Impacto Ambiental		
Cultural/Desechos Generados al mes	1	3	2	3	3	1	12	-	Directo	Altamente negativo
Hombre/ Educación	1	2	3	1	1	1	8	-	Directo	Moderadamente



## 6.2 Programa de Gestión Integral de Residuos Peligrosos

### 6.2.1 Diagnostico Generación, Identificación y Clasificación RESPEL

Para la elaboración del Programa de gestión Integral de residuos peligrosos se inició con la valoración de las prácticas académicas realizadas en los últimos años, con la finalidad de proyectar las acciones a tomar en la elaboración del Anexo 2. **Plan de Gestión Integral de Residuos Peligrosos de los Laboratorios de la Facultad de Ingeniería.** Este se describe a continuación: De acuerdo a los perfiles de los docentes y el interés en las prácticas académicas e investigativas, el número de prácticas varía año a año, como se visualiza en la Ilustración 7 .

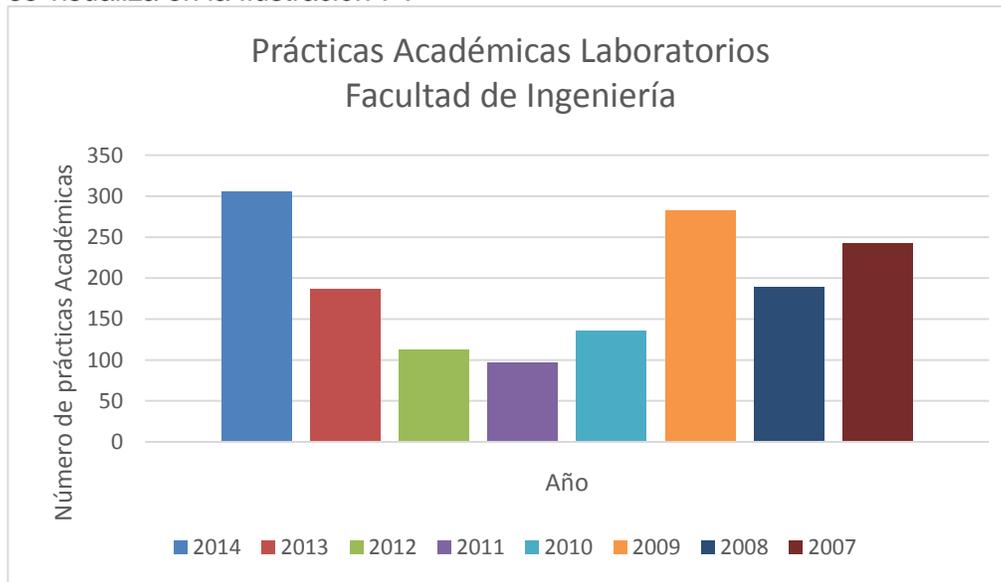


Ilustración 7. Histórico de prácticas académicas laboratorios.  
Fuente: La autora, 2014

El aumento en las prácticas académicas es significativo para el año 2014, dado el aumento en 50 prácticas promedio, con relación a los siete años anteriores, lo que hace necesario alternativas de minimización y prevención de generación RESPEL.

Las prácticas académicas realizadas fueron en promedio de 68 prácticas diferentes, en las diversas asignaturas. Anexo 2. Dada la diversidad de prácticas realizadas y las repeticiones de las mismas, desde el año 2010 se han almacenado los residuos generados. Con la finalidad de no generar ningún impacto ambiental, no son desechados a las cañerías.

La generación de residuos en las prácticas descritas anteriormente conllevó a tomar acciones para la separación de residuos por cada práctica, medición del volumen generado e identificación del aspecto físico, color y medición de pH. En la Tabla 14. Se visualizan 22 residuos generados desde el año 2010-2014.

Estos fueron identificados según el artículo 7 del (Ministerio de Ambiente, vivienda y Desarrollo Territorial MAVDT Decreto 4741, 2005), literal C. A través de la caracterización físico-química de los residuos o desechos generados, en este caso sólo fue posible la toma de pH en las condiciones de los laboratorios académicos. Según Protocolos establecidos por el Instituto De Hidrología, Meteorología Y Estudios Ambientales – IDEAM., Resolución No. 0062 (30 de Marzo de 2007).

Tabla 14. Identificación de residuos generados desde el año 2010 al 2014

No.	RESIDUO	VOLUMEN EN L	ASPECTO-FASES	COLOR	pH
1	Residuos De Hidróxido De Sodio de Hidróxido De Bario	1,5	Precipitado blanco	Rosado	9,5
2	Residuos De Ácido Clorhídrico Y Sulfúrico	4	Precipitado amarillo	Transparente	0,88
3	Residuos De Respiración Hidróxido de Bario Neutralizado Con Acido oxálico	3,75	Precipitado blanco	Amarillo	11,46
4	Residuos De Neutralizaciones	3,75	Precipitado blanco	Rosa claro	12,3
5	Residuos De Cloruro De Litio	0,05	Fase acuosa-gránulos de sal	Transparente	7,34
6	Desechos De Cromo Y Plomo (Estequiometria Química General)	0,5	Precipitado amarillo	Amarillo	3,48
7	Residuos De Ácido Sulfúrico	0,4	Frasco ámbar	Negro	0,18
8	Residuo Desconocidos	0,35	Frasco ámbar	Negro	0,03
9	Residuo Orgánicos Determinación De Azucares (Espectrofotómetro) Residuos DNS	3,5	Creció un hongo macroscópico en junio de 2014 Sólido precipitado	AMARILLO	0,59
10	Residuos Determinación De Azucares Fehling A y B	3	Precipitado azul verdoso-sobrenadante azul	Azul-verde	0,53
11	Residuos de Proteína Biuret	2	Fase acuosa	Rosa	
12	Residuos de Proteína Bradforth	2	Fase acuosa	Rosa	
13	Residuos De Práctica Orgánica Identificación De Grupos Funcionales	0,15	Precipitado café	Café	5,7
14	Residuos De Vitamina C Espectrómetro	1	Una sola fase acuosa liquida	Amarillo	11,75

## Contenido

15	Residuos Lugol	0,02	Yodo sólido		Café oscuro	N.A
16	Residuos Extracción Éter	0,025	Dos fases		Transparente	N.A
17	Residuos De Titulación Fruta	0,6	Precipitado blanco		Amarillo	N.A
18	Residuos de Metanol	0,015	Fase acuosa		Transparente	N.A
19	Residuos de Dicromato de Potasio	0,25	Precipitado amarillo-sobrenadante amarillo papel filtro		Amarillo	N.A
20	Residuos Biológicos (medios de Cultivo estériles y guantes)	* DF	Diferentes aspectos de acuerdo a la practica		Varios	N.a
21	Residuos tinciones Microbiología (Tinción de Gram)	0,016	Rojo fase líquida-precipitado rojo-violeta		Rojo	N.A
22	Residuos termómetros de mercurio	0,002	Mercurio líquido		Plateado	N.A
Total residuos almacenados años 2010-2014			<b>26,878</b>			

\*DF: Se realiza disposición final con EMDEPSA

N.A. No se aplicó dado el volumen de residuo, no es posible realizar la medición

Fuente: La autora, 2014

Los residuos de mayor generación a un litro (l) o Kilogramos (kg) en los años 2010-2014 son los generados en las prácticas de Análisis de alimentos:

- Residuos De Vitamina C Espectrómetro
- Residuos Determinación De azúcares Fehling A y B
- Residuo Orgánicos Determinación De azúcares (Espectrofotómetro) Residuos DNS.
- Residuos de Proteína Bradforth
- Residuos de Proteína Biuret

Dado el volumen de generación de estos residuos son ellos los objetos de estudio de las prácticas académicas para el establecimiento de prácticas verdes.

El manejo integral de los residuos generados en pequeñas cantidades en los laboratorios, se describe a continuación, considerando que esta clasificación es adecuada ya que se han realizado estudios en laboratorios de docencia.

1. Con base a artículo 7 del (Ministerio de Ambiente, vivienda y Desarrollo Territorial MAVDT Decreto 4741, 2005), literal b, A través de las listas de residuos o desechos peligrosos contenidas en el Anexo I y II del decreto.

2. Clasificación de los residuos según su naturaleza propuesto por Metodología Usada en el Politécnico Jaime Isaza Cadavid (Mejía Sánchez & Ardila Arias, 2012).Tabla 16.
3. Clasificación de los residuos según el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo de España, notas técnicas de prevención, NTP 480: La gestión de los residuos peligrosos en los laboratorios universitarios y de investigación. Tabla 17.
4. Clasificación de acuerdo a la peligrosidad según el decreto 2020 de 2007 Residuos peligrosos reglamentario de la ley 2214. Ciudad de Buenos Aries. Tabla 18.

Tabla 15. Clasificación de los residuos Químicos peligrosos generados en los laboratorios según Decreto 4741 de 2005.

No.	RESIDUO	Clasificación Decreto 4741 de 2005.
1	Residuos De Hidróxido De Sodio de Hidróxido De Bario	Y18 Residuos resultantes de las operaciones de eliminación de desechos industriales. Y35 Soluciones básicas o bases en forma sólida A4090 Desechos de soluciones ácidas o básicas, distintas de las especificadas en el apartado correspondiente de la lista B.
2	Residuos De Ácido Clorhídrico Y Sulfúrico	Y18 Residuos resultantes de las operaciones de eliminación de desechos industriales. Y34 Soluciones ácidas o ácidos en forma sólida. A4090 Desechos de soluciones ácidas o básicas, distintas de las especificadas en el apartado correspondiente de la lista B.
3	Residuos De Respiración Hidróxido de Bario Neutralizado Con Acido oxálico	A4090 Desechos de soluciones ácidas o básicas, distintas de las especificadas en el apartado correspondiente de la lista B.
4	Residuos De Neutralizaciones	A4090 Desechos de soluciones ácidas o básicas, distintas de las especificadas en el apartado correspondiente de la lista B.
5	Residuos De Cloruro De Litio	Y18 Residuos resultantes de las operaciones de eliminación de desechos industriales. B2040 Otros desperdicios que contengan principalmente constituyentes inorgánicos: Escorias de vidrio que contengan litio-tántalo y litio-niobio
6	Desechos De Cromo Y Plomo (Estequiometria Química General)	Y18 Residuos resultantes de las operaciones de eliminación de desechos industriales. Y31 Plomo, compuestos de plomo.
7	Residuos De Ácido Sulfúrico	Y14 Sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación y el desarrollo o de las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan.

Contenido

8	Residuo Desconocidos	Y14 Sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación y el desarrollo o de las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan.
9	Residuo Orgánicos Determinación De Azucres (Espectrofotómetro) Residuos DNS	Y14 Sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación y el desarrollo o de las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan. A4140 Desechos consistentes o que contienen productos químicos que no responden a las especificaciones o caducados (significa no utilizados durante el período recomendado por el fabricante.)correspondientes a las categorías del anexo I, y que muestran las características peligrosas del anexo III
10	Residuos Determinación De Azucres Fehling A y B	Y18 Residuos resultantes de las operaciones de eliminación de desechos industriales. Y22 Compuestos de cobre. A4150 Sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación y el desarrollo o de las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan
11	Residuos de Proteína Biuret	A4140 Desechos consistentes o que contienen productos químicos que no responden a las especificaciones o caducados (significa no utilizados durante el período recomendado por el fabricante.)correspondientes a las categorías del anexo I, y que muestran las características peligrosas del anexo III A4150 Sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación y el desarrollo o de las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan
12	Residuos de Proteína Bradforth	A4140 Desechos consistentes o que contienen productos químicos que no responden a las especificaciones o caducados (significa no utilizados durante el período recomendado por el fabricante.)correspondientes a las categorías del anexo I, y que muestran las características peligrosas del anexo III A4150 Sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación y el desarrollo o de las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan

13	Residuos De Práctica Orgánica Identificación De Grupos Funcionales	Y6 Desechos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de disolventes orgánicos. Y41 Solventes orgánicos halogenados A3140 Desechos de disolventes orgánicos no halogenados pero con exclusión de los desechos especificados en la lista B A4150 Sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación y el desarrollo o de las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan
14	Residuos De Vitamina C Espectrómetro	Y14 Sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación y el desarrollo o de las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan. A4140 Desechos consistentes o que contienen productos químicos que no responden a las especificaciones o caducados (significa no utilizados durante el período recomendado por el fabricante.)correspondientes a las categorías del anexo I, y que muestran las características peligrosas del anexo III A4150 Sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación y el desarrollo o de las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan
15	Residuos Lugol	Y41 Solventes orgánicos halogenados A3150 Desechos de disolventes orgánicos halogenados
16	Residuos Extracción Éter	Y40 Éteres.
17	Residuos De Titulación Fruta	Residuo No peligroso
18	Residuos de Metanol	No hay reporte.
19	Residuos de Dicromato de Potasio	Y18 Residuos resultantes de las operaciones de eliminación de desechos industriales Y21 Compuestos de cromo hexavalente.
20	Residuos Biológicos (medios de Cultivo estériles y guantes)	Y1 Desechos clínicos resultantes de la atención médica prestada en hospitales, centros médicos y clínicas A4020 Desechos clínicos y afines; es decir, desechos resultantes de prácticas médicas, de enfermería, dentales, veterinarias o actividades similares, y desechos generados en hospitales u otras instalaciones durante actividades de investigación o el tratamiento de pacientes, o de proyectos de investigación.
21	Residuos tinciones Microbiología (Tinción de Gram)	Y12 Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices.
22	Residuos termómetros de mercurio	Y29 Mercurio, compuestos de mercurio

Fuente: La autora, 2014.

Como el 2% de los residuos, no fue posible clasificarlos por esta metodología, se optó por neutralizar y verificar el pH de los mismos antes de ser vertidos a las cañerías por tratarse de residuos de titulaciones de frutas y residuos orgánicos.

Según la literatura y los envases del reactivo de metanol se reporta alta peligrosidad, pero los residuos generados en las prácticas no están clasificados de acuerdo a los anexos I y II del decreto 4741/05, por lo tanto se recomienda que estas pequeñas cantidades sean usadas en otras prácticas de laboratorio.

Tabla 16. Clasificación de los residuos según su naturaleza propuesta por Metodología Usada en el Politécnico Jaime Isaza Cadavid (Mejía Sánchez & Ardila Arias, 2012)

No.	Residuo	Metodología Usada en Jaime Isaza Cadavid (Mejía Sánchez & Ardila Arias, 2012)
1	Residuos De Hidróxido De Sodio de Hidróxido De Bario	Disoluciones básicas
2	Residuos De Ácido Clorhídrico Y Sulfúrico	Disoluciones ácidas
3	Residuos De Respiración Hidróxido de Bario Neutralizado Con Acido oxálico	Disoluciones básicas
4	Residuos De Neutralizaciones	Disoluciones básicas
5	Residuos De Cloruro De Litio	Disoluciones salinas acuosas
6	Desechos De Cromo Y Plomo (Estequiometría Química General)	Disoluciones de metales pesados
7	Residuos De Ácido Sulfúrico	Disoluciones ácidas
8	Residuo Desconocidos	
9	Residuo Orgánicos Determinación De Azúcares (Espectrofotómetro) Residuos DNS	
10	Residuos Determinación De Azúcares Fehling A y B	Disoluciones de metales pesados
11	Residuos de Proteína Biuret	Disoluciones de metales pesados
12	Residuos de Proteína Bradford	
13	Residuos De Práctica Orgánica Identificación De Grupos Funcionales	Soluciones Orgánicas
14	Residuos De Vitamina C Espectrómetro	
15	Residuos Lugol	
16	Residuos Extracción Éter	Solventes orgánicos no halogenados
17	Residuos De Titulación Fruta	Disoluciones ácidas
18	Residuos de Metanol	
19	Residuos de Dicromato de Potasio	Disoluciones de metales pesados
20	Residuos Biológicos (medios de Cultivo estériles y guantes)	
21	Residuos tinciones Microbiología (Tinción de Gram)	
22	Residuos termómetros de mercurio	

Fuente: La autora, 2014

La metodología propuesta para los reactivos que se manejan en el Politécnico Jaime Isaza Cadavid, no incluye los residuos de tinciones, metanol, mercurio, DNS y residuos

biológicos, que equivalen a un 40% de los generados en la Universidad. El 60% puede ser clasificado y tratado de acuerdo a esta metodología.

Tabla 17. Clasificación de los residuos según el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo de España, notas técnicas de prevención, NTP 480: La gestión de los residuos peligrosos en los laboratorios universitarios y de investigación

No.	Residuo	NTP 480: La gestión de los residuos peligrosos en los laboratorios universitarios y de investigación
1	Residuos De Hidróxido De Sodio de Hidróxido De Bario	Grupo III: Disoluciones acuosas.
2	Residuos De Ácido Clorhídrico Y Sulfúrico	Grupo IV: Ácidos.
3	Residuos De Respiración Hidróxido de Bario Neutralizado Con Acido oxálico	Grupo III: Disoluciones acuosas.
4	Residuos De Neutralizaciones	Grupo III: Disoluciones acuosas.
5	Residuos De Cloruro De Litio	Grupo III: Disoluciones acuosas.
6	Desechos De Cromo Y Plomo (Estequiometria Química General)	Grupo VII: Especiales.
7	Residuos De Ácido Sulfúrico	Grupo IV: Ácidos.
8	Residuo Desconocidos	Grupo VII: Especiales.
9	Residuo Orgánicos Determinación De Azucares (Espectrofotómetro) Residuos DNS	Grupo VII: Especiales.
10	Residuos Determinación De Azucares Fehling A y B	Grupo VII: Especiales.
11	Residuos de Proteína Biuret	Grupo VII: Especiales.
12	Residuos de Proteína Bradforth	Grupo VII: Especiales.
13	Residuos De Práctica Orgánica Identificación De Grupos Funcionales	Grupo VII: Especiales.
14	Residuos De Vitamina C Espectrómetro	Grupo VII: Especiales.
15	Residuos Lugol	Grupo VII: Especiales.
16	Residuos Extracción Éter	
17	Residuos De Titulación Fruta	
18	Residuos de Metanol	Grupo III: Disoluciones acuosas.
19	Residuos de Dicromato de Potasio	Grupo VII: Especiales.
20	Residuos Biológicos (medios de Cultivo estériles y guantes)	
21	Residuos tinciones Microbiología (Tinción de Gram)	Grupo III: Disoluciones acuosas.
22	Residuos termómetros de mercurio	

Fuente: La autora, 2014

La metodología propuesta por las normas técnicas de prevención en España, permitió clasificar los residuos de las prácticas de la UGCA en un 82%. Significativamente apropiada para asumir en los protocolos de prácticas verdes.

Tabla 18. Clasificación de acuerdo a la peligrosidad según el decreto 2020 de 2007 Residuos peligrosos reglamentario de la ley 2214. Ciudad de Buenos Aries.

Residuo	Clasificación de acuerdo a peligrosidad
Residuos De Ácido Sulfúrico	Y14
Residuo Desconocidos	Y14
Residuo Orgánicos Determinación De Azucres (Espectrofotómetro) Residuos DNS	Y14
Residuos de Proteína Biuret	Y14
Residuos de Proteína Bradforth	Y14
Residuos De Vitamina C Espectrómetro	Y14
Residuos de Dicromato de Potasio	Y21
Residuos termómetros de mercurio	Y29
Residuos Lugol	Y41
Residuos De Práctica Orgánica Identificación De Grupos Funcionales	Y6
Residuos tinciones Microbiología (Tinción de Gram)	Y12
Residuos Determinación De Azucres Fehling A y B	Y22
Desechos De Cromo Y Plomo (Estequiometria Química General)	Y31
Residuos Extracción Éter	Y40
Residuos De Hidróxido De Sodio de Hidróxido De Bario	Y18
Residuos De Neutralizaciones	Y18
Residuos De Cloruro De Litio	Y18
Residuos De Titulación Fruta	Y18
Residuos De Ácido Clorhídrico Y Sulfúrico	Y34
Residuos De Respiración Hidróxido de Bario Neutralizado Con Acido oxálico	Y35
<b>Baja Peligrosidad</b>	
<b>Media Peligrosidad</b>	
<b>Alta peligrosidad</b>	

Fuente: La autora, 2014

Esta clasificación permite concluir que los residuos generados en las practicas académicas de la UGCA, son de alta peligrosidad dado que el 45.6% de ellos son residuos Y6, Y14, Y21, Y29, Y41. El 18.18% son de media peligrosidad, correspondientes a Y12, Y22; Y31, Y40 y el 27,7% de baja peligrosidad Y18, Y34, Y35.

### Residuos Biosanitarios

Los residuos Biosanitarios son generados en las prácticas de microbiología, biología y biotecnología, corresponden a prácticas de identificación morfológica de microorganismos, crecimiento bacteriano, análisis microbiológico de alimentos, inhibidores enzimáticos, micro propagación in vitro, entre otras. En la Tabla 19 presenta el histórico de residuos

generados año 2014. Estos son sometidos a esterilización (autoclave) luego son congelados y entregados a disposición final a EMDEPSA.

Tabla 19. Residuos biológicos generados en el año 2014

Mes	Cantidad Generada Kg
enero14	0
febrero14	9,9
marzo14	6
marzo14	1,5
abril14	2,5
mayo14	4
junio14	3
junio14	0
junio14	0
agosto14	1,7
septiembre14	3,4
septiembre14	0,6
octubre14	5,9
octubre14	2,3
octubre14	0,6
noviembre14	15,8
noviembre14	3,5
Total 2014	<b>58,2</b>
Promedio Mensual	<b>4,85</b>

Fuente: La autora, 2014

## 6.2.2 Formulación del Plan de Gestión Integral de Residuos Peligrosos

La elaboración de PGIRESPEL, se revisaron 26 PGR, de universidades nacionales e internacionales y las guías propuestas por diferentes organismos. Para ello se propuso dividir el PGIR en 4 componentes, que se describe detalladamente en el Anexo 2.

### Componente 1 - Prevención y minimización

Las alternativas de mitigación se describen en la Tabla 20. Esta se realizó bajo la herramienta del ciclo de DEMIGN.

Tabla 20 .Alternativas de mitigación para los laboratorios de docencia de la Facultad de ingenierías.

Ciclo	Alternativas de Prevención Minimización en las prácticas Académicas
Planear	Las prácticas académicas deben de ser revisadas con los docentes cada inicio de semestre. Para identificar los riesgos ambientales y de salud que causa cada uno de los reactivos a ser utilizados.
	Relación de cantidad de reactivos a utilizar con respecto al número de estudiantes de cada proceso académico.

	Revisión de protocolos que ofrezcan alternativas de bajo uso de reactivos o protocolo que permita bajo cantidad o reactivos menos generadores de RESPEL
<b>Hacer</b>	Reciclar los reactivos como solventes como cetona, éter, hexano, entre otros.
	Preparar la cantidad mínima requerida para las practicas académicas
	Identificación de Residuos generados en las practicas
	Separación de residuos generados
	Realizar la técnica de eliminación pertinente
	Realizar la prueba requerida para la eliminación
	Etiquetar el residuo de acuerdo a la normatividad
<b>Verificar</b>	Verificar cada mes la cantidad de residuos producidos en las prácticas académicas
	Correr lista de chequeo para verificar la cantidad, tratamiento, almacenamiento y eliminación de los residuos generados en las prácticas
	Verificación de la FDS de cada reactivo al programar la práctica académica
<b>Actuar</b>	Realizar la desactivación para posterior disipación final

Fuente: La autora.2014

Posteriormente se definieron las estrategias, para la eliminación de reactivos empleados en las prácticas, disminución del consumo o la periodicidad de uso de reactivos y la adopción de medidas organizativas, operativas y tecnológicas que permiten disminuir en la fuente, reciclar, reutilizar, recuperar. Ilustración 8



Ilustración 8. Estrategias para la minimización y prevención en la generación de RESPEL  
Fuente: La autora, 2014

**Componente 2 - Manejo interno ambientalmente seguro**

Se realizaron los procedimientos en concordancia con la normatividad vigente para garantizar una gestión ambientalmente segura de estos residuos, se diseñó:

- Procedimiento para el manejo interno, Se propuso PR-LAB-010
- Envase rotulado y etiquetado
- Propuesta etiqueta. Ilustración 9

	<b>FORMATO ETIQUETADO RESPEL</b>	<b>CÓDIGO:</b>	<b>RC-LAB-02</b>
		<b>VERSIÓN:</b>	<b>1</b>
	<b>LABORATORIO FACULTAD DE INGENIERÍA</b>	<b>FECHA:</b>	<b>01/04/2014</b>
		<b>PÁGINA:</b>	<b>Pág. 1</b>
<b>Fecha recolección</b>	Día	Mes	Año
<b>Fecha Almacenamiento</b>			
<b>Fecha disposición final</b>			
<b>Nombre de la Practica</b>			
<b>Posible Residuo Generado</b>			
<b>Clasificación del residuo</b>			
<b>Cantidad en Litros/Kilogramos</b>			
	Observaciones		
<b>Pictograma de riesgo</b>			
<b>Nombre del pictograma</b>			
<b>Responsable de generación</b>			
<b>Responsable del manejo integral</b>			
Laboratorio Facultad de Ingenieras kilómetro 7 vía la tebaida Armenia Quindío Colombia			

Ilustración 9. Etiqueta Propuesta para desechos Peligrosos

Fuente. La autora 2014

- Mapa de Movilización RESPEL; Se propuso la vía más corta y segura para el traslado de residuos.
- Almacenamiento RESPEL; Se identificó el sito de almacenamiento temporal de los residuos.
- Preparación ante emergencias; se realizó el procedimiento PR-LAB-011
- Disposición final , se elaboró el Procedimiento para la entrega a transportador PR-LAB-012

**Componente 3 - Manejo externo ambientalmente seguro:**

Se identificaron las dos empresas con aval de la Autoridad ambiental en el departamento. Se amplía el portafolio de servicios para el manejo de RESPEL, se realizó el tratamiento e material biológico desde el año 2007.

**Componente 4 – Programas de capacitación y personal responsable de la coordinación y operación del plan de gestión integral**

- Se ajustó el Manual funciones de la líder del laboratorio para garantizar el manejo de RESPEL
- Se propone Plan de capacitación para docentes estudiantes y personal de mantenimiento, articulado al protocolo de prácticas verdes, con la herramienta TIC Moodle.
- Planes de seguimiento, se elaboraron los siguientes indicadores del PGIRESPEL.  
Tabla 21

Tabla 21. Indicadores de gestión Laboratorios UGCA.

Fase del PGIRESPEL	Indicador
<b>Prevención y minimización:</b>	% de reducción en el consumo de reactivos y sustancias químicas
	% de residuos peligrosos segregados de las fuentes generadoras
	% de Residuos Peligrosos Tratados y recuperados
	% de Optimización de recursos en las prácticas académicas
	% de Cumplimiento de los registros de generación de residuos peligrosos en las prácticas académicas.
<b>Manejo interno ambientalmente seguro</b>	% de residuos Identificados en las prácticas Académicas
	% de residuos caracterizados en las prácticas académicas
	% de residuos Depositados en recipientes de acuerdo a la normativa
	% de residuos peligrosos rotulados y etiquetados según la NTC 1692
	Tasa de Movilización interna No. Practicas realizadas/ traslado de RESPLE almacenamiento temporal
	% de cumplimiento en la seguridad para el transporte interno.
	% de RESPEL almacenados en la bodega temporal
	Tasa de retención Tiempo de retención de RESPEL/ tiempo de generación
<b>Manejo externo ambientalmente seguro</b>	Tasa de manejo externo: Residuos generados/residuos manejo externo
<b>Ejecución, seguimiento y evaluación</b>	% de capacitaciones RESPEL realizadas/ capacitaciones programadas
	% de conocimiento de estudiantes, docentes y Administrativos sobre la normatividad de RESPEL

Fuente. La autora, 2014

## 6.3 Programa de prácticas sostenibles ó verdes

El programa de prácticas verdes, involucró los órganos administrativos de la facultad, docentes, estudiantes e investigadores, con el propósito de realizar un ejercicio participativo, donde se aporten herramientas para la educación ambiental y la importancia en la gestión de residuos Peligrosos. Las prácticas verdes permitieron visualizar las actividades desarrolladas en el laboratorio y la estrecha relación de cada una de ellas con el medio ambiente. El protocolo propuesto consta de los siguientes componentes:

### 6.3.1 Diagnóstico

En el Anexo 3, se encuentra detalladas las gráficas y el análisis de las mismas. Para este diagnóstico se usó el total de la población que uso los laboratorios y el instrumento fue procesado en EpiInfo.7.0 los resultados y análisis de los mismos se detallan en el diagnóstico de prácticas academias verdes, el análisis permite trazar algunas estrategias.

### 6.3.2 Estrategias propuestas

El análisis del instrumento anterior permite plantar las siguientes estrategias como insumo en la formulación de la propuesta ambiental.

Tabla 22. Estrategias propuestas Instrumento de análisis cultura ambiental.

Ciclo	Estrategias en cada fase
<b>Planear</b>	Protocolo que permita interiorizar la política para el manejo integral de residuos peligrosos, establecido desde la alta dirección.
<b>Hacer</b>	Informar de manera efectiva el manejo, tipos de y reacciones de residuos.
	Capacitar cada semestre a la totalidad de involucrados
	Promover la identificación, separación, etiquetado y rotulado, transporte y disposición final de Residuos generados
<b>Verificar</b>	Formular indicadores y socializarlos
	Socializar la evaluación de Impacto ambiental
	Realizar simulacros de procedimiento ante emergencias
<b>Actuar</b>	sensibilizar a la alta dirección de las acciones del manejo integral de residuos peligrosos

Fuente: La autora, 2014

### 6.3.3 Identificación de prácticas con mayor generación de residuos.

Para cada práctica se realizó el diagrama de flujo con los siguientes componentes:

- ✓ Reactivos: listado de reactivos necesarios, clasificación del reactivo según Data-Safe, tipo de riesgo que aparece en FDS, clasificación cualitativa, mediante un código de color y semicuantitativa, a través del uso de una escala numérica tipo Likert de verde- marrón oscuro.
- ✓ Realización de la Práctica donde se genera el residuo
- ✓ Recolección de residuo cantidad, identificación y clasificación del residuo según:
  1. Con base a artículo 7 del (Ministerio de Ambiente, vivienda y Desarrollo Territorial MAVDT Decreto 4741, 2005), literal b, A través de las listas de residuos o desechos peligrosos contenidas en el Anexo I y II del decreto.
  2. Clasificación de los residuos según su naturaleza propuesto por Metodología Usada en el Politécnico Jaime Isaza Cadavid (Mejía Sánchez & Ardila Arias, 2012).
  3. Clasificación de los residuos según el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo de España, notas técnicas de prevención, NTP 480: La gestión de los residuos peligrosos en los laboratorios universitarios y de investigación. Tabla 17.
  4. Clasificación de acuerdo a la peligrosidad según el decreto 2020 de 2007, Residuos peligrosos reglamentario de la ley 2214. Ciudad de Buenos Aries.
- ✓ Finalmente se toma de decisión de para tratamiento del residuo generado y clasificación de la práctica académica según la escala numérica tipo Likert de verde- marrón oscuro.

Tabla 23 numérica tipo Likert de verde- marrón oscuro

Color	Valoración	Acercamiento
	10	Verde Oliva
	9	Verde Esmeralda
	8	Verde Manzana
	7	Verde
	6	Verde Azul
	5	Amarillo
	4	Anaranjado
	3	Oro
	2	Amarillo Oscuro
	1	Marrón

Diagramas de flujo

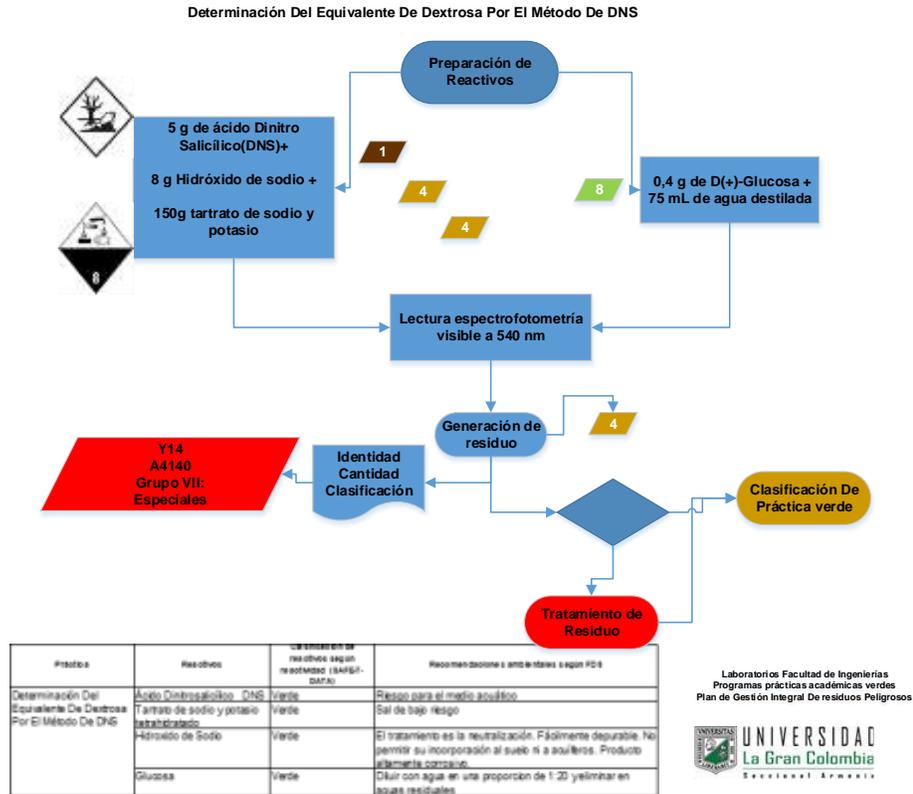


Ilustración 10. Determinación Del Equivalente De Dextrosa Por El Método De DNS  
Fuente: La autora

Para la determinación del equivalente de dextrosa por el método de DNS, los residuos generados se clasifican como Y14, A4140, grupo VII Especiales. Debe de ser etiquetado y realizar la disposición final con la empresa EMDEPSA.

La práctica Académica, se clasifica en la escala como 2, por lo que se recomienda tener una práctica alternativa a la determinación de Dextrosa.

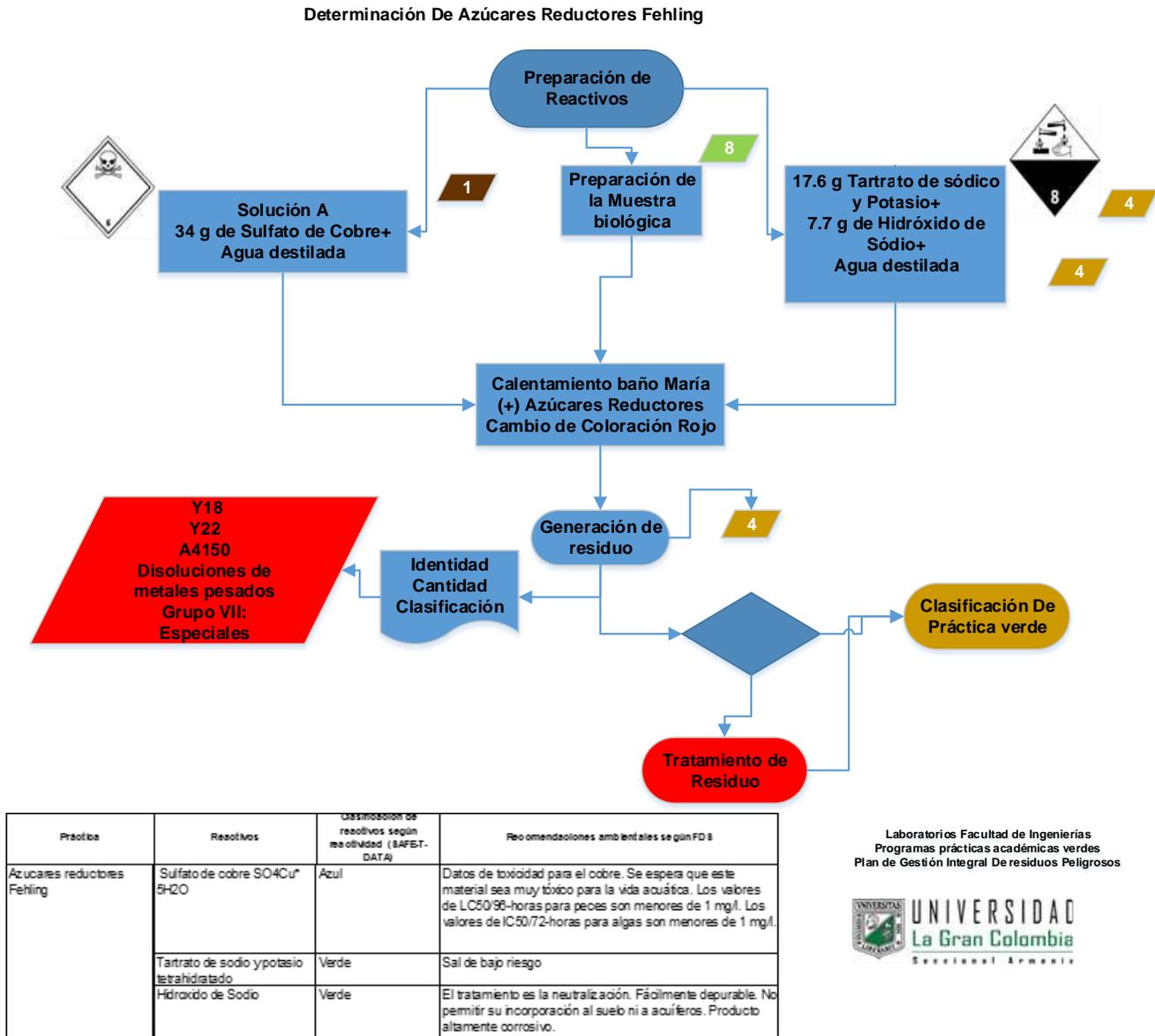
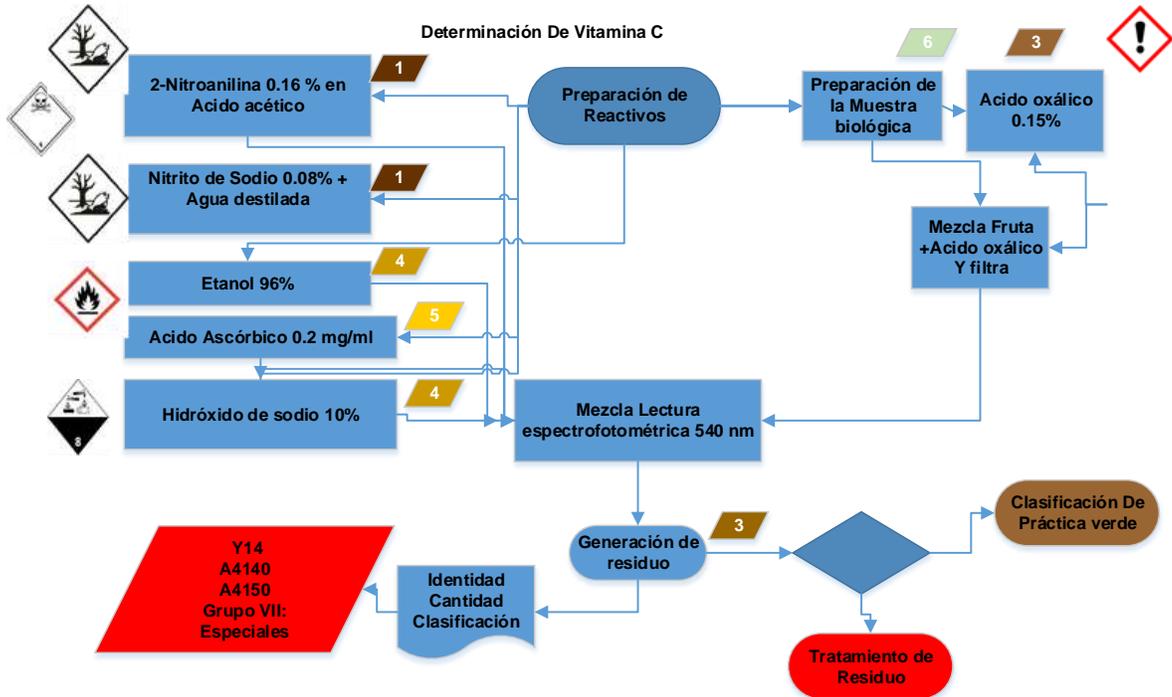


Ilustración 11. Determinación de Azúcares Reductores Fehling

Fuente: La Autora, 2014

Para la determinación de azúcares reductores Fehling, los residuos generados se clasifican como Y14, A4140, grupo VII Especiales. Debe de ser etiquetado y realizar la disposición final con la empresa EMDEPSA.

La práctica Académica, se clasifica en la escala como 2, por lo que se recomienda tener una práctica alternativa a la determinación de azúcares reductores.



Práctica	Residuos	Clasificación de residuos según reactivos (SAPD-I-DATA)	Recomendaciones ambientales según HDS
Determinación de Vitamina C	2-Nitroanilina	Azul	Peligroso para el medio ambiente acuático - Peligro crónico - Categoría 3 (CLP - Aquatic Chronic 3) H41
	Nitrito de Sodio	Amarillo	Peligroso para el medio ambiente. Muy tóxico para los organismos acuáticos.
	Etanol 96%	Rojo	Se puede realizar una incineración controlada del material una vez ha sido absorbido o se puede dejar evaporar. Considere la posibilidad de utilizar el líquido como agente.
	Acido Oxálico	Bianco	Diluir con Agua aproximadamente en una proporción 1:5.
	Hidróxido de Sodio	Verde	El tratamiento es la neutralización. Fácilmente de purificar. No permitir su incorporación al suelo ni a cañerías. Producto altamente corrosivo.
	Acido Ascórbico	Verde	Una vez neutralizados, diluir con Agua en una proporción mínima de 1:20 u otra relación adecuada y luego eliminar en las aguas residuales o por el desagüe.

Laboratorios Facultad de Ingenierías  
Programas prácticas académicas verdes  
Plan de Gestión Integral De residuos Peligrosos



Ilustración 12. Determinación de Vitamina C

Fuente: La autora

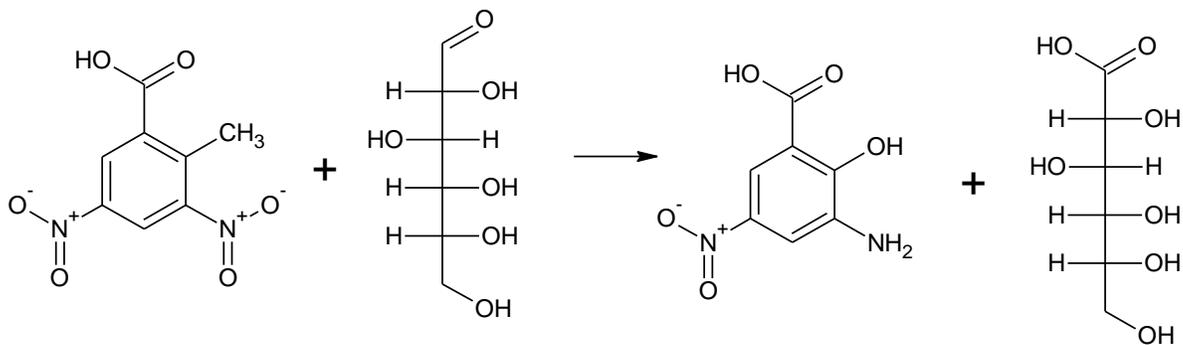
Para la determinación de vitamina C, los residuos generados se clasifican como Y14, A4140, grupo VII Especiales. Debe de ser etiquetado y realizar la disposición final con la empresa EMDEPSA.

La práctica Académica, se clasifica en la escala como 1 Marrón, por lo que se recomienda realizarla poco ensayos o ninguno, así mismo cambiar la técnica espectrofotométrica a lector de placas.

## Reacciones

### Determinación Del Equivalente De Dextrosa Por El Método De DNS

En concreto, la extensión de la hidrólisis enzimática de sacarosa (azúcar no reductor) en glucosa más fructosa (azúcares reductores) se valorará mediante uno de los diversos métodos existentes para la estimación de azúcares reductores. Nos referimos exactamente al método del ácido 3,5-dinitrosalicílico (DNS), el cual se basa en la reducción del DNS (de color amarillo) por la glucosa u otro azúcar reductor al ácido 3-amino-5-nitrosalicílico (de color rojo ladrillo) (Chaplin, 1986), cuya presencia puede detectarse por lectura de la Absorbancia en la zona de 540-570 nm.



Ácido 3,5-dinitrosalicílico + D-Glucosa  
Glucónico

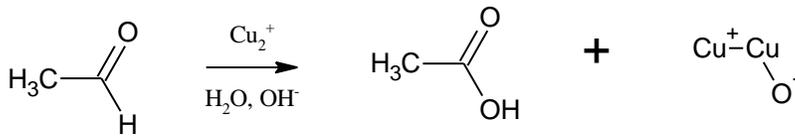
Color Amarillo

Acido 3-Amino-5-nitrosalicílico + Acido D-

Color Rojo

### Determinación De Azúcares Reductores Fehling

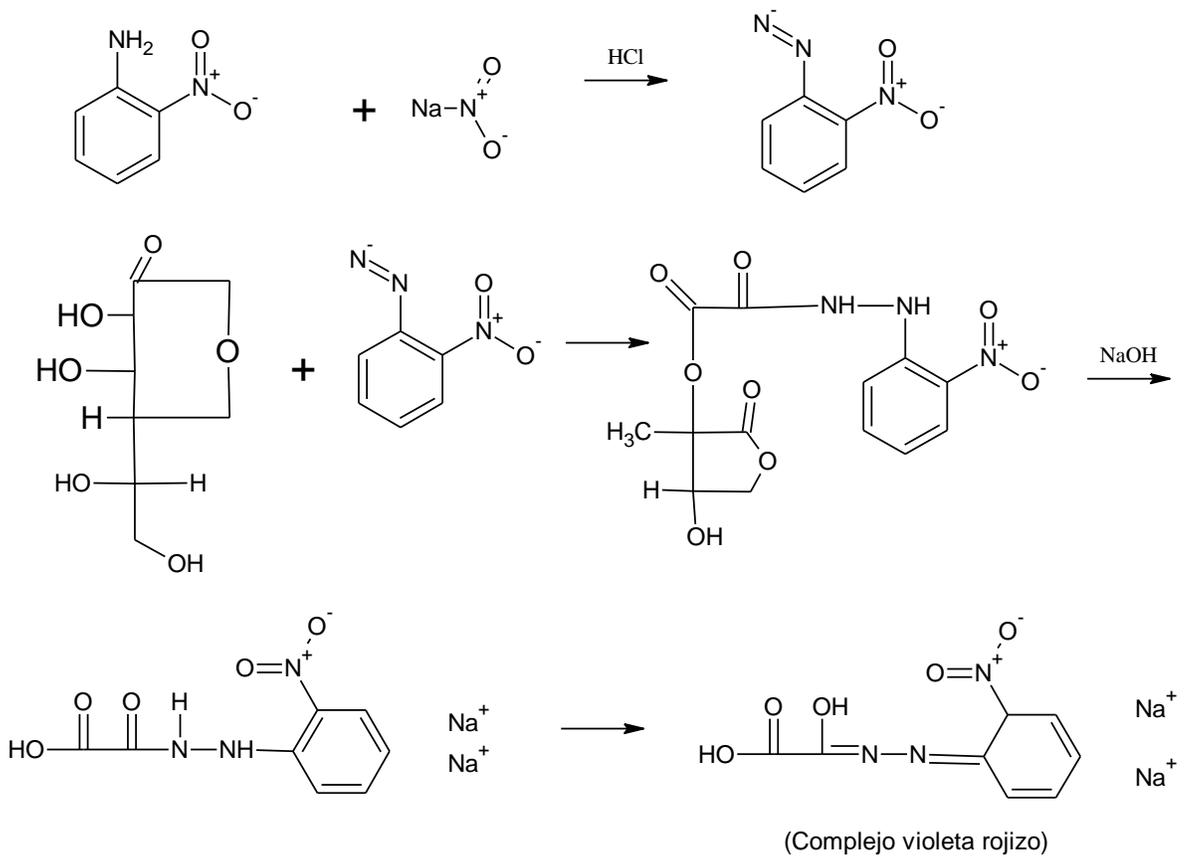
Esta reacción se fundamenta en el poder reductor del grupo carbonilo de un aldehído. Este se oxida a ácido y reduce la sal de cobre (II) en medio alcalino a óxido de cobre (I), que forma un precipitado de color rojo. Un aspecto importante de esta reacción es que la forma aldehído puede detectarse fácilmente aunque exista en muy pequeña cantidad. Si un azúcar reduce el licor de Fehling a óxido de cobre (I) rojo, se dice que es un azúcar reductor.



Precipitado rojo ladrillo

### Determinación De Vitamina C

El fundamento es el tratamiento con la 2-nitroanilina di azotada, el ácido ascórbico la convierte en la 2-nitrofenilhidrazida del ácido oxálico, la cual en presencia de un exceso de hidróxido de sodio forma la sal sódica de coloración rojo-violeta que presenta un máximo de absorción a 540 nm.



### Tratamiento de Residuos Peligrosos.

Tabla 24. Residuos de la Determinación Del Equivalente De Dextrosa Por El Método De DNS

Práctica	Reactivos	Clasificación de reactivos según reactividad (SAFE-T-DATA)	Recomendaciones ambientales según FDS	Tratamientos Propuestos
<b>Determinación Del Equivalente De Dextrosa Por El Método De DNS</b>	Ácido Dinitrosalicílico_ DNS	Verde	Riesgo para el medio acuático Medio	Fotocatálisis homogénea en un reactor de recirculación y reactor solar CPC
	Tartrato de sodio y potasio tetra hidratado	Verde	Sal de bajo riesgo	
	Hidróxido de Sodio	Verde	El tratamiento es la neutralización. Fácilmente depurable. No permitir su incorporación al suelo ni a acuíferos. Producto altamente corrosivo.	
	Glucosa	Verde	Diluir con agua en una proporción de 1:20 y eliminar en aguas residuales	

Fuentes: La Autora con base en (Arias & Pizza, 2014)

Tabla 25. Residuos de Azucares reductores Fehling

Práctica	Reactivos	Clasificación de reactivos según reactividad (SAFE-T-DATA)	Recomendacion es ambientales según FDS	Tratamientos Propuestos

<b>Azúcares reductores Fehling</b>	Sulfato de cobre SO <sub>4</sub> Cu* 5H <sub>2</sub> O	Azul	Datos de toxicidad para el cobre. Se espera que este material sea muy tóxico para la vida acuática. Los valores de LC50/96-horas para peces son menores de 1 mg/l. Los valores de IC50/72-horas para algas son menores de 1 mg/l.	Elimínense esta sustancia y su recipiente en un punto de recogida de residuos especiales o peligrosos, conforme a la reglamentación local, regional, nacional y/o internacional. Evítese su liberación al medio ambiente.
	Tartrato de sodio y potasio tetrahidratado	Verde	Sal de bajo riesgo	
	Hidróxido de Sodio	Verde	El tratamiento es la neutralización. Fácilmente depurable. No permitir su incorporación al suelo ni a acuíferos. Producto altamente corrosivo.	

Tabla 26. Residuos de la Determinación de Vitamina C

Práctica	Reactivos	Clasificación de reactivos según reactividad (SAFE-T-DATA)	Recomendaciones ambientales según FDS	Tratamientos Propuestos
<b>Determinación de Vitamina C</b>	2- Nitro anilina	Azul	Peligroso para el medio ambiente acuático - Peligro crónico - Categoría 3 (CLP : Aquatic Chronic 3) H41	Elimínense esta sustancia y su recipiente en un punto de recogida de residuos especiales o peligrosos, conforme a la reglamentación local, regional, nacional y/o internacional. Evítese su liberación al medio ambiente.
	Nitrito de Sodio	Amarillo	Peligroso para el medio ambiente. Muy tóxico para los organismos acuáticos.	
	Etanol 96%	Rojo	Se puede realizar una incineración controlada del material una vez ha sido absorbido o se puede dejar evaporar. Considere la posibilidad de utilizar el líquido como agente	
	Acido Oxálico	Blanco	Diluir con Agua aproximadamente en una proporción 1:5	

	Hidroxido de Sodio	Verde	El tratamiento es la neutralización. Fácilmente depurable. No permitir su incorporación al suelo ni a acuíferos. Producto altamente corrosivo.
	Ácido Ascórbico	Verde	Una vez neutralizados, diluir con Agua en una proporción mínima de 1:20 u otra relación adecuada y luego eliminar en las aguas residuales o por el desagüe.

Fuente: La Autora, 2014

### 6.3.4 Educación Ambiental

La educación ambiental se convierte en herramienta para el desarrollo de la propuesta ambiental, pues en ella se brindan los conocimientos para la gestión integral de residuos, la participación de toda la comunidad académica y las propuestas de soluciones interdisciplinaria de los impactos generados en las practicas académicas desde lo científico y social.

El Objeto virtual de aprendizaje está definido por el Institute of Electrical and Electronics Engineers –IEEE, como una “entidad digital que puede ser usada, re-usada o referenciada para el aprendizaje soportado en tecnología”. En el desarrollo de esta herramienta se diseñó el mensaje, el público y la ficha técnica del OVA, con la finalidad de difundir el Manejo integral de residuos peligrosos generados en los laboratorios y difundir la aplicación de prácticas académicas verdes en la comunidad académica

Esta herramienta permitirá a los actores de la generación de residuos una interacción de lo teórico y lo práctico, que influirá en el comportamiento y valores sociales para el manejo de residuos. Esta propuesta plantea el uso de un Objeto Virtual de Aprendizaje, mediante la plataforma Moodle. En esta se brinda una total interacción de docentes, administrativos, estudiantes y laboratoristas, con retroalimentaciones asincrónicas de manejo integral de residuos peligrosos.



Ilustración 13. OVA- Laboratorios Facultad de Ingenierías.  
Fuente: La autora, 2013. <http://virtualugc.ugca.edu.co/moodle/>

### Protocolo propuesto “prácticas Académicas Verdes”

El programa de prácticas verdes, involucra los órganos administrativos de la facultad, docentes estudiantes e investigadores, con el propósito de realizar un ejercicio participativo, donde aporte herramientas para la educación ambiental y la importancia en la gestión de residuos Peligrosos. Las prácticas verdes permiten visualizar las actividades desarrolladas en el laboratorio y la estrecha relación de cada una de ellas con el medio ambiente. A continuación se detalla el protocolo para la clasificación de la práctica académica. Ilustración 14:

- ✓ Aspectos Administrativos de las prácticas que incluyen el número de estudiantes, número de grupos de trabajo, horario, horas de prácticas.
- ✓ Aprobación de la práctica.
- ✓ Identificación de los reactivos: clasificar según Safa- Data y FDS
- ✓ Realizar las reacciones de los posibles residuos generados
- ✓ Clasificación de los residuos según decreto 4741/05; metodología de Mejía Sánchez & Ardila 2012; NTP 480 y Decreto 20202 de 2007 Argentina.
- ✓ Identificar, medir, clasificar los residuos si se realiza la práctica.
- ✓ Si la práctica no se realiza por ser Marrón se buscan alternativas, para que la práctica sea verde.

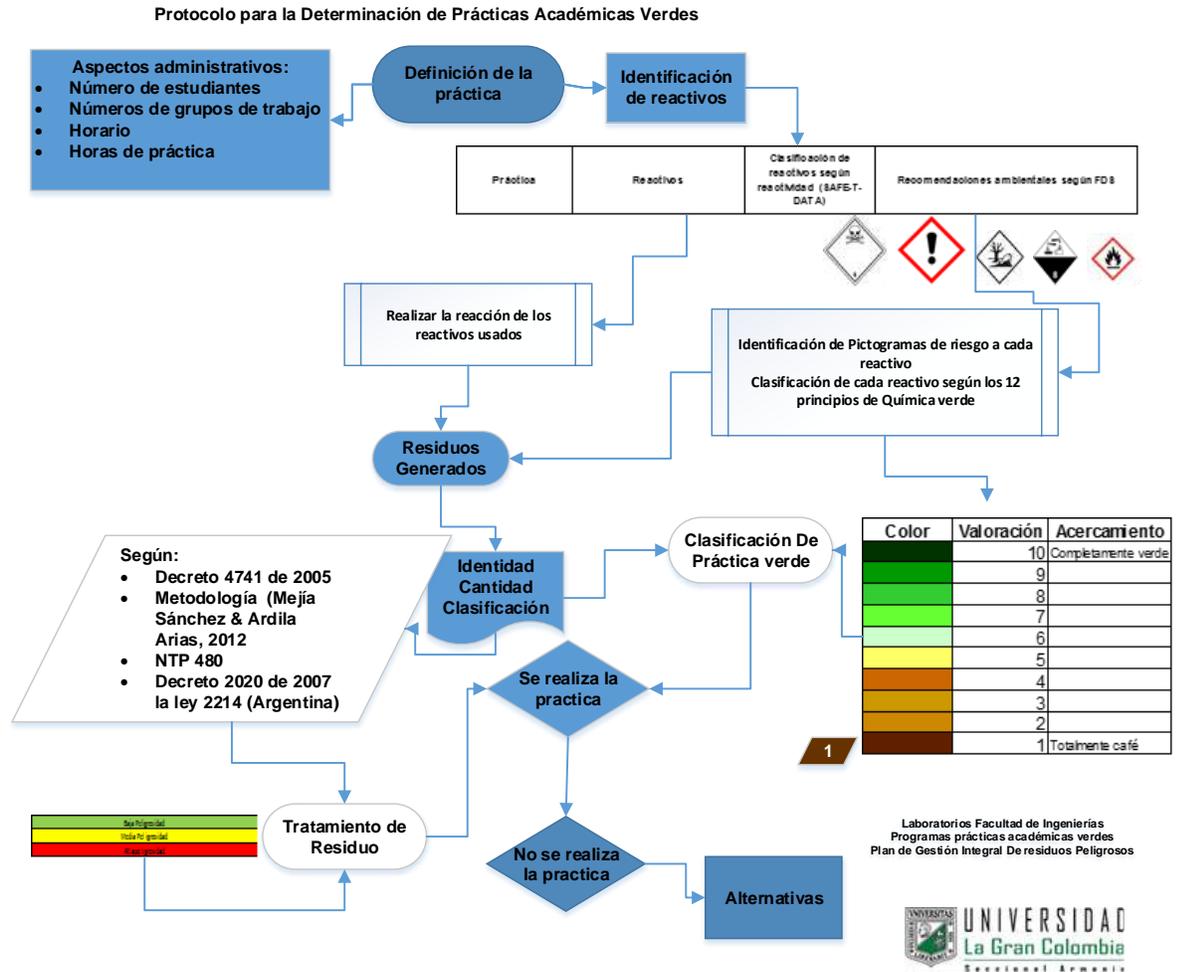


Ilustración 14. Protocolo para el desarrollo de Prácticas Académicas Verdes En la Universidad la Gran Colombia Seccional Armenia.  
Fuente: La autora, 2014

## 7. Conclusiones

En la elaboración de la propuesta ambiental de los laboratorios de la facultad de ingeniería, se evidencia que el factor cultural específicamente en la no generación de desechos peligrosos, previene la ocurrencia de acciones que generen impactos moderadamente negativos, a continuación se detallan aspectos relevantes en la formulación de la propuesta.

1. La revisión ambiental inicial es un elemento de planeación que brinda una fotografía del desempeño ambiental de los laboratorios de la Universidad. Esta descripción del medio físico, biótico, preceptivo y socioeconómico registra los valores iniciales del impacto que puede generar un agotamiento en los recursos naturales la contaminación de aire, suelo y agua, considerando a su vez la posibilidad e incumplimiento con los requisitos legales vigentes, expresado a través del nivel de significancia media (B) en los laboratorios de biología y química.
2. La evaluación de impacto ambiental es una herramienta que permite predecir, valorar, mitigar y corregir las posibles perturbaciones de las acciones que producen y reciben impactos y los indicadores de cada componente ambiental, antes de ocurrir las acciones que llegaran a afectar el medio ambiente.
3. El desarrollar una evaluación de impacto ambiental en los laboratorios de docencia de la Universidad permite establecer relaciones directas de las actividades y los aspectos ambientales, y ejercer control de los posibles impactos generados por los residuos peligrosos de las prácticas académicas.
4. La valoración ambiental de las prácticas en los laboratorios registra un impacto altamente negativo con la generación de desechos peligrosos, asociada a factores culturales, esto se evidencia en el desconocimiento por parte de docentes, administrativos y estudiantes de los impactos que las prácticas académicas pueden causar al medio ambiente de la zona rural de murillo.
5. La formulación de estrategias en el plan de gestión de los residuos peligrosos de pequeños generadores como son los laboratorios de la universidad es un instrumento para conocer, evaluar y diseñar alternativas de prevención, minimización, manejo interno, manejo externo, y educación ambiental, en docentes, administrativos y estudiantes sensibilizados en el manejo de prácticas académicas ambientalmente razonables, con efectividad económica y social.

6. Las prácticas verdes permiten visualizar las actividades desarrolladas en el laboratorio y la estrecha relación de cada una de ellas con el medio ambiente. El establecimiento de protocolos de prácticas académicas verdes permite visualizar las actividades desarrolladas en el laboratorio y la estrecha relación de cada una de ellas con el medio ambiente.
7. La clasificación de los residuos generados con cuatro diferentes metodologías: Decreto 4741, 2005; Mejía Sánchez & Ardila Arias, 2012 ; NTP 480; decreto 2020 de 2007 - ley 2214 de la Ciudad de Buenos Aries y la instrumento modificado mixto: clasificación de la práctica académica verde, propuesta por (Morales , y otros, 2011) . Es una herramienta fundamental en la interacción de lo teórico y lo práctico, para la toma de decisiones académicas que influyen en el comportamiento y valores sociales para el manejo integral de residuos peligrosos.
8. El diseño del protocolo de práctica verde, difundido a través de un Objeto Virtual de Aprendizaje, en la plataforma Moodle. Brinda una total interacción de docentes, administrativos, estudiantes y laboratoristas, con retroalimentaciones sincrónicas y asincrónicas del manejo integral de residuos peligrosos.
9. La elaboración de una Propuesta Ambiental para la Evaluación y Manejo Integral de los Residuos Peligroso generados en los laboratorios de docencia, requiere desplegar ampliamente la evaluación del impacto ambiental generado por las acciones específicas de cada laboratorio y el entorno ambiental en el que se encuentre; la formulación de un Plan de gestión integral de residuos acorde a la cantidad de residuos generados, identificación, clasificación, etiquetado, rotulado, almacenamiento, tratamiento, disposición final, manejo externo según los productos frutos de las reacciones de sus prácticas; realizar en cada práctica de laboratorio el protocolo de prácticas académicas verdes y tomar la decisión articulada con administrativos, docentes y estudiantes en el uso de materias primas que generen residuos peligrosos, conscientes de la responsabilidad para el desarrollo sostenible que tiene los entes universitarios.

## 8. Recomendaciones

La elaboración de planes de gestión de residuos peligrosos, debe ir articulada y desarrollada de manera particular, es por ello que las universidades antes de formular los PGRIS, realicen la evaluación ambiental y establecen las relaciones directas de sus actividades, aspectos ambientales para ejercer un verdadero control de los impactos ambientales generados en el uso de los laboratorios.

La implementación de prácticas académicas verdes en los programas de Ingeniería permite educar en la sostenibilidad de manera simultánea a administrativos, docentes y estudiantes, la planeación del micro currículo y prácticas se deben de ajustar al protocolo propuesto al inicio de cada semestre académico. Al identificar si la práctica es verde o café se genera la reacción y la identificación del producto peligros a generar lo que permite desarrollar nuevas técnicas para el manejo, y tratamiento específico de los residuos de las prácticas académicas, tales como precipitación, decantación, neutralización, fotocátalisis, fenton, entre otras.

Estudiar alternativas que permitan la elaboración de prácticas académicas verdes como son prácticas a micro escala o laboratorios virtuales para la disminución de los impactos generados por los residuos peligrosos.

Dada la variedad de prácticas académicas e investigativas que se desarrollan en la educación superior, la aplicación de esta propuesta genera varios temas investigativos en aras como la química verde, microbiología, biotecnología, entre otras, para el tratamiento de pequeñas cantidades de residuos peligrosos.

Los entes universitarios aportan a la formación de una sociedad comprometida con el desarrollo sustentable, con programas de educación ambiental con tecnologías acordes al avance tecnológico, como objetos virtuales de aprendizaje.

## 9. Bibliografía

- American Chemical Society Task Force on Laboratory Wasted Management. (1994). *Laboratory waste management , a guide book*. Washington, Estados Unidos.
- Anastas, P., Kirchoff , M., & Williamson, T. (1998). *Catalysis as a foundational pillar of green chemistry* (Vol. 221). Catal.
- Arias, D., & Piza, V. (2014). *Evaluación De La Degradación Del Ácido 3,5- Dinitrosalicílico Mediante Fotocatálisis Homogénea En Un Reactor De Recirculación Y Reactor Solar Cpc De La Escuela De Química De La Universidad Tecnológica De Pereira*. Pereira: UTP.
- ARL SURA- SISTEMA. (2014). *Identificación, Rotulado Y Etiquetado De Productos Químicos En Colombia* . Bogotá: Centro De Información De Sustancias Químicas, Emergencias Y Medio Ambiente .
- ARREDONDO, A. (2007). *Políticas de Flexibilidad Curricular*. México: Universidad Autónoma de San Luis.
- Bertini, L. (2009). *Gestión de Iso Residuos generados en Laboratorios de Enseñanza de la Química de Entidades Universitarias*. M.SC.Tesis. Buenos Aires, Argentina: Universidad Nacional de San Martin.
- Bertini, L. M. (2009). *Gestión de Residuos Genrados en Laboratorios de Enseñanza de la Química de Entidades Unviersitarias* . Buenos Aires: Universidad Nacional de San Martin.
- Bureau Veritas. (2012). *Análisis MEdioambiental. Evalacuión de Impactos Ambientales*. Bureau Veritas.
- Calvente, F. (18 de Febrero de 2010). *Finsi*. Recuperado el 02 de Marzo de 2012, de Formación Diseno y Tecnologia: <http://www.grupofinsi.com/blog.asp?vcblog=141>
- Canter, L. W. (1998). *Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Técnicas para la elaboración de los estudios de impacto*. Madrid: Mc Graw Hill.
- CASANOVA, M. (2010). *Flexibilidad Curricular y Planeación Didáctica*. México.

- Centro de Producción Más Limpia. (Mayo de 2008). Estudio de Prefactibilidad Relleno Sanitario Villa Karina. Medellín.
- Clavero Subías, J., Ysern Comas, P., Gállego Peiré, B., Travesa Aijón, F., Gadea Carrera, E., & Guardino Solá, X. (1998). NTP 480: La Gestión De Los Residuos Peligrosos En Los Laboratorios Universitarios Y De Investigación. *Centro Nacional De Condiciones De Trabajo*. (2005). *Computing Curricula*. Estados Unidos: Computing Curricula Series.
- Corporación Ambiental Empresarial. (15 de 12 de 2008). Informe Final INFORME FINAL (PROPUESTA DE ESTRATEGIA) CONTRATO DE COOPERACIÓN Y COFINANCIACIÓN C - 0060 – 08. Bogotá D.C.
- Corporación Autónoma Regional del Quindío. (octubre de 2009). Ajuste al Plan de acción 2007-2011.
- Corporación Autónoma Regional del Quindío. (2009). Informe de gestión Vigencia 2010. *Informe de gestión Vigencia 2010*. Armenia.
- Corporación Autónoma Regional del Quindío CRQ. (Septiembre de 2010). Plan Departamental para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos Quindío 2010 – 2013. *Plan Departamental para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos Quindío 2010 – 2013*. Armenia.
- Decreto 1220 de 2005 por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales, 1220 de 2005 (Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible 25 de Abril de 2005).
- DECRETO 351 DE 2014 - Por el cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en la atención en salud y otras actividades. (PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA 19 de Febrero de 2014).
- DECRETO 351 DE 2014. Por el cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en la atención en salud y otras actividades. (PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA 19 de Febrero de 2014).
- DECRETO 4741, Diario Oficial No. 46.137 de 30 de diciembre de 2005 (MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL 30 de Diciembre de 2005).
- EMDEPSA S.A. (2014). *Portafolio de Servicio*. Pereira.
- Gadea Carrera, E., & Guarnido Solá, X. (2005). *NTP 276: Eliminación de residuos en el laboratorio: procedimientos generales*. Obtenido de [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp\\_276.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_276.pdf)

- Gadea Carrera, E. (2005). *NTP 359 Seguridad en el laboratorio: Gestión de Residuos tóxicos y peligrosos en pequeñas cantidades*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. España: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.
- Garmendia, A., Salvador, A., Crespo, C., & Garmendia, L. (2008). *Evaluación de Impacto Ambiental*. Madrid: Pearson Prentice Hall.
- Gestion Ambiental Empresarial*. (12 de 10 de 2014). Obtenido de <http://gestionambientalempresarial.es.tl/Estrategias-de-Producci%F3n-m%E1s-Limpia.htm>
- Global Reporting Initiative. GRI. (2002). *Guía para la Elaboración de Memorias de Sostenibilidad sobre el desempeño económico, ambiental y social de la empresa*. Madrid.
- <http://www.quimicaorganica.net>. (13 de 06 de 2013). <http://www.quimicaorganica.net>. Obtenido de <http://www.quimicaorganica.net>
- ICONTEC ISO 14001: 2004. (01 de Diembre de 2004). Norma Técnica Colombiana ISO 14001: 2004. Bogotá: ICONTEC.
- ICONTEC. (2011). *ISO 14001 sistemas de gestión ambiental lista de verificación para las PYME*. Bogotá: JL impresores LTDA.
- Instituto De Hidrología, Meteorología Y Estudios Ambientales – IDEAM., Resolución No. 0062 (30 de Marzo de 2007).
- La inversión extranjera directa en la industria del software en Latino America. (2010). *La inversión extranjera directa en América Latina y el Caribe*.
- León Márquez, R. (s.f.). *Análisis de los aspectos ambientales de una organización*. Medellín: Centro Nacional de Producción Más Limpia.
- Ley 99 , Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del , se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SIN (Medio ambiente y los recursos naturales renovables 22 de 12 de 1993).
- Linares Columbié, R., Patterson Hernández, M., & Vicedo Tijera, L. (2000). La información a través del tiempo. 228-238.
- Martinez Prada, R. J. (2010). *Propuesta metodológica para la evaluación de impacto ambiental en Colombia*. Bogotá: universidad nacional de Colombia facultad de ciencias económicas instituto de estudios ambientales maestría en medio ambiente y desarrollo.

- Martínez, J. (2005). *Guía Para La Gestión Integral De Residuos Peligrosos – fundamentos*. Centro Coordinador del Convenio de Basilea para América Latina y el Caribe.
- MARTINEZ, R. M. (2001). Algunos enfoques acerca de la docencia. *El Educador Gran Colombiano*(3), 20.
- Mejía Sánchez, L. D., & Ardila Arias , A. N. (2012). Metodología para la segregación de residuos químicos generados en el laboratorio de bioquímica y nutrición animal del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. *Producción + limpia Scielo Rev. P+L vol.7 no.1 Caldas Jan./June 2012*, 11.
- Ministerio Ambiente y Desarrollo Sostenible y WWF Colombia. (5 de diciembre de 2011). *Guía 2 practica para ecocolombianos* . Obtenido de <http://www.soyecolombiano.com/site/Portals/0/Empresa-ECOLombiana.pdf>
- Ministerio de Ambiente, vivienda y Desarrollo Territorial MAVDT Decreto 4741. (2005). *Reglamenta la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral*. Bogotá D.C, Colombia.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible. 71. Bogotá D.C., Colombia.
- Ministerio de Ambiente, vivienda y Desarrollo Territorial. (12 de 2005). Política Ambiental para la Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos. *Dirección de Desarrollo Sectorial Sostenible*. Bogotá D.C, Colombia: Panamericana Forma elmpresos.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2013). *Plan de Acción Nacional para la Gestión de Sustancias Químicas 2013-2020*. Bogotá: Nuevas Ediciones S.A.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2003). *Metodología par ala valoración económica de bienes y servicios ambientales y recursos naturales*. Bogotá.
- MINISTERIO DE EDUCACION NACIONAL. (1998). *Autoevaluación con Fines de Acreditación de Programas de Pregrado. Guía de Procedimiento CNA 02* (2ª Edición ed.). Bogotá.
- Ministerio de Protección Social. (s.f.). *Marco normativo de materias primas y aditivos en alimentos*. Recuperado el 29 de 03 de 2012, de Ministerio de Protección Social: [www.minproteccionsocial.gov.co](http://www.minproteccionsocial.gov.co)
- Ministerio del Medio Ambiente. Sustancias Químicas y Residuos Peligrosos . (8 de Noviembre de 2011). <http://www.minambiente.gov.co//contenido/contenido.aspx?conID=597&catID=357>. Obtenido de <http://www.minambiente.gov.co>

- Montagut , P., Nieto , E., & Sansón , C. (28 de septiembre de 2011). *Química verde y microescala: por un futuro mejor*. Obtenido de Universidad Nacional Autónoma de México: [http://depa.fquim.unam.mx/sie/Documentos/Quimica\\_verde\\_y\\_microescla.pdf](http://depa.fquim.unam.mx/sie/Documentos/Quimica_verde_y_microescla.pdf)
- Morales , M., Martínez, J., Reyes, L., Martín Hernández, O., Arroyo Razo, G., & Obaya Valdivia, A. (14 de Junio de 2011). *Universidad Nacional Autónoma de México*. Recuperado el 14 de Noviembre de 2014, de ¿Qué tan verde es un experimento?: [http://www.quimicageneralpapimeunam.org.mx/Acceso\\_alumnos\\_archivos/Que\\_tan\\_verde\\_es\\_un\\_experimento.pdf](http://www.quimicageneralpapimeunam.org.mx/Acceso_alumnos_archivos/Que_tan_verde_es_un_experimento.pdf)
- Municipio de Armenia. (2009). Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos. *Ajuste PGIRS 2009-2019*.
- NACIONAL, M. D. (2009). Revolución Educativa.
- Novo, M. (2009). Educación ambiental, una genuina educación para el desarrollo sostenible, . *Cátedra UNESCO de Educación Ambiental y Desarrollo Sostenible. Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED). Revista de Educación*.
- Pájaro Castro, N. (19 de diciembre de 2011). Química verde: un nuevo reto. (U. d. Cartagena, Ed.) *Ciencia e ingeniería Neogranadina*, 21(2).
- PEREZ, M. G. (2001). La evaluación del aprendizaje: Tendencias y reflexiones críticas. *Revista Cubana de Educación Superior*, 15.
- PNUMA . (17 de julio de 2014). *Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente Medio Ambiente por el desarrollo Oficina Regional para América Latina y el Caribe*. Obtenido de Oficina Regional para América Latina y el Caribe: <http://www.pnuma.org/>
- PNUMA. (1999). *Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono*. Beijing.
- Pressman, R. (2006). *Ingeniería del software - un enfoque practico*. McGraw Hill.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo . (s.f.). [www.pnud.org.co](http://www.pnud.org.co). Recuperado el 28 de mayo de 2012, de <http://www.pnud.org.co/sitio.shtml?apc=i1-----&s=a&m=a&c=02006&e=A>
- Recurso, P. N. (2010). *Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico Dirección de Ecosistemas Grupo de Recurso Hídrico*. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Bogotá: Viceministerio de Ambiente.
- Resolución No. 00242 (Secretaria Distrital de Ambiente Bogotá 28 de Enero de 2014).

- RH SAS Servicio Integrado de Aseo Especial. (2014). *Portafolio de Servicio*. Armenia.
- Salaverría, R. (2001). Aproximación al concepto de multimedia desde los planos comunicativo e instrumental. *Laboratorio de Comunicación Multimedia*.
- Salvatella, L. (2010). *Química Verde Fundamentos y aplicaciones*. Zaragoza: Universidad de Zaragoza.
- Secretaría de Ambiente Lineamientos Planes de Gestión. (8 de Noviembre de 2011). Obtenido de [http://www.secretariadeambiente.gov.co/sda/libreria/pdf/residuos/Lineamientos\\_Planes\\_de\\_Gestion.pdf](http://www.secretariadeambiente.gov.co/sda/libreria/pdf/residuos/Lineamientos_Planes_de_Gestion.pdf):  
[http://www.secretariadeambiente.gov.co/sda/libreria/pdf/residuos/Lineamientos\\_Planes\\_de\\_Gestion.pdf](http://www.secretariadeambiente.gov.co/sda/libreria/pdf/residuos/Lineamientos_Planes_de_Gestion.pdf)
- Sistema de Información Geográfica \_ Corporación Autónoma del Quindío. (16 de septiembre de 2014). [www.crq.gov.co](http://www.crq.gov.co). Recuperado el 16 de septiembre de 2014, de <http://200.21.93.53/sigquindioii/>: <http://200.21.93.53/sigquindioii/>
- Universidad Autónoma Metropolitana, Iztapalapa. (30 de noviembre de 2009). *EMS=Cosmos*. Recuperado el 18 de noviembre de 2014, de [http://www.izt.uam.mx/cosmosecm/QUIMICA\\_VERDE.html](http://www.izt.uam.mx/cosmosecm/QUIMICA_VERDE.html)
- Universidad Industrial de Santander UIS. (25 de 11 de 2014). <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/gestionAmbiental/programasAmbientales.html>. Obtenido de <http://www.uis.edu.co>
- Universidad La Gran Colombia Armenia. (15 de marzo de 2014). *Universidad La Gran Colombia Armenia*. Recuperado el 15 de marzo de 2014, de [www.ugca.edu.co](http://www.ugca.edu.co)
- Universidad La Gran Colombia Seccional Armenia. (25 de octubre de 2009). Manual de Calidad Laboratorios Facultad de Ingeniería - ISO -NTC-17025. *Manual de Calidad Laboratorios Facultad de Ingeniería - ISO -NTC-17025*. Armenia: Documento Laboratorio.
- Urraza, J. (2009). Rich Internet applications for desktop. *Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción*.
- Vidal Durang, J. V. (20 de sep de 2010). *Gestión Ambiental Estudio De Impacto Ambiental*. Obtenido de <http://slideplayer.es/slide/1119598/>
- xxxDECRETO 351 DE 2014 - Por el cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en la atención en salud y otras actividades. (PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA 19 de Febrero de 2014).





## 1. Anexo A. Evaluación de Impacto Ambiental



### **a. INTRODUCCIÓN**

El impacto ambiental se define cuando una acción o actividad productiva genera alteraciones desfavorables o favorables en alguno de los aspectos ambientales como son agua, aire, suelo y ecosistemas, las evaluaciones de impacto ambiental son procedimientos que buscan predecir, valorar, mitigar, identificar, y corregir los efectos que puedan perturbar el medio ambiente y la calidad de vida en el área de influencia.

Es deber de las organizaciones determinar las relaciones directas entre las actividades que desarrolla, y los aspectos ambientales que le permitan ejercer el control total de los impactos ambientales; y por ello es necesario identificar y valorar los aspectos ambientales mediante el uso de múltiples metodologías o técnicas. La selección metodología depende de factores, tales como: tipo de actividad económica y productiva; requerimiento legal, por efectos de autorizaciones ambientales; estándares internos o externos de tipo ambiental; exigencias específicas de partes interesadas; autogestión.

La evaluación de impacto ambiental, se considera una actividad formalmente sistematizada e institucional, se debe a la promulgación del “National Environmental Policy Act (NEPA)”, en los Estados Unidos, en 1969, incorporado en otros países solamente después de la Conferencia de Estocolmo en 1972 (Magrini, 1990). Desde entonces, la evaluación de impacto ambiental se ha trabajado en los diferentes países como instrumento de gestión en las políticas ambientales gubernamentales. Al incorporar a la evaluación el análisis de impactos físicos, biológicos y sociales, para (Rattner, 1992), su mayor importancia no se refiere a sus aspectos cuantitativos, pero sí a la identificación explícita de los daños y costos causados al medio ambiente y a la sociedad, por agentes o procesos destructivos.

En la evaluación de los impactos ambientales es indispensable realizar una revisión inicial ambiental (RIA) como elemento de la planeación organizacional. La RIA proporciona una “fotografía” del desempeño ambiental de la organización en los contextos específicos de su realización, pero también se considera como una herramienta de diagnóstico que provee a la empresa la esquematización de los posibles problemas de tipo ambiental que pueden afectar el sistema productivo. La revisión inicial permite conocer datos sobre el consumo de materiales, energía, agua, y la producción de emisiones, vertimientos y desechos, incluyendo los impactos indirectos al ambiente, y las estructuras gerenciales que

deben hacerse cargo de estos impactos en la organización.

Después de realizar RIA, se inicia el proceso de mitigación que busca implementar y aplicar las políticas, estrategias, y acciones tendientes a eliminar o minimizar los impactos adversos de los procesos, actualmente existe un gran número de métodos para la evaluación de impactos ambientales, los métodos utilizados por las organizaciones se valen de instrumentos como son: modelos de identificación (listas de verificación causa efecto ambientales, cuestionarios, matrices cruzadas, diagramas de flujo, entre otras); modelos de previsión (pruebas experimentales y ensayos “in situ”); y modelos de evaluación (cálculo de la evaluación neta del impacto ambiental).

**b. Descripción de los Laboratorios y las acciones realizadas.**

Los laboratorios de la facultad de ingeniería se encuentran ubicados en la sede campestre Ciudadela del saber la Santa María con 10.560 Hectáreas, ubicada en el kilómetro 7 vía Armenia- La tebaida, Zona Rural – Vereda Murillo. La sede de la Universidad posee un área construida total de 4647 m<sup>2</sup> y los laboratorios de 267 m<sup>2</sup>.

Coordenadas:

Latitud: 4.4841378

Longitud:-75.74478060000 Ilustración 15

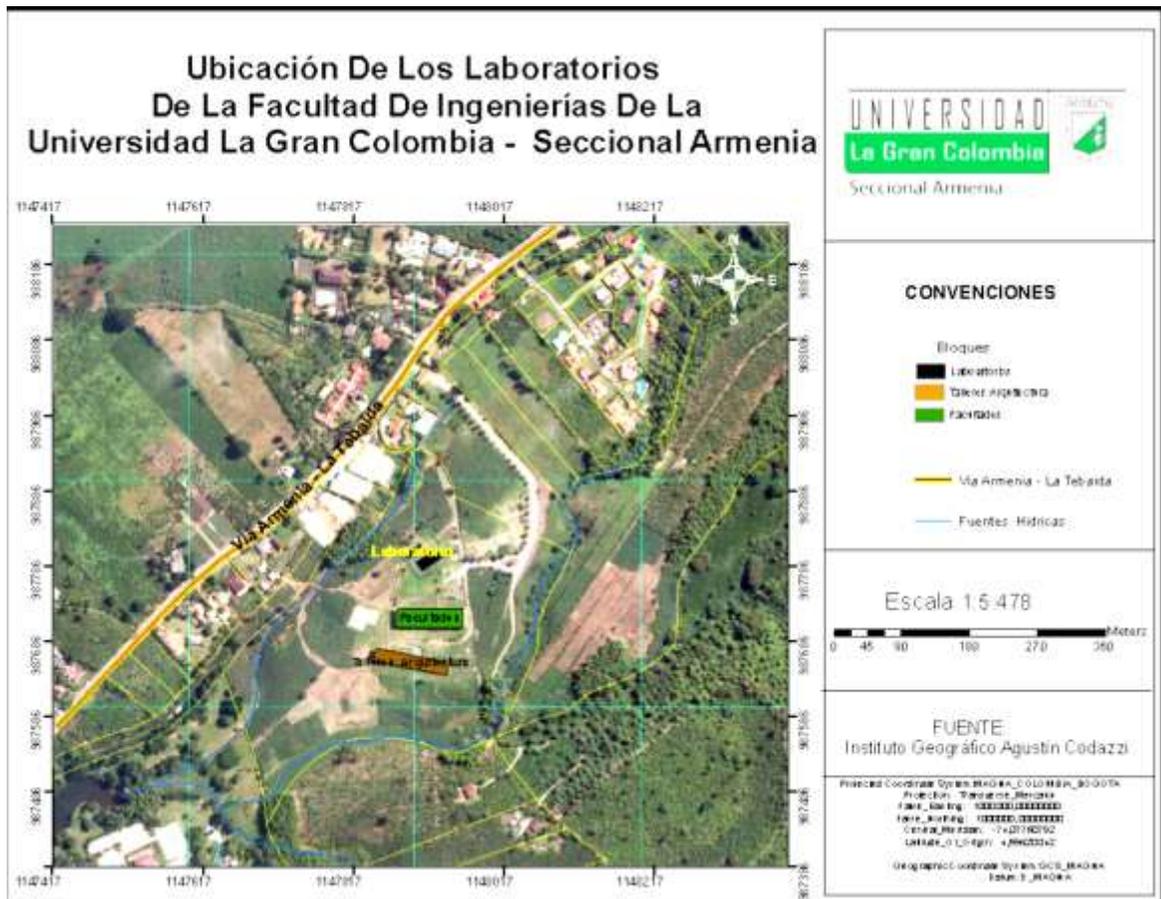


Ilustración 15. Ubicación de los Laboratorios Facultad de Ingenierías

### Área de Influencia Directa e Indirecta de las actividades desarrolladas en los laboratorios:

Considerando que el área de influencia es donde se manifiestan los impactos ambientales por el desarrollo de las prácticas académicas, sobre los medios abiótico, biótico y socioeconómico, en componentes tales como aire, agua, suelo; la manifestación de dichos impactos debe ser objetiva y medible. Ilustración 16.

En este caso el área de influencia directa es de 70 metros y la indirecta de 180 metros, dado que cartográficamente este valor es el que permite incluir la afectación del componente hidrológico, hidrogeológico, atmosférico, eco sistémico y los componentes socioeconómicos que pueden llegar a causar impacto en la zona, descrito en (Metodología general para la presentación de estudios ambientales Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial; / Zapata P., Diana M., Londoño B Carlos A.; 2010)

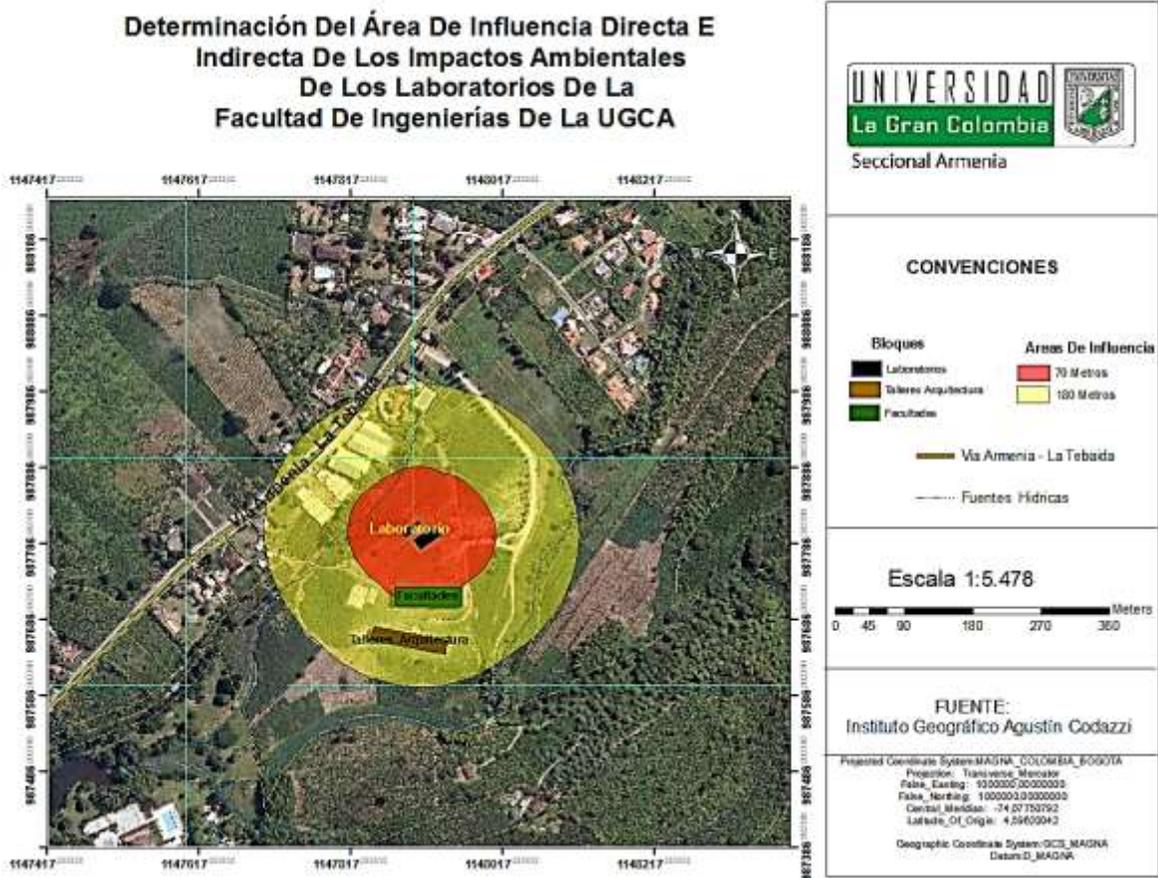


Ilustración 16. Fotografía del Campus y área de Influencia directa e indirecta

Se prestan servicios de pruebas y ensayos a los espacios académicos de los programa de Ingeniería agroindustrial e Ingeniería de geográfica y ambiental; en apoyo al desarrollo integral de los estudiantes de ingeniera y al perfeccionamiento de su habilidades en investigación, proyección social, docencia y extensión de prácticas academias a otras instituciones educativas de secundaria y educación superior. La razón de ser de los laboratorios de la Facultad es cumplir con los requisitos de los clientes, mediante la entrega de materiales, equipos y reactivos de manera confiable y oportuna para la realización de las prácticas de los espacios académicos contenidos en los plan de estudios de las ingenierías ofertadas.

Las actividades que se desarrollan en la prestación del servicio se dividen en tres etapas:

1. Preparación de la práctica académica (líder laboratorio y auxiliar)
2. Desarrollo de la práctica según la guía suministrada por el docente (Estudiantes-docentes)
3. Post - práctica (líder laboratorio y auxiliar).

Las prácticas desarrolladas en cada semestre varía de acuerdo a las necesidades y expectativas de los grupos guiados por los docentes, el número de estudiantes presentes y la disponibilidad de reactivos y espacios físicos requeridos para las experiencias.

Las practicas académicas son en promedio 235 por semestre, las asignaturas son Química general, química orgánica, Bioquímica, análisis de alimentos, pos cosecha y postproducción, las experiencias son 68 temas diferentes. La variedad de reactivos e insumos suministrados en las prácticas, requiere un análisis de los residuos químicos generados en los laboratorios (identificación, almacenamiento, manejo, tratamiento, disposición final que deben de recibir. Es por ello que inicialmente se realiza en la evaluación del impacto ambiental de las actividades académicas que los laboratorios pueden generar a la zona.

### c. Descripción del entorno de los laboratorios

#### 1.1 Medio Físico (agua, aire, suelo)

El corredor de Murillo tiene una extensión aproximada de 285.11 hectáreas, esta vereda comprende dos tramos, el primero con una faja de 150 metros a ambos lados de la carretera Armenia y la segunda con 200 metros a ambos lados de la carretera.

El uso actual del suelo de la vereda es industrial, fábrica de muebles, transformación agrícola, pecuaria, restaurantes, educación y recreación entre otros, el principal uso de este corredor es la industria liviana servicios logística de transporte, servicios, comercio vivienda campestre turismo y recreación.

La Vereda cuenta con un punto de calidad de aire, a pocos metros de la universidad, la calidad del aire de la zona en los periodos 2010-2014 se visualiza Ilustración.

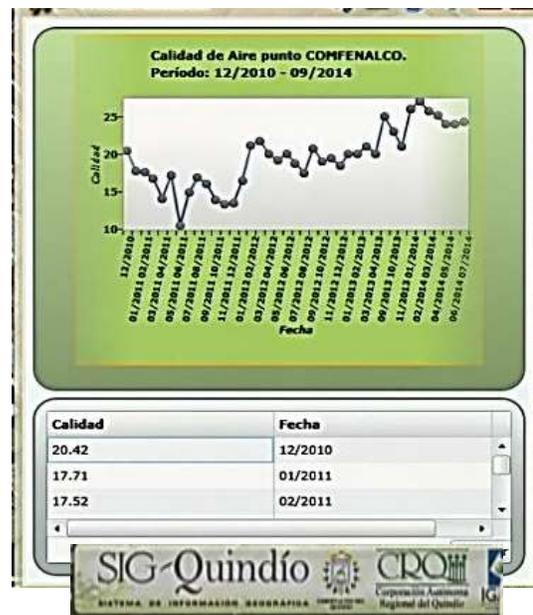


Ilustración 17. Medio Físico Calidad de Aire

Fuente: (Sistema de Información Geográfica \_ Corporación Autónoma del Quindío, 2014)

Como se observa en los mapas cerca de los laboratorios no hay fuentes hídricas como quebradas o ríos. Existen unos vertimientos que desembocan en el río Quindíode la zona directa de influencia, por lo tanto no hay cerca un punto de calidad de agua en la zona.

**a. Medio Biótico**

La vereda Murillo es considerada una de las 14 áreas de conservación ambiental en el municipio de Armenia según POT 2009-2023, lo que significa que en estas zonas se encuentran entre otras rondas hidráulicas del cauce de los ríos, nacimientos de agua, zonas de conservación de vegetación, zonas de producción pecuaria y agrícola y es importante la conservación y consolidación del territorio en los que prevalece la actividad agropecuaria especialmente en café y plátano.

La estructura ecológica de la zona rural de Armenia es el principal constituyente en la plataforma natural conformada por el conjunto de elementos bióticos y abióticos que dan sustento a los procesos ecológicos de la vereda. Por ello la importancia de reservación, conservación restauración y uso sostenible de los recursos naturales. Por tal motivo la cercanía al centro Recreacional Comfenalco y especialmente al lindar con sus bosques, requiere especial cuidada dado que es una zona natural protegida de la sociedad civil a mediano y largo plazo.

A continuación se evidencia la actividad agropecuaria de la zona rural del Municipio de Armenia.



## Ilustración 18. Actividad agropecuaria de la Vereda murillo

Fuente: (Sistema de Información Geográfica \_ Corporación Autónoma del Quindío, 2014)

**b. Medio Perceptivo (paisaje)**

Dada la gran riqueza paisajística y de biodiversidad de la zona, el Comité de Patrimonio Mundial de la UNESCO inscribió en la Lista de Patrimonio Mundial el Paisaje Cultural Cafetero, por esta razón la Universidad crea un espacio en el que se fomenta, retroalimenta, difunde y educa en temas de cultura cafetera y sus desarrollos; llamado Centro **Grancolombiano del Paisaje Cultural Cafetero**.

El Centro Gran colombiano del Paisaje Cultural Cafetero, aporta al paisaje con una infraestructura inspirada en el contraste con las etapas de maduración de café: verdes de la planta, el color naranja que describe la etapa intermedia del proceso de maduración y el rojo que evidencia un café maduro de alta calidad.



Ilustración 19. Centro Gran Colombiano del Paisaje Cultural Cafetero.

Fuente: (Universidad La Gran Colombia Armenia., 2014)

### c. Medio Socioeconómico

La vereda cuenta con un desarrollo de la infraestructura de espacio público natural y por ello se consolidado el equipamiento colectivo, servicios públicos, comunicación vial y transporte del sector urbano y rural.

La zona Universitaria cuenta con 626 estudiantes de Ingeniería Agroindustria, Arquitectura e Ingeniería geográfica y ambiental.

### d. Identificación y caracterización de los impactos

La identificación y caracterización tiene como objeto establecer las relaciones entre las acciones y los Factores: Medio físico, biológico perceptivo, socioeconómico del campus universitario.

#### a. Revisión inicial ambiental (RIA)

La Revisión ambiental inicial está definida por la GTC 93/2007, como una actividad en la se identifican los aspectos, los requisitos legales aplicables, a fin de consolidar una base para implementar un sistema de gestión ambiental.

Se realiza este primer acercamiento a las actividades desarrolladas en los laboratorios para caracterizar la operación y la relación con el medio ambiente de la vereda Murillo.

La RIA, contiene entre otros aspectos: la ubicación geográfica de los laboratorios, identificación de los aspectos ambientales, determinación de los requisitos ambientales de tipo legal, identificación de prácticas. Esta se realizó con la metodología planteada por Ricardo León Márquez del Centro de producción más limpia, a través de la matriz ABC. Tabla 27

Tabla 27. Desarrollo de matriz ABC

Área	Espacio a evaluar		
<b>Tipo de aspecto</b>	Entrada Salida		
<b>Aspecto Ambiental</b>	Depende del tipo de aspecto: Entrada: Consumos de materias primas, combustibles, energía, agua Salida: Emisiones aire, ruido ambiental, vertimientos, generación de residuos.		
<b>Descripción</b>	Se describe cada uno de los aspectos		
<b>Impactos Asociados</b>	Agotamiento de recursos, contaminación de aire, suelo, agua		
<b>Clasificación</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<b>Calificación</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>

<b>Escala del Impacto</b>	Hace alusión a la dimensión geográfica del impacto	Regional	Municipal	Puntual
<b>Severidad del Impacto</b>	Si lo que realiza el área evaluada en comparación a otras áreas de la empresa como: Consumo de recursos no renovables volúmenes de agua, energía eléctrica, generación de residuos sólidos, líquido y gaseoso y control de los mismos. Condiciones del residuo, vertimiento o emisión; características de alta peligrosidad en los residuos. Si las sustancias usadas son cancerígenas o sospechosas, ruidos altos que afectan a los vecinos, vertimientos a altas temperaturas.	Severo mayor 50%	Moderado de 20% al 50%	Leve menor del 20%
<b>Legislación Nacional</b>	Situación de cumplimiento del aspecto con las regulaciones existentes.	No se cumple	Se cumple	No existe
<b>Sumatoria</b>	Se realiza la sumatoria de: Escala del impacto, Severidad del impacto, Legislación nacional.			
<b>Frecuencia</b>	Se relaciona con el número de veces que puede suceder un impacto en determinado intervalo de tiempo.	Alta diario	Media Semanal	Baja Ocasionalmente
<b>Total</b>	Es la multiplicación de la frecuencia y el total			
<b>Nivel de Significancia</b>	Teniendo en cuenta que la calificación máxima que puede obtener un impacto ambiental es 33.	A (Alta): Se considera un impacto con nivel de significancia alta. Rango (23 y 33).	B (Media): Se considera un impacto con nivel de significancia media. Rango (12 y 22).	C (Baja): se considera un impacto con nivel de significancia baja. Rango (1 y 11).
<b>Control de Impacto</b>	Se asigna el debido control que se hace o se planea hacer para controlar el impacto.			
<b>Legislación Asociada</b>	Se menciona el requerimiento legal asociado con el impacto calificado.			
<b>Artículos Relacionados</b>	Respecto a la normatividad legal vigente			
<b>Requisito</b>	Lo que se debe de cumplir			

Fuente: (Martinez Prada, 2010)

Los laboratorios presentan un nivel de significancia C (Baja) considerado un impacto

bajo, dado que el rango de la calificación se encuentra entre 1 y 11. Se detalla en las Tabla 28, Tabla 29, Tabla 30, Tabla 31 y visualizándose en el eco mapa Ilustración 20.

**Tabla 28. Revisión Inicial Aspectos Ambientales En Condiciones Normales De Funcionamiento -entradas**

ÁREA / SECCIÓN	ASPECTOS AMBIENTALES (ENTRADAS)			
	MATERIAS PRIMAS / INSUMOS	COMBUSTIBLES	ELECTRICIDAD	AGUA
ALMACÉN REACTIVOS	396 Reactivos en proceso de almacenamiento bajo el sistema de identificación de peligros SAF-T-DATA Azul: tóxico; Rojo: inflamables; Amarillo: Aislados lejos de combustibles; Blanco: Corrosivos; Verde: Riesgo moderado; Con franjas: Incompatible con las de color de su clase.		Energía 110 V (balanza analítica, nevera) Energía 220V(, campana extractora)	Agua para lavado de material - Agua lavado de gases
	Agua destilada		Energía 220V - destilador	Agua para la refrigeración del destilador (12litros/h)
	Envases de vidrio y plásticos.		—	—
LABORATORIO DE QUÍMICA	Reactivos Químicos prácticas de: Química General Químicos Química Orgánica Químicos Bioquímica Análisis de Alimentos Operaciones Unitarias Postproducción Post cosecha		Energía 200V Mufla, destilador Kendalhk. Rota vapor Energía 110 V estufas, agitadores, refractómetros, pH metros, baño María, rota vapor, neveras	Agua para destilador de proteína, destilador de grasa, limpieza de equipos, Uso general
LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA	Reactivos químicos: Biología Fundamental Microbiología Papel Kraft Agua Destilada	Alcohol Industrial	Energía 220V Autoclaves, 110 V Microscopios, Incubadoras, Neveras Centrifugas	Agua potable para limpieza y desinfección, lavado de material
PLANTA DE TRANSFORMACIONES	Aditivos para productos cárnicos, lácteos y Fruver, Envases plásticos, vidrio.	Gas propano (cilindro de 100 lb)	Energía 200V cúter, molino, despulpadora, 110 V embutidora, licuadoras, batidoras, refrigeradores.	Agua para limpieza y desinfección
LABORATORIO DE CURTIEMBRES	Cueros de diferentes fuentes Reactivos Químicos.		Energía Bombo utilizada por 24 horas de	Agua para pelambre, Agua recurrido

			agitación	
--	--	--	-----------	--

Fuente: Autora, 2013

Tabla 29. Revisión Inicial Aspectos Ambientales En Condiciones Normales De Funcionamiento -entradas

ÁREA / SECCIÓN	ASPECTOS AMBIENTALES (SALIDAS)			
	EMISIONES	RUIDO	VERTIMIENTO	RESIDUOS
ALMACÉN REACTIVOS	Gases de reactivos de la campana de extracción. Gases del almacenamiento de los reactivos		Agua de refrigeración del destilador Agua de lavado de equipo de vidrio utilizado	Mezcla para de limpieza de material de vidrio -RESPEL Restos de reactivos preparados que no se pueden utilizar para otras prácticas - RESPEL Papel
LABORATORIO DE CURTIEMBRES	Gases ácido sulfhídrico y otros que generan malos olores de la descomposición de la materia orgánica para el curtido	Movimiento giratorio del Bombo	Agua contaminada con cromo Agua contaminada con el proceso de curtido	Residuos de Piel- Desechos ordinarios Bolsas contaminadas con cromo
LABORATORIO DE QUÍMICA	Gases del proceso de destilación de proteína Vapores de disolventes orgánicos		Agua de lavado de equipo de vidrio utilizado Agua de refrigeración del destilador	Papel filtro desechos orgánicos de las prácticas de los diferentes espacios académicos Desechos de los reactivos de los diferentes espacios académicos RESPEL Orgánicos, básicos, Ácidos.
LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA			Agua de limpieza y desinfección de material limpio y auto clavado	Residuos biológicos RESPEL- Tratados en empresa de residuos Hospitalarios Papel contaminado Desechos de muestras

				orgánicas para los análisis
PLANTA DE TRANSFORMACIONES	Dióxido de carbono de la combustión del gas propano	Ruido de los extractores de aire Ruido de equipos como el cúter, despulpadora, licuadoras	Agua de limpieza y desinfección de la planta Agua de lavado del proceso	Residuos orgánicos de las materias primas en las línea de cárnicos, vegetales y lácteos Desechos de aditivos vencidos

Fuente: La autora, 2013

El desarrollo de la matriz ABC, y un nivel bajo de significancia es un insumo de información para los laboratorios para mejorar los procesos preventivos que se deben tener por el área de ubicación de acuerdo a la filosofía institucional descrita en la justificación del proyecto.



Tabla 30.Revisión Inicial Aspectos Ambientales En Condiciones Normales De Funcionamiento.

Aspecto Ambiental	Descripción	Impactos Asociados	Escala del Impacto	Severidad del Impacto	Legislación Nacional	Sumatoria	Frecuencia	Total	Nivel de Significancia	Control de Impacto	Legislación Asociada	Artículos Relacionados	Requisito
ENTRADAS													
<b>Consumo de materias primas e insumos</b>	396 Reactivos en proceso de almacenamiento bajo el sistema de identificación de pelifros SAF-T-DATA	Agotamiento de recursos naturales Contaminación del suelo Contaminación hídrica utilización innecesaria de los recursos naturales	2	3	1	6	2	12	B	Protocolo de seguridad para derrames Recolección de los residuos del proceso devolución de empaques de los reactivos las proveedores	Decreto 4741 de 2005 Decreto 1140 del 7 de mayo de 2003 Resolución 13824 de 1989	10	Contar con un plan de contingencia actualizado para atender cualquier accidente o eventualidad. Lineamientos del Decreto 321 de 1999 por el cual se adopta el Plan Nacional de Contingencia contra Derrames de Hidrocarburos, Derivados y Sustancias Nocivas en aguas Decreto 1713 de 2002, en relación con el tema de las unidades de almacenamiento y se dictan otras disposiciones. Política Ambiental para la Gestión Integral de Residuos ó Desechos Peligrosos.

	Envases de vidrio y plásticos.		3	1	0	4	2	8	C	Reutilización de envases			
<b>Consumo de Combustible</b>	Gas propano Planta	Agotamiento recursos naturales	1	1	1	3	1	3	C				
<b>Consumo de Energía</b>	Energía 110 V para balanza analítica, campana extractora, nevera, 220V destilador	Agotamiento de Recursos Naturales No Renovables	2	2	1	5	2	10	C	Uso racional y eficiente de la energía Uso Eficiente de los equipos	Ley 697 de 2001 Decreto 2501 de 2007	1 5	Disposiciones para promover prácticas con fines de uso racional y eficiente de energía eléctrica Implementación de programa de ahorro y uso eficiente de energía eléctrica.

Tabla 31 Revisión Inicial Aspectos Ambientales En Condiciones **Anormales** De Funcionamiento.

Aspecto Ambiental	Descripción	Impactos Asociados	Escala del Impacto	Severidad del Impacto	Legislación Nacional	Sumatoria	Frecuencia	Total	Nivel de Significancia	Control de Impacto	Legislación Asociada	Artículos Relacionados	Requisito
Consumo de materias primas e insumos	396 Reactivos en proceso de almacenamiento bajo el sistema de identificación de pelifros SAF-T-DATA	Agotamiento de recursos naturales Contaminación del suelo Contaminación hídrica utilización innecesaria de los recursos naturales	2	3	1	6	2	12	B	Protocolo de seguridad para derrames Recolección de los residuos del proceso devolución de empaques de los reactivos las proveedoras	Decreto 4741 de 2005 Decreto 1140 del 7 de mayo de 2003 Resolución 13824 de 1989	10	Contar con un plan de contingencia actualizado para atender cualquier accidente o eventualidad. Lineamientos del Decreto 321 de 1999 por el cual se adopta el Plan Nacional de Contingencia contra Derrames de Hidrocarburos, Derivados y Sustancias Nocivas en aguas Decreto 1713 de 2002, en relación con el tema de las unidades de almacenamiento y se dictan otras disposiciones. Política Ambiental para la Gestión Integral de Residuos ó

													Desechos Peligrosos.
Vertimientos	Agua de refrigeración del destilador	Contaminación a Cuerpos de Agua	3	3	1	7	2	14	B	Recirculación del agua de refrigeración del destilador	1594 de 1984	40	Parámetros fisicoquímicos admisibles para un vertimiento
Vertimientos	Agua de lavado de equipo de vidrio utilizado	Contaminación a Cuerpos de Agua	3	3	1	7	2	14	B	separación a vertimientos contaminados con reactivos y agua consumo	1594 de 1984	34	
Generación de Residuos	RESPEL	Contaminación hídrica y del suelo afectación de ecosistemas de flora y fauna	2	2	5	9	2	18	B	Separar en contenedor especial, para caracterización de la mezcla.	Decreto 4741 de 2005 Resolución 13824 de 1989	14,15, 17,25, 27, 29 y 30	Presentación adecuada de las basuras y adecuación de los recipientes

ECOMAPA

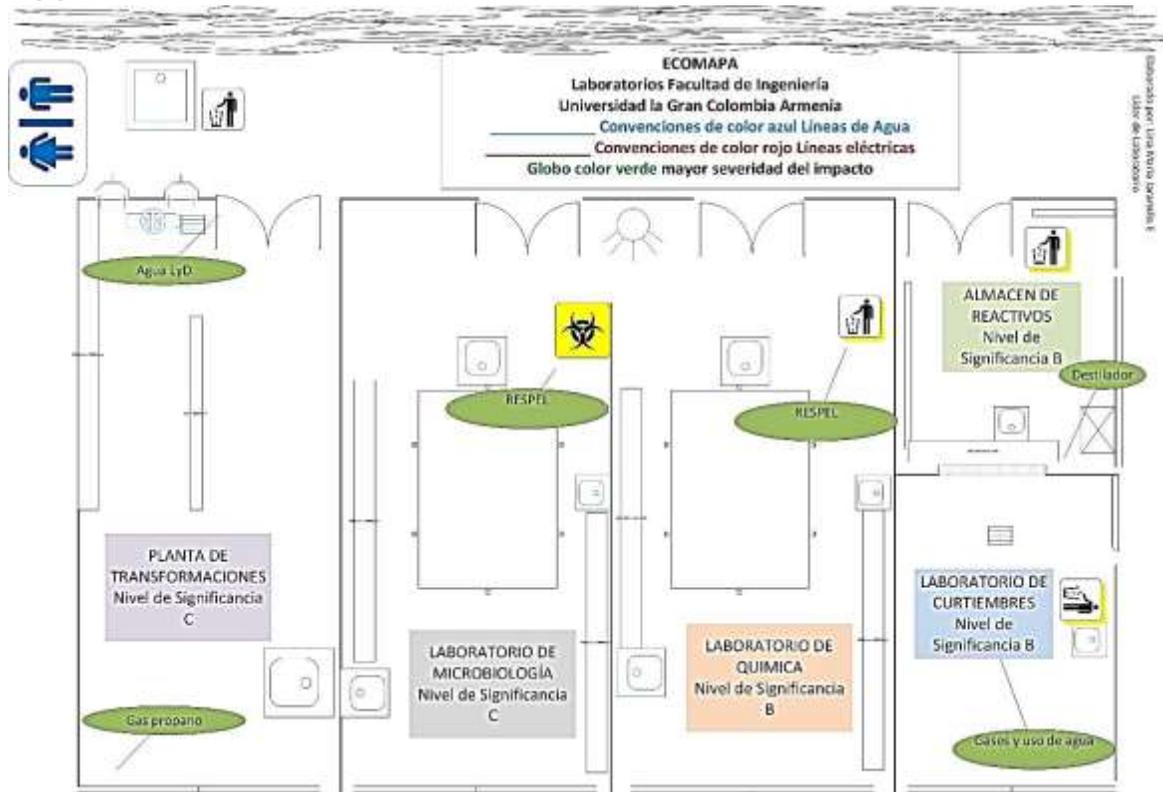


Ilustración 20. Eco mapa laboratorios Facultad de Ingenierías

Fuente: La Autora, 2013.

El nivel de significancia B, permite establece que la probabilidad que los impactos ocurran son el laboratorio de química y microbiología. Es esta la base para evaluar los impactos por el método matricial.

**b. Matriz de Leopold**

Para evaluar los impactos de los laboratorios se ha utilizado la matriz de Leopold (1971) modificada, dado que permite mostrar los potenciales impactos ambientales identificados para los componentes Abiótico, biótico y social para de esta manera determinar su significancia en las actividades prácticas de la Facultad.

Esta consta de un cuadro de doble entrada, en el cual se dispone como filas los factores ambientales que pueden ser afectados y como columnas las acciones que se desarrollan en los laboratorios y que puedan causar de los posibles impactos ya sean positivos o negativos.

En este caso la Matriz de Leopold, utiliza los criterios de evaluación ambiental previamente definidos en la Matriz ABC, y consiste en identificar los parámetros de forma cualitativa y luego semi cuantitativa, establecidos en una escala relativa a cada “actividad de proyecto”/ “impacto ambiental” interrelacionado.

Tabla 32. Matriz para la Identificación y Descripción de las Acciones del Proyecto Susceptibles de Producir Impacto (ASPI)

Etapa	Componente del Proyecto	Actividades del Proyecto	Acciones Susceptibles de Producir Impacto	Componente Ambiental
<b>Preparación de prácticas Académicas</b>	Espacios Académicos 10 en promedio Promedio 68 tipos de prácticas académicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solicitud de insumos y reactivos 48 horas anticipación</li> <li>• Chequeo de insumos, materiales, equipos y reactivos</li> <li>• Identificación de reactivos e inventario de los mismos</li> <li>• Cálculo de cantidad de reactivos</li> <li>• Preparación de reactivos</li> <li>• Calibración de equipos</li> <li>• Disponibilidad de agua destilada</li> <li>• Validación de campaña extractora</li> <li>• Limpieza de material de vidrio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formación Ambiental de Docentes y estudiantes</li> <li>• Elaboración de nuevas prácticas académicas</li> <li>• Disponibilidad de más de 300 reactivos</li> <li>• Solicitud de reactivos innecesarios o grandes cantidades</li> <li>• Manipulación de sustancias químicas</li> <li>• Uso del agua destilada</li> <li>• Residuos sólidos asimilables a urbanos</li> </ul>	Suelo Agua Aire Paisaje Flora Fauna Político Cultural Económico
<b>Desarrollo de la Práctica</b>	68 Prácticas académicas por semestre en laboratorios de docencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lectura de guía de laboratorio</li> <li>• Elaboración de bitácora</li> <li>• Identificación de envases de residuos</li> <li>• Identificación de FDS de sustancia a utilizar</li> <li>• Desarrollo del diagrama de flujo</li> <li>• Limpieza de material y equipos utilizados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Residuos sólidos peligrosos</li> <li>• Residuos líquidos de lavado de material de vidrio</li> <li>• Residuos líquidos peligrosos</li> <li>• Emisiones atmosféricas</li> <li>• Uso de Solventes orgánicos</li> <li>• Manipulación de microorganismos</li> <li>• Uso de la electricidad</li> <li>• Desconocimiento de FDS</li> </ul>	
<b>Post Práctica</b>	Revisión de equipos y material usados en las prácticas Manejo de residuos Limpieza de laboratorios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recolección de materia, equipos utilizados</li> <li>• Identificación de residuos generados</li> <li>• Chequeo de la disposición de los residuos generados</li> <li>• Almacenamiento de residuos</li> <li>• Clasificación de los residuos</li> <li>• Tratamiento de los residuos</li> <li>• Disposición final de los residuos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desechos inorgánicos</li> <li>• Desechos orgánicos</li> <li>• Vertimientos accidentales</li> <li>• Manejo de desechos inadecuados</li> </ul>	

Tabla 33 Matriz para la Identificación y Descripción de los Factores Susceptibles de Recibir Impacto (FARI)

<b>Medio</b>	<b>Componente Ambiental</b>	<b>Acciones Susceptibles de Producir Impacto</b>	<b>Factores Susceptibles de Recibir Impacto</b>
<b>Abiótico</b>	Agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso del agua destilada</li> <li>• Manipulación de sustancias químicas</li> <li>• Residuos líquidos de lavado de material de vidrio</li> <li>• Residuos líquidos peligrosos</li> <li>• Uso de la electricidad</li> <li>• Desconocimiento de FDS</li> <li>• Vertimientos accidentales</li> <li>• Manejo de desechos inadecuados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propiedades fisicoquímicas del agua</li> <li>• Cumplimiento de la normatividad ambiental</li> <li>• Uso adecuado del agua</li> <li>• Población animal acuática</li> <li>• Vegetación acuática</li> </ul>
	Suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso del agua destilada</li> <li>• Manipulación de sustancias químicas</li> <li>• Residuos sólidos peligrosos</li> <li>• Residuos líquidos de lavado de material de vidrio</li> <li>• Residuos líquidos peligrosos</li> <li>• Desconocimiento de FDS</li> <li>• Vertimientos accidentales</li> <li>• Manejo de desechos inadecuados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propiedades fisicoquímicas del suelo</li> <li>• Cumplimiento de la normatividad ambiental</li> <li>• Uso de suelo</li> </ul>
	Aire	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manipulación de sustancias químicas</li> <li>• Emisiones atmosféricas</li> <li>• Uso de Solventes orgánicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calidad del aire</li> <li>• Cumplimiento de la normatividad ambiental</li> </ul>
	Paisaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Residuos sólidos asimilables a urbanos</li> <li>• Manipulación de sustancias químicas</li> <li>• Residuos sólidos peligrosos</li> <li>• Manejo de desechos inadecuados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aspecto estético</li> <li>• Declaratoria del paisaje Cultural Cafetero</li> </ul>

<b>Biótico</b>	Fauna	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manipulación de sustancias químicas</li> <li>• Residuos sólidos peligrosos</li> <li>• Manipulación de microorganismos</li> <li>• Desechos inorgánicos</li> <li>• Desechos orgánicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Animales en vía de extinción</li> <li>• Animales nativos</li> </ul>
	Flora	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manipulación de sustancias químicas</li> <li>• Residuos sólidos peligrosos</li> <li>• Manipulación de microorganismos</li> <li>• Desechos inorgánicos</li> <li>• Desechos orgánicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vegetación Nativa</li> <li>• Actividad agropecuaria</li> </ul>
<b>Social</b>	Político	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solicitud de reactivos innecesarios o grandes cantidades</li> <li>• Residuos sólidos asimilables a urbanos</li> <li>• Manejo de desechos inadecuados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumplimiento de la normatividad ambiental</li> <li>• Cumplimiento del POT</li> </ul>
	Cultural	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formación Ambiental de Docentes y estudiantes</li> <li>• Elaboración de nuevas prácticas académicas</li> <li>• Residuos sólidos asimilables a urbanos</li> <li>• Residuos sólidos peligrosos</li> <li>• Desconocimiento de FDS</li> <li>• Manejo de desechos inadecuados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Declaratoria del Paisaje Cultural cafetero</li> <li>• Manejo de residuos</li> </ul>
	Económico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponibilidad de más de 300 reactivos</li> <li>• Residuos sólidos asimilables a urbanos</li> <li>• Residuos sólidos peligrosos</li> <li>• Residuos líquidos peligrosos</li> <li>• Uso de Solventes orgánicos</li> <li>• Uso de la electricidad</li> <li>• Vertimientos accidentales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recursos económicos de la Universidad</li> <li>• Sanciones ambientales</li> </ul>

Fuente: La Autora, 2013.

Tabla 34. Matriz para la Identificación de los Factores Ambientales

Medio	Componente Ambiental	Acciones Susceptibles de Producir Impacto	Factores Susceptibles de Recibir Impacto	Indicador	Unidad de Medida	
Abiótico	Agua	• Uso del agua destilada	• Propiedades fisicoquímicas del agua	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	
		• Residuos líquidos peligrosos		Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	
		• Vertimientos accidentales		Color	UPC	
		• Manejo de desechos inadecuados		Conductividad	µS/cm	
		• Manipulación de sustancias químicas		Turbiedad	UNT	
		• Residuos líquidos de lavado de material de vidrio		pH	UdepH	
		• Uso de la electricidad		Acidez y Alcalinidad	mg/L	
		• Desconocimiento de FDS		Carga Orgánica (COT)	mg/L	
	Suelo	• Manipulación de sustancias químicas • Residuos sólidos peligrosos • Residuos líquidos de lavado de material de vidrio • Residuos líquidos peligrosos • Desconocimiento de FDS	• Cumplimiento de la normatividad ambiental	• Propiedades fisicoquímicas del suelo	Porosidad	Cualitativo
			• Uso adecuado del agua		pH	UdepH
			• Población animal acuática		Estructura	Cualitativo
			• Vegetación acuática		Macronutrientes	mg/L
					Metales	mg/L

		• Vertimientos accidentales	• Cumplimiento de la normatividad ambiental	Micronutrientes	mg/L
		• Manejo de desechos inadecuados	• Uso de suelo		
	Aire	• Manipulación de sustancias químicas	• Calidad del aire	Emisiones de SOX	mg/L
		• Emisiones atmosféricas			
		• Uso de Solventes orgánicos			
	Paisaje	• Residuos sólidos asimilables a urbanos	• Aspecto estético	Visibilidad	Cualitativo
		• Manipulación de sustancias químicas			
• Residuos sólidos peligrosos					
• Manejo de desechos inadecuados					
<b>Biótico</b>	Fauna	• Manipulación de sustancias químicas	• Animales en vía de extinción	Mortalidad	%
		• Residuos sólidos peligrosos	• Animales nativos	Natalidad	%
		• Manipulación de microorganismos			
		• Desechos inorgánicos			
		• Desechos orgánicos			
	Flora	• Manipulación de sustancias químicas	• Vegetación Nativa • Actividad agropecuaria	• Especies en vía de extinción o desaparecidas	Cantidad
		• Residuos sólidos peligrosos		• Especies nuevas	Cantidad
• Manipulación de microorganismos					
• Desechos orgánicos					
<b>Social</b>	Político	• Solicitud de reactivos innecesarios o grandes cantidades	• Cumplimiento de la normatividad ambiental	Sanciones o multas	\$

		<ul style="list-style-type: none"> <li>Residuos sólidos asimilables a urbanos</li> <li>Manejo de desechos inadecuados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cumplimiento del POT</li> </ul>	Reconocimientos disminución de impuestos	\$	
	Cultural	<ul style="list-style-type: none"> <li>Formación Ambiental de Docentes y estudiantes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Declaratoria del Paisaje Cultural cafetero</li> </ul>	Cantidad de agua consumida al mes	m <sup>3</sup>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaboración de nuevas prácticas académicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Manejo de residuos</li> </ul>	Subsidio por consumo de agua	\$	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Residuos sólidos asimilables a urbanos</li> <li>Residuos sólidos peligrosos</li> <li>Desconocimiento de FDS</li> <li>Manejo de desechos inadecuados</li> </ul>		Desechos Generados al mes	Volumen	
		Social	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disponibilidad de más de 300 reactivos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recursos económicos de la Universidad</li> </ul>	Ingresos por concepto de servicios	\$
			<ul style="list-style-type: none"> <li>Residuos sólidos asimilables a urbanos</li> <li>Residuos sólidos peligrosos</li> <li>Residuos líquidos peligrosos</li> <li>Uso de Solventes orgánicos</li> <li>Uso de la electricidad</li> <li>Vertimientos accidentales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sanciones ambientales</li> </ul>	Egresos por concepto de funcionamiento del laboratorio	\$
					Salud	Cualitativo
				Educación	Cualitativo	

Fuente: La Autora, 2013.





Con esta evaluación se asigna un índice múltiple que manifiesta las características cuantitativas y cualitativas. Al asignar valores se determina la importancia y la jerarquización de los diferentes impactos y permitiendo comparación.

Con los insumos de las tres matrices anteriores se desarrolló la matriz de Leopold que consta de un cuadro de doble entrada, en el cual se dispuso en columnas los factores ambientales (31) que pueden ser afectados y como filas las acciones que se despliegan en los laboratorios (22) y que puedan causar posibles impactos ya sean positivos o negativos, en ella se evaluaron 682 interacciones. Con la probabilidad de ocurrencia de estas en los factores ambientales se obtuvieron 58 interrelaciones que posteriormente fueron calificadas de acuerdo con la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**La mediana de estas calificaciones es 5, razón por la cual la significancia de la calificación permite la Valoración del impacto, se visualiza en Tabla 13.

Para ello se realiza a Clasificación Ambiental **Ca**, en cada impacto con una expresión numérica, donde se evidencia la interacción de cada atributo, representada por la fórmula:  $Ca = D.Po.(M+E+Du+F+R)$  Ca=Clasificación Ambiental.

Tabla 36 .Valoración del Impacto Ambiental de los laboratorios.

Actividades	Po	M	E	Du	F	R	Ca		Impacto Ambiental
Cultural/Desechos Generados al mes	1	3	2	3	3	1	12	-	Directo Altamente negativo
Hombre/ Educación	1	2	3	1	1	1	8	-	Directo Moderadamente negativo
Hombre/ Salud	1	2	3	1	1	1	8	-	Directo Moderadamente negativo
Agua/Demanda Química de Oxígeno (DQO)	0,7	3	3	2	2	1	8	-	Directo Moderadamente negativo
Agua/Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	0,7	3	3	2	2	1	8	-	Directo Moderadamente negativo
Económico/ Egresos por concepto de funcionamiento del laboratorio	1	2	2	1	1	1	7	+	Directo Moderadamente positivo
Suelo/Metales	0,8	3	2	1	0	2	6	-	Directo Moderadamente negativo
Agua/Carga Orgánica (COT)	0,8	3	2	1	1	0	6	-	Directo Moderadamente negativo
Fauna/ Mortalidad	0,8	2	1	2	1	1	6	-	Directo Moderadamente negativo
Fauna/Natalidad	0,8	2	1	2	1	1	6	-	Directo Moderadamente negativo
Flora/Especies de vía de extinción o desaparecidas	0,8	2	1	2	1	1	6	-	Directo Moderadamente negativo
Flora/Especies nuevas	0,8	2	1	2	1	1	6	-	Directo Moderadamente negativo
Agua/Conductividad	0,8	2	3	1	0	0	5	-	Directo Moderadamente negativo
Paisaje/Visibilidad	0,8	1	1	2	1	1	5	-	Directo Moderadamente negativo

Político/Sanciones y multas	0,8	3	1	1	0	1	5	-	Directo	Moderadamente negativo
-----------------------------	-----	---	---	---	---	---	---	---	---------	------------------------

Fuente: La Autora.

Los resultados de la valoración ambiental, registraron impacto altamente negativo con la generación de desechos, ocasionada por factores culturales, esto se evidencia en el desconocimiento por parte de docentes, administrativos y estudiantes de los impactos que las prácticas académicas pueden causar al medio ambiente de la zona rural de murillo.

Los posibles impactos ambientales moderadamente negativos, que influyen de forma directa resultan de las interacciones de: Hombre/ Educación; Hombre/ Salud; Agua/Demanda Química de Oxígeno (DQO); Agua/Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5); Suelo/Metales; Agua/Carga Orgánica (COT); Fauna/ Mortalidad; Fauna/Natalidad; Flora/Especies de vía de extinción; Flora/Especies nuevas; Agua/Conductividad; Paisaje/Visibilidad; Político/Sanciones y multas.

Si los laboratorios prestaran servicios a terceros, se vería beneficiado económicamente, dada la interacción con los egresos actuales de las prácticas académicas, lo que permite visualizar un impacto moderadamente positivo en esta acción.

La propuesta ambiental de los laboratorios debe centrarse en el factor cultural específicamente en la no generación de desechos peligrosos. Los esfuerzos de la administración deben propender para la no ocurrencia de acciones que generen impactos moderadamente negativos, este caso 30 interacciones.

#### e. Documento de síntesis

La identificación del impacto de los laboratorios sobre el medio ambiente, mediante la aplicación de los diferentes parámetros establecidos en las matrices de identificación de aspectos ambientales e impactos , permiten establecer el nivel de afectación de estos impactos a la zona rural donde se encuentran ubicados.

El desarrollo de este ejercicio nos lleva a concluir:

- ✓ La diversidad de materias primas en las actividades desarrolladas en cada uno de los laboratorios, es única y debe de realizarse las reacciones químicas que nos permitan identificar los residuos generados particularmente en cada práctica.
- ✓ Los laboratorios no generan impactos significativos por el uso de combustibles
- ✓ El consumo de energía es bajo debido a la buena iluminación que posee las instalaciones, y la no realización de prácticas en horas de la noche. Así que el consumo de energía está asociada al uso de los equipos y largas horas de las prácticas
- ✓ La destilación de agua para la preparación de los reactivos genera grandes

- consumos, lo que conlleva al agotamiento de los recursos naturales.
- ✓ Las emisiones de aire no son significativas ya que las prácticas que generan vapores son de poca frecuencia.
  - ✓ El aspecto ambiental de ruido no se evidencia en la matriz de calificación de los impactos ambientales.
  - ✓ Los vertimientos de los laboratorios de Química y la planta de transformaciones deben de ser cuantificados y caracterizados.
  - ✓ La importancia de la calificación de los impactos ambientales en los laboratorios es sin duda alguna la generación de residuos peligrosos en las diferentes prácticas académicas que deben ser identificados y cuantificados.
  - ✓ El laboratorio de Química la magnitud del impacto es alto en todas las prácticas y genera mayores cantidades de residuos peligrosos.
  - ✓ El nivel de significancia del impacto ambiental en el laboratorio de Química es Medio el 69 % de los aspectos evaluados se consideraron con significancia B.
  - ✓ La legislación ambiental en cuanto a RESPEL no se cumple en los laboratorio, el cumplimiento del decreto 4741 de 2005.
  - ✓ El no cumplimiento de la resolución 1264, dónde se aprueba y adopta el Plan de departamental para la gestión ambiental de residuos peligrosos, no se está cumpliendo.
  - ✓ La universidad no ha establecido el PGIRS, Resolución 1045 de 2003.
  - ✓ Los residuos biológicos se están tratando de acuerdo la legislación vigente decreto 2676 de 2000 sobre la gestión integral de los residuos hospitalarios y similares, que son generados en el laboratorio de microbiología.

## **RECOMENDACIONES**

Es necesario que institucionalmente se cumplan las legislaciones para el manejo de Residuos peligrosos y manejo de residuos sólidos, ya que esto permite minimizar los impactos ambientales en la zona de Murillo, y hace responsable social y ambientalmente la Universidad.

Los residuos peligrosos deben ser cuantificados e identificados, para controlar los impactos que ellos potencialmente puedan generen.

Se requiere proponer un Plan de gestión de residuos peligrosos con el fin de evitar el posible impacto ambiental.



## **2. Anexo B. Plan de Gestión Integral de Residuos Peligrosos de los Laboratorios**

### **FACULTAD DE INGENIERÍA**

Autores:

**Lina María Jaramillo Echeverry**

**Año 2014**



### **a. INTRODUCCIÓN**

En los laboratorios de docencia de la Facultad de ingeniería de la Universidad la Gran Colombia Armenia, se realizan actividades potencialmente generadoras de impactos ambientales negativos, en estas actividades se generan pequeñas cantidades de residuos que son clasificados como peligrosos, por este motivo se diseña el plan de gestión de Residuos Peligrosos, en este se establecen procedimientos con las acciones necesarias para prevenir la generación y promover la reducción de los RESPEL; disminuir los riesgos que representan para salud y el medio ambiente el manejo de residuos peligrosos, acorde con las practicas académicas realizadas.

El proceso sistemático para la gestión integral de estos residuos requiere medidas preventivas, con la finalidad disminuir la generación de residuos y su peligrosidad, con la certeza de la realización de prácticas adecuadas para la identificación, caracterización, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos generados. Es por ello que se requiere conocer el estado de los laboratorios académicos con la finalidad de dar solución a los RESPEL generados en los laboratorios de la Universidad.

Dado que la Gestión ambiental va más allá de los procesos técnicos para el manejo de RESPEL, se plantea el uso de propuesta de prácticas verdes donde se aviste los factores culturales, sociales y económicos que no tiene alcance en este plan de gestión, dada la diversidad de prácticas y variedad de materias primas usadas que a su vez generan multiplicidad de desechos.

Esto con el fin de identificar, caracterizar, recolectar, almacenar, tratar y dar disposición final a los desechos peligrosos, potencialmente promotores de daños al ambiente y la salud de la comunidad académica.

### **b. OBJETO**

Implementar el plan de gestión integral de residuos peligrosos de los laboratorios de docencia de la Facultad de Ingeniería de la Universidad la Gran Colombia Armenia. Que permita prevenir, minimizar, realizar un manejo interno y externo ambientalmente seguro, así, como la ejecución, seguimiento y evaluación en la prevención de la contaminación ambiental, como acción preventiva a los posibles impactos ambientales de las actividades de los laboratorios.

### **c. ALCANCE**

El plan de manejo integral de los residuos peligros fue diseñado para los laboratorios de Docencia de la Faculta de Ingeniería de la Universidad La Gran Colombia Armenia.

### **d. DEFINICIONES**

**Término**

**Definiciones**

Acopio	Acción tendiente a reunir productos desechados o descartados por el consumidor al final de su vida útil y que están sujetos a planes de gestión de devolución de productos pos consumo, en un lugar acondicionado para tal fin, de manera segura y ambientalmente adecuada, a fin de facilitar su recolección y posterior manejo integral. El lugar donde se desarrolla esta actividad se denominará centro de acopio.
Almacenamiento	Es el depósito temporal de residuos o desechos peligrosos en un espacio físico definido y por un tiempo determinado con carácter previo a su aprovechamiento y/o valorización, tratamiento y/o disposición final.
Aprovechamiento y/o valorización	Es el proceso de recuperar el valor remanente o el poder calorífico de los materiales que componen los residuos o desechos peligrosos, por medio de la recuperación, el reciclado o la regeneración.
Aspecto Ambiental	Elementos de las actividades, productos o servicios de una organización que pueden interactuar con el medio ambiente. (NTC ISO 14001
Calidad del Agua	Se mide mediante índices que expresan numéricamente la carga contaminante y el estado de ciertos parámetros físicos, químicos y / o microbiológicos.
Calidad del Aire	Son los índices que expresan la relación entre la emisión de contaminantes atmosféricos y los fenómenos de eliminación atmosférica (dispersión, reacciones químicas en la troposfera).
Concentración	La cantidad relativa de una sustancia cuando se combina o se mezcla con otras sustancias. Las unidades que se utilizan corrientemente son: mg/m <sup>3</sup> (miligramos por metro cúbico) y ppm (partes por millón).
Contaminación atmosférica	Es el fenómeno de acumulación o de concentración de contaminantes en el aire.
Desactivación	Es el método, técnica o proceso utilizado para transformar los residuos hospitalarios y similares peligrosos, inertizarlos, si es el caso, de manera que se puedan transportar y almacenar, de forma previa a la incineración o envío al relleno sanitario, todo ello con el objeto de minimizar el impacto ambiental y en relación con la salud. En todo caso, la desactivación debe asegurar los estándares de desinfección exigidos por los Ministerios del Medio Ambiente y Salud La desactivación dentro de las áreas o ambientes internos del servicio de salud, debe ser ejecutada por el generador; la desactivación fuera de las áreas internas del servicio de salud y dentro de la institución, podrá ser ejecutada por particulares y en todo caso dentro de las instalaciones del generador (Decreto 2676 del 2000).
Disposición final	Es el proceso de aislar y confinar los residuos o desechos peligrosos, en especial los no aprovechables, en lugares especialmente seleccionados, diseñados y debidamente autorizados, para evitar la contaminación y los daños o riesgos a la

salud humana y al ambiente.

Etiqueta	Información impresa que advierte sobre un riesgo de una mercancía peligrosa, por medio de colores o símbolos, la cual debe medir por lo menos 10 cm. x 10 cm., salvo en caso de bultos, que debido a su tamaño solo puedan llevar etiquetas más pequeñas, se ubica sobre los diferentes empaques o embalajes de las mercancías.
Evaluación de Impacto Ambiental	es una actividad cuyo propósito es identificar y pronosticar el impacto en el ambiente geofísico y en la salud y bienestar humanos, de las propuestas legislativas, las políticas, los programas, los proyectos y los procedimientos operativos, e interpretar y comunicar información acerca de los impactos (Prentice, 1999)
Generador	Cualquier persona cuya actividad produzca residuos o desechos peligrosos. Si la persona es desconocida será la persona que está en posesión de estos residuos. El fabricante o importador de un producto o sustancia química con propiedad peligrosa, para los efectos del presente decreto se equipara a un generador, en cuanto a la responsabilidad por el manejo de los embalajes y residuos del producto o sustancia.
Hoja de seguridad	Documento que describe los riesgos de un material peligroso y suministra información sobre cómo se puede manipular, usar y almacenar el material con seguridad, para su elaboración se tiene en cuenta lo estipulado en la Norma Técnica Colombiana NTC 4435
Impacto Ambiental	Cualquier cambio en el medio ambiente sea adverso o benéfico, total o parcial, como resultado de las actividades, productos o servicios de una organización. (NTC ISO 14001)
Medio Ambiente	Entorno en el que opera una Organización que incluye aire, agua, suelo, recursos naturales, flora, fauna, seres humanos y su interrelación. (NTC ISO 14001)
Metales pesados	Son cualquier objeto, elemento o restos de éstos en desuso, contaminados o que contengan metales pesados como: Plomo, Cromo, Cadmio, Antimonio, Bario, Níquel, Estaño, Vanadio, Zinc, Mercurio.
Plan de contingencia	Programa de tipo predictivo, preventivo y reactivo con una estructura estratégica, operativa e informática desarrollado por la empresa, industria o algún actor de la cadena del transporte, para el control de una emergencia que se produzca durante el manejo, transporte y almacenamiento de mercancías peligrosas, con el propósito de mitigar las consecuencias y reducir los riesgos de empeoramiento de la situación y acciones inapropiadas, así como para regresar a la normalidad con el mínimo de consecuencias negativas para la población y el medio ambiente.

Reactivos	Son aquellos que por sí solos y en condiciones normales, al mezclarse o al entrar en contacto con otros elementos, compuestos, sustancias o residuos, generan gases, vapores, humos tóxicos, explosión o reaccionan térmicamente, colocando en riesgo la salud humana o el medio ambiente.
Residuo o desechos	“Es cualquier objeto, material, sustancia, elemento o producto que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, cuyo generador descarta, rechaza o entrega porque sus propiedades no permiten usarlo nuevamente en la actividad que lo generó o porque la legislación o normatividad vigente así lo estipula”.
Residuos	Sustancia o elemento en estado sólido, semisólido o líquido, generado por las actividades y que carecen de valor (al interior de la empresa).
Residuos biodegradables	Son aquellos restos químicos o naturales que se descomponen fácilmente en el ambiente. En estos restos se encuentran los vegetales, residuos alimenticios, papeles no aptos para reciclaje, jabones y detergentes biodegradables, madera y otros residuos que puedan ser transformados fácilmente en materia orgánica
Residuos Inertes	Son aquellos que no permiten su descomposición, ni su transformación en materia prima y su degradación natural requiere de grandes períodos de tiempo. Entre éstos se encuentran: icopor, papel carbón y los plásticos
Residuos Ordinarios o comunes	Son aquellos generados en el desempeño normal de las actividades. Estos restos se producen en oficinas, pasillos, áreas comunes, cafeterías y en general en todos los sitios del establecimiento del generador.
Residuos químicos	Son los restos de sustancias químicas y sus empaques ó cualquier otro residuo contaminado con éstos, los cuales, dependiendo de su concentración y tiempo de exposición pueden causar la muerte, lesiones graves o efectos adversos a la salud y al medio ambiente.
Residuos reciclables	Son aquellos que no se descomponen fácilmente y pueden volver a ser utilizados en procesos productivos como materia prima. Entre éstos se encuentran: papel, plástico, chatarra, telas y radiografías.

#### **e. CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS**

Los residuos se clasifican de acuerdo a su peligrosidad en:

##### **a. Residuos no peligrosos.**

Son aquellos producidos por el generador en desarrollo de su actividad, que no presentan ninguna de las características de peligrosidad establecidas en la normativa vigente.

**b. Residuos o desechos peligrosos con riesgo biológico o infeccioso.**

Un residuo o desecho con riesgo biológico o infeccioso se considera peligroso, cuando contiene agentes patógenos como microorganismos y otros agentes con suficiente virulencia y concentración como para causar enfermedades en los seres humanos o en los animales. Otros residuos o desechos peligrosos los que presenten características de corrosividad, explosividad, reactividad, toxicidad e inflamabilidad.

**c. Residuos o desechos radiactivos.**

Se entiende por residuo o desecho radiactivo aquellos que contienen radionucleidos en concentraciones o con actividades mayores que los niveles de dispensa establecidos por la autoridad reguladora o que están contaminados con ellos.

En Ilustración 21, se detalla la clasificación de los residuos descritos en el decreto 351 de 2014.



Ilustración 21. Clasificación de los residuos.

Fuente: (DECRETO 351 DE 2014. Por el cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en la atención en salud y otras actividades. , 2014)

**f. CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS**

Los residuos peligrosos en Colombia se han clasificado en infecciosos o de riesgo biológico y residuos químicos Ilustración 22, se visualiza esta clasificación:



Ilustración 22. Clasificación de Residuos Peligrosos

Fuente: (DECRETO 351 DE 2014. Por el cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en la atención en salud y otras actividades. , 2014)

### a. Los residuos infecciosos o de Riesgo biológico

Se definen en cuatro grupos, así:

- **Biosanitarios.** Son todos aquellos elementos o instrumentos utilizados y descartados durante la ejecución de las actividades que tienen contacto con fluidos corporales de alto riesgo, tales como: gasas, apósitos, aplicadores, algodones, drenes, vendajes, mechas, guantes, bolsas para transfusiones sanguíneas, catéteres, sondas, sistemas cerrados y abiertos de drenajes, medios de cultivo o cualquier otro elemento desechable que la tecnología médica introduzca.
- **Anatomopatológicos.** Son aquellos residuos como partes del cuerpo, muestras de órganos, tejidos o líquidos humanos, generados con ocasión de la realización de necropsias, procedimientos médicos, remoción quirúrgica, análisis de patología, toma de biopsias o como resultado de la obtención de muestras biológicas para análisis químico, microbiológico, citológico o histológico.
- **Cortopunzantes.** Son aquellos que por sus características punzantes o cortantes pueden ocasionar un accidente, entre estos se encuentran: limas, lancetas, cuchillas, agujas, restos de ampollitas, pipetas, hojas de bisturí, vidrio o material de laboratorio como tubos capilares, de ensayo, tubos para toma de muestra, láminas portaobjetos y laminillas cubreobjetos, aplicadores, citocepillos, cristalería entera o rota, entre otros.
- **De animales.** Son aquellos residuos provenientes de animales de experimentación, inoculados con microorganismos patógenos o de animales portadores de enfermedades infectocontagiosas. Se incluyen en esta categoría los decomisos no aprovechables generados en las plantas de beneficio. (DECRETO 351 DE 2014. Por el cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en la atención en salud y otras actividades. , 2014)

De otro lado, en Colombia la base para la clasificación de residuos en los establecimientos generadores de residuos peligrosos, se realiza según el decreto 4741 de 2005, “*por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral*”. En este se clasifican los residuos peligrosos:

**b. Según el procesos o actividad**

- ✓ Y1 Desechos clínicos resultantes de la atención médica prestada en hospitales, centros médicos y clínicas.
- ✓ Y2 Desechos resultantes de la producción y preparación de productos farmacéuticos.
- ✓ Y3 Desechos de medicamentos y productos farmacéuticos.
- ✓ Y4 Desechos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de biocidas y productos Fito farmacéuticos.
- ✓ Y5 Desechos resultantes de la fabricación, preparación y utilización de productos químicos para la preservación de la madera.
- ✓ Y6 Desechos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de disolventes orgánicos.
- ✓ Y7 Desechos que contengan cianuros, resultantes del tratamiento térmico y las operaciones de temple.
- ✓ Y8 Desechos de aceites minerales no aptos para el uso a que estaban destinados.
- ✓ Y9 Mezclas y emulsiones de desechos de aceite y agua o de hidrocarburos y agua.
- ✓ Y10 Sustancias y artículos de desecho que contengan, o estén contaminados por, bifenilos policlorados (PCB), terfenilos policlorados (PCT) o bifenilos polibromados (PBB).
- ✓ Y11 Residuos alquitranados resultantes de la refinación, destilación o cualquier otro tratamiento pirolítico.
- ✓ Y12 Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices.
- ✓ Y13 Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de resinas, látex, plastificantes o colas y adhesivos.
- ✓ Y14 Sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación y el desarrollo o de las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan.
- ✓ Y15 Desechos de carácter explosivo que no esté sometidos a una legislación diferente.
- ✓ Y16 Desechos resultantes de la producción; preparación y utilización de productos químicos y materiales para fines fotográficos.
- ✓ Y17 Desechos resultantes del tratamiento de superficie de metales y plásticos.
- ✓ Y18 Residuos resultantes de las operaciones de eliminación de desechos industriales.
- ✓ Desechos que tengan como constituyentes:
  - ✓ Y19 Metales carbonilos.
  - ✓ Y20 Berilio, compuestos de berilio
  - ✓ Y21 Compuestos de cromo hexavalente.
  - ✓ Y22 Compuestos de cobre.
  - ✓ Y23 Compuestos de zinc.

- ✓ Y24 Arsénico, compuestos de arsénico.
- ✓ Y25 Selenio, compuestos de selenio.
- ✓ Y26 Cadmio, compuestos de cadmio.
- ✓ Y27 Antimonio, compuestos de antimonio.
- ✓ Y28 Telurio, compuestos de telurio.
- ✓ Y29 Mercurio, compuestos de mercurio.
- ✓ Y30 Talio, compuestos de talio.
- ✓ Y31 Plomo, compuestos de plomo.
- ✓ Y32 Compuestos inorgánicos de flúor, con exclusión del fluoruro cálcico
- ✓ Y33 Cianuros inorgánicos.
- ✓ Y34 Soluciones ácidas o ácidos en forma sólida.
- ✓ Y35 Soluciones básicas o bases en forma sólida.
- ✓ Y36 Asbesto (polvo y fibras).
- ✓ Y37 Compuestos orgánicos de fósforo.
- ✓ Y38 Cianuros orgánicos.
- ✓ Y39 Fenoles, compuestos fenólicos, con inclusión de clorofenoles.
- ✓ Y40 Éteres.
- ✓ Y41 Solventes orgánicos halogenados.
- ✓ Y42 Disolventes orgánicos, con exclusión de disolventes halogenados.
- ✓ Y43 Cualquier sustancia del grupo de los dibenzofuranos policlorados.
- ✓ Y44 Cualquier sustancia del grupo de las dibenzoparadioxinas policloradas.
- ✓ Y45 Compuestos organohalogenados, que no sean las sustancias mencionadas en el presente anexo (por ejemplo, Y39, Y41, Y42, Y43, Y44).

**c. Por corriente de residuo (Ley 253 de 1996 lista B)**

- ✓ A1 Desechos metálicos o que contengan metales
- ✓ A2 Desechos que contengan principalmente constituyentes inorgánicos, que puedan contener metales o materia orgánica
- ✓ A3 Desechos que contengan principalmente constituyentes orgánicos, que puedan contener metales y materia inorgánica
- ✓ A4 Desechos que pueden contener constituyentes inorgánicos u orgánicos

**d. Según la característica de peligrosidad**

- ✓ Corrosivo
- ✓ Reactivo
- ✓ Explosivo
- ✓ Inflamable
- ✓ Infeccioso
- ✓ Radiactivo
- ✓ Tóxico.

En Colombia no hay una clasificación de los residuos de acuerdo a su peligrosidad como lo propone Argentina en la Buenos Aires (art 21, decreto 2020). Esta clasificación es:

Baja Peligrosidad: Y2, Y3, Y16, Y18, Y 34, Y35

Mediana Peligrosidad: Y7, Y8, Y 9, Y10, Y12, Y13, Y19, Y20, Y22, Y23, Y25, Y28 Y 30, Y31, Y37, Y39, Y40.

Alta Peligrosidad: Y4, Y5, Y 6, Y11, Y14, Y15, Y17, Y21, Y24, Y26, Y29, Y 33, Y36, Y37, Y38, Y41, Y42, Y43, Y44, Y45.

La referencia internacional para la clasificación, manejo y eliminación de los residuos en las Universidades es el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo de España, la guía que expresan los documentos de notas técnicas de prevención, como son:

- NTP 359: Seguridad en el laboratorio: gestión de residuos tóxicos y peligrosos en pequeñas cantidades
- NTP 276: Eliminación de residuos en el laboratorio: procedimientos generales
- NTP 480: La gestión de los residuos peligrosos en los laboratorios universitarios y de investigación

El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España, ha propuesto para la segregación de los residuos generados en los laboratorios de las Universidades siete grupos que se identifican en la tabla

Tabla 37 NTP 480: La gestión de los residuos peligrosos en los laboratorios universitarios y de investigación

<b>Grupo I: Disolventes halogenados.</b>	<p>Se entiende por tales, los productos líquidos orgánicos que contienen más del 2% de algún halógeno.  <b>Se trata de productos muy tóxicos e irritantes y, en algún caso, cancerígenos.</b>  <b>Se incluyen en este grupo las mezclas de disolventes halogenados y no halogenados, siempre que el contenido en halógenos de la mezcla sea superior al 2%.</b>  <b>Ejemplos: Cloruro de metileno, bromoformo, etc.</b></p>
<b>Grupo II: Disolventes no halogenados.</b>	<p>Se clasifican aquí los líquidos orgánicos inflamables que contengan menos de un 2% en halógenos.  Son productos inflamables y tóxicos y, entre ellos, se pueden citar los alcoholes, aldehídos, amidas, cetonas, ésteres, glicoles, hidrocarburos alifáticos, hidrocarburos aromáticos y nitrilos.  Es importante, dentro de este grupo, evitar mezclas de disolventes que sean inmiscibles ya que la aparición de fases diferentes dificulta el tratamiento posterior.</p>
<b>Grupo III: Disoluciones acuosas.</b>	<p>Este grupo corresponde a las soluciones acuosas de productos orgánicos e inorgánicos.  Se trata de un grupo muy amplio donde es necesario establecer divisiones y subdivisiones, para evitar reacciones de incompatibilidad, o por requerimiento de su tratamiento posterior:  <b>Soluciones acuosas inorgánicas:</b>  i) Soluciones acuosas básicas: Hidróxido sódico, hidróxido potásico.  ii) Soluciones acuosas de metales pesados: Níquel, plata, cadmio, selenio, fijadores.  iii) Soluciones acuosas de cromo VI.  iv) Otras soluciones acuosas inorgánicas: Reveladores, sulfatos, fosfatos, cloruros.</p>

	<p><b>Soluciones acuosas orgánicas o de alta DQO:</b></p> <p>i) Soluciones acuosas de colorantes.</p> <p>ii) Soluciones de fijadores orgánicos: Formol, fenol, glutaraldehído.</p> <p>iii) Mezclas agua/disolvente: Eluyentes de cromatografía, metanol/agua.</p>
<b>Grupo IV: Ácidos.</b>	<p>Corresponden a este grupo los ácidos inorgánicos y sus soluciones acuosas concentradas (más del 10% en volumen). Debe tenerse en cuenta que su mezcla, en función de la composición y la concentración, puede producir alguna reacción química peligrosa con desprendimiento de gases tóxicos e incremento de temperatura. Para evitar este riesgo, antes de hacer mezclas de ácidos concentrados en un mismo envase, debe realizarse una prueba con pequeñas cantidades y, si no se observa reacción alguna, llevar a cabo la mezcla. En caso contrario, los ácidos se recogerán por separado (por ejemplo: ácido nítrico con ácido clorhídrico concentrado).</p>
<b>Grupo V: Aceites.</b>	<p>Este grupo corresponde a los aceites minerales derivados de operaciones de mantenimiento y, en su caso, de baños calefactores.</p>
<b>Grupo VI: Sólidos.</b>	<p>Se clasifican en este grupo los productos químicos en estado sólido de naturaleza orgánica e inorgánica y el material desechable contaminado con productos químicos. No pertenecen al mismo los reactivos puros obsoletos en estado sólido (grupo VII). Se establecen los siguientes subgrupos de clasificación:</p> <p><b>Sólidos orgánicos:</b> Productos químicos orgánicos o contaminados con productos químicos orgánicos como, por ejemplo, carbón activo o gel de sílice impregnados con disolventes orgánicos.</p> <p><b>Sólidos inorgánicos:</b> Productos químicos de naturaleza inorgánica. Por ejemplo, sales de metales pesados.</p> <p><b>Material desechable contaminado:</b> Material contaminado con productos químicos. Se pueden establecer subgrupos de clasificación, por la naturaleza del material y la naturaleza del contaminante y teniendo en cuenta los requisitos marcados por el gestor autorizado.</p>

<b>Grupo VII: Especiales.</b>	<p>A este grupo pertenecen los productos químicos, sólidos o líquidos, que, por su elevada peligrosidad, no deben ser incluidos en ninguno de los otros, así como los reactivos puros obsoletos o caducados. Estos productos no deben mezclarse entre sí ni con residuos de los otros grupos. Ejemplos:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Comburentes (peróxidos).</li> <li>2) Compuestos pirofóricos (magnesio metálico en polvo).</li> <li>3) Compuestos muy reactivos [ácidos fumantes, cloruros de ácido (cloruro de acetilo), metales alcalinos (sodio, potasio), hidruros (borohidruro sódico, hidruro de litio), compuestos con halógenos activos (bromuro de benzilo), compuestos polimerizables (isocianatos, epóxidos), compuestos peroxidables (éteres), restos de reacción, productos no etiquetados].</li> <li>4) Compuestos muy tóxicos (tetraóxido de osmio, mezcla crómica, cianuros, sulfuros, etc.).</li> <li>5) Compuestos no identificados</li> </ol>
-------------------------------	---

Fuente: (Clavero Subías , y otros, 1998)

La clasificación de los RESPEL ha sido trabajada por la Comunidad Europea (CE), en el Catalogo Europeo de residuos. Donde armoniza y examina 850 Tipos de residuos entre los cuales 400 son clasificados como peligrosos. Otro organismo que clasifica es la Agencia de protección ambiental de Estados Unidos (EPA), donde no importar la concentración de los constituyentes peligrosos que posean.

En Colombia, el Politécnico Jaime Isaza Cadavid, ha realizado varias investigaciones en recuperación, tratamiento y eliminación de residuos químicos líquidos y sólidos generados en los laboratorios de docencia. En estos estudios se propone la clasificación de los tipos de residuos producidos en los laboratorios, Tabla 38

Tabla 38. Clasificación de los tipos de residuos producidos en los laboratorios

<b>Tipo de residuo</b>	<b>Composición</b>
<b>Sólidos especiales I</b>	Papeles de filtro, tiras indicadoras, papeles cromatográficos, guantes, tapabocas, papel adsorbente y empaques contaminados.
<b>Sólidos especiales II</b>	Capilares, jeringas, material de vidrio quebrado, placas cromatografías y pipetas Pasteur.
<b>Sólidos orgánicos</b>	Sacarosa y ácido cítrico.
<b>Sólidos inorgánicos</b>	Bicarbonato de sodio, dióxido de manganeso, azufre, yoduro de potasio, cloruro de sodio y ceniza de residuos inorgánicos.
<b>Disoluciones ácidas</b>	Ácido clorhídrico, sulfúrico, fosfórico, acético y nítrico.
<b>Disoluciones básicas</b>	Hidróxido de sodio, potasio, magnesio y amonio
<b>Disoluciones salinas acuosas</b>	Cloruro de sodio, yoduro de potasio, cloruro de amonio, nitrato de potasio, nitrato de calcio, nitrato de estroncio, nitrato de sodio, nitrato de bario, permanganato de potasio, tiosulfato de sodio, sulfito de sodio, oxalato de amonio, molibdato de amonio, cloruro de potasio, clorato de potasio, cloruro de bario, ferrocianuro de potasio.
<b>Disoluciones de metales pesados</b>	Acetato de plomo, nitrato de plomo, sulfato de cobre, sulfato de zinc, sulfato de plomo.

<b>Solventes orgánicos halogenados</b>	Diclorometano y tetracloruro de carbono.
<b>Solventes orgánicos no halogenados</b>	Etolanol, acetona, éter de petróleo, éter etílico, ciclohexano, hexano, tolueno
<b>Soluciones orgánicas</b>	Solventes y sustancias orgánicas mezcladas con agua.

Fuente: Modificado

### Protocolos para caracterización Físicoquímica de Residuos o desechos peligrosos en Colombia.

Los protocolos de muestreo y análisis de laboratorio para la caracterización físicoquímica de los residuos o desechos peligrosos en el país, se rigen por facultad que Ley 99 de 1993, Decreto 1277 de 1994, Decreto 1600 de 1994, Decreto 291 de 2004 y Decreto 4741 de 2005, el confiere al Instituto De Hidrología, Meteorología Y Estudios Ambientales – IDEAM. Mediante la Resolución No. 0062 de marzo de 2007. En la Tabla 39. Se presentan las características del residuo y el protocolo para la caracterización físicoquímica del desecho.

Tabla 39. Caracterización Físicoquímica de Desechos Peligrosos.

<b>Protocolo metodológico</b>	<b>Pruebas</b>
<b>Corrosividad</b>	1. Método de prueba medición electrométrica de pH
	2. Determinación reserva ácido/álcali
	3. método de prueba corrosión al acero
	4 diagrama metodológico determinación característica de corrosividad
<b>Explosividad</b>	1. Prueba para determinar la propagación de la detonación -prueba de excitación con barrera interpuesta
	2. Prueba de sensibilidad ante condiciones de calor intenso - prueba Koenen
	3. Prueba para determinar el efecto de la inflamación en espacio limitado - prueba de tiempo/presión
	4. Prueba para determinar el efecto de la inflamación en espacio limitado - prueba de inflamación interior
	5. Sensibilidad a estímulos mecánicos - choque y fricción
	6. Diagrama metodológico determinación característica de explosividad
<b>Inflamabilidad</b>	1. Inflamabilidad de líquidos

	2. Inflamabilidad de sólidos
	3. Inflamabilidad de gases
	4. Diagrama metodológico determinación característica de inflamabilidad
<b>Reactividad</b>	1. Prueba para sólidos que pueden experimentar combustión espontánea
	2. Prueba para líquidos que pueden experimentar combustión espontánea
	3. Prueba para sólidos que pueden experimentar calentamiento espontáneo
	4. Prueba para sustancias que en contacto con agua desprenden gases inflamables
	5. Prueba para sustancias sólidas comburentes
	6. Diagrama metodológico determinación característica de reactividad
<b>Toxicidad</b>	1. Procedimiento de lixiviación para la característica de toxicidad - TCLP
	2. Procedimiento de lixiviación de precipitación sintética - SPLP
	3. Toxicidad aguda para Daphnia
	4. Ensayo de inhibición de algas
	5. Diagrama metodológico determinación característica de toxicidad

Fuente: (Instituto De Hidrología, Meteorología Y Estudios Ambientales – IDEAM., 2007)

### Clasificación de los Reactivos Químicos.

Es indispensable conocer y difundir lo que una sustancia química pueda ocasionar a un organismo vivo en menor o mayor daño. Una sustancia química puede adquirir el nombre de **Peligrosa** cuando produce efectos adversos al ser humano, a los bienes materiales o al medio ambiente. (Bertini L. , 2009)

Desde el año 60 se han desarrollado diferentes métodos de clasificación, rotulado, colores, pictogramas. Encontrándose en la actualidad diversidad de modelos, mezclas o híbridos de estos, con objetivos particulares para dar respuesta a las normativas en cada país.

La clasificación, rotulación, transporte, emergencias con sustancias químicas esta soportada en los trabajos realizados por diferentes entidades que se listan a continuación:

- Unión Europea (UE)
- National Fire Protection Association (NFPA)
- Hazardous Materials Identification Systems (HMIS)
- Workplace Hazardous Materials Identification System (WHMIS)

- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente por el desarrollo (UNEP), con el Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Sustancias Químicas(SGA).
- Sistema de Identificación de Peligros SAF-T-DATA

El objetivo de cualquier sistema es comunicar el peligro de la sustancia para proteger la vida, la propiedad y el medio ambiente.

Actualmente Colombia debe de ajustar los procesos donde se manejen sustancias químicas al Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Sustancias Químicas que es actualmente divulgado por ARL SURA- CISTEMA (ARL SURA- CISTEMA, 2014), este sistema inicia el proceso desde el año 1992, y es publicado en su 5 revisión a finales del año 2013. El objeto de este documento es proporcionar una guía para transmitir la información mediante etiquetas y fichas de seguridad de los productos químicos,...“*dada la gran cantidad de productos químicos, ninguna entidad puede reglamentarlos por si sola*”... Es por esta situación que se encuentra variedad de sistemas de etiquetado y clasificación según la normativa de cada país. Con el SGA los laboratorios tienen una base para realizar la identificación y tomar las medidas de seguridad requeridas en el plano local.

El laboratorio de la Universidad la Gran Colombia tiene clasificados sus 354 reactivos por el sistema SAFE-T-DATA, de J.T BEKER, este método de colores permite almacenar las sustancias químicas de acuerdo a la reactividad, lo que permite separar los productos con incompatibilidades específicas dentro de cada color. En la Tabla 40. se resume el sistema:

Tabla 40. Clasificación de reactivos según SAFE-T-DATA

<b>Color</b>	<b>Reactividad</b>	<b>Almacenamiento</b>
Azul	Tóxicos	Almacenar en área segura para Tóxicos
Rojo	Inflamables	Almacenar en área especial para sustancias Inflamables
Amarillo	Reactivos	Almacenar aislado y lejos de materiales combustible o inflamables
Blanco	Corrosivos	Almacene en área especial anticorrosiva
Verde	Moderado-Antes naranja	Riesgo moderado
Con franjas		Almacena individualmente, incompatible con la del color de su clase.

#### **g. PREVENCIÓN Y MINIMIZACIÓN**

Los laboratorios de Docencia de la Universidad la Gran Colombia Armenia, se clasifican según el (Ministerio de Ambiente, vivienda y Desarrollo Territorial MAVDT Decreto 4741, 2005) artículo 28, como pequeño generado dado que las acciones realizadas en las practicas académicas no generan una cantidad igual o mayor a 10.0 kg/mes y menor a 100.0 kg/mes calendario, es por ello que se debe generar acciones que permitan prevenir la generación y reducción en la fuente, para así minimizar la cantidad y peligrosidad de los residuos peligrosos.

**a. Objetivos**

Identificar y clasificar los residuos generados en las prácticas académicas.  
Reducir el uso de reactivos químicos en las prácticas de docencia que conlleven a la generación de residuos peligrosos.

**b. Meta**

Reducir la generación de residuos peligrosos en un 5% por periodo académico.

**c. Identificación de RESPEL en las prácticas Académicas**

**i. Histórico de la prácticas que generan residuos peligrosos en los laboratorios de la facultad.**

Los laboratorios de docencia de la Facultad de Ingeniería están ubicados desde el año 2010, en la vereda Murillo kilómetro 7 vía la tebaida. El servicio de los laboratorios se brinda a los programas de ingeniería agroindustrial e ingeniería geográfica y ambiental.

De acuerdo a los perfiles de los docentes y el interés en las prácticas académicas e investigativas, el número de prácticas varía año a año, como se visualiza en la Ilustración 23

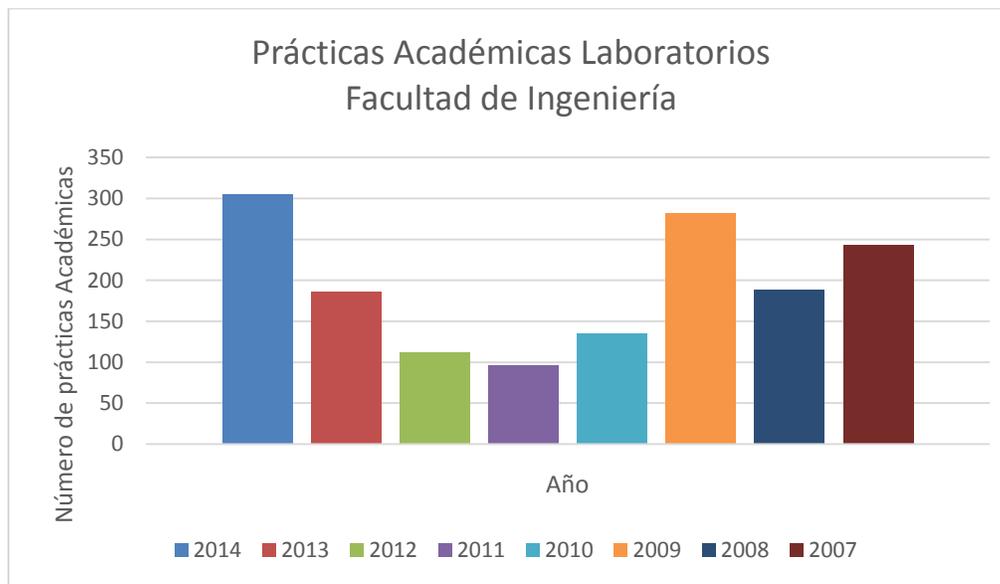


Ilustración 23. Histórico de prácticas académicas laboratorios.

Fuente: La autora, 2014

El aumento en las prácticas académicas es significativo para el año 2014, ya que el aumento es de 50 practicas promedio, con relación a los siete años anteriores. Considerando que la población estudiantil aumenta y el interés de docentes y estudiantes por desarrollar práctica académicas aumenta. Se realiza este plan dónde se tome conciencia de los residuos generados y alternativas de minimización y prevención.

## ii. Mapa de sitio dónde se generan

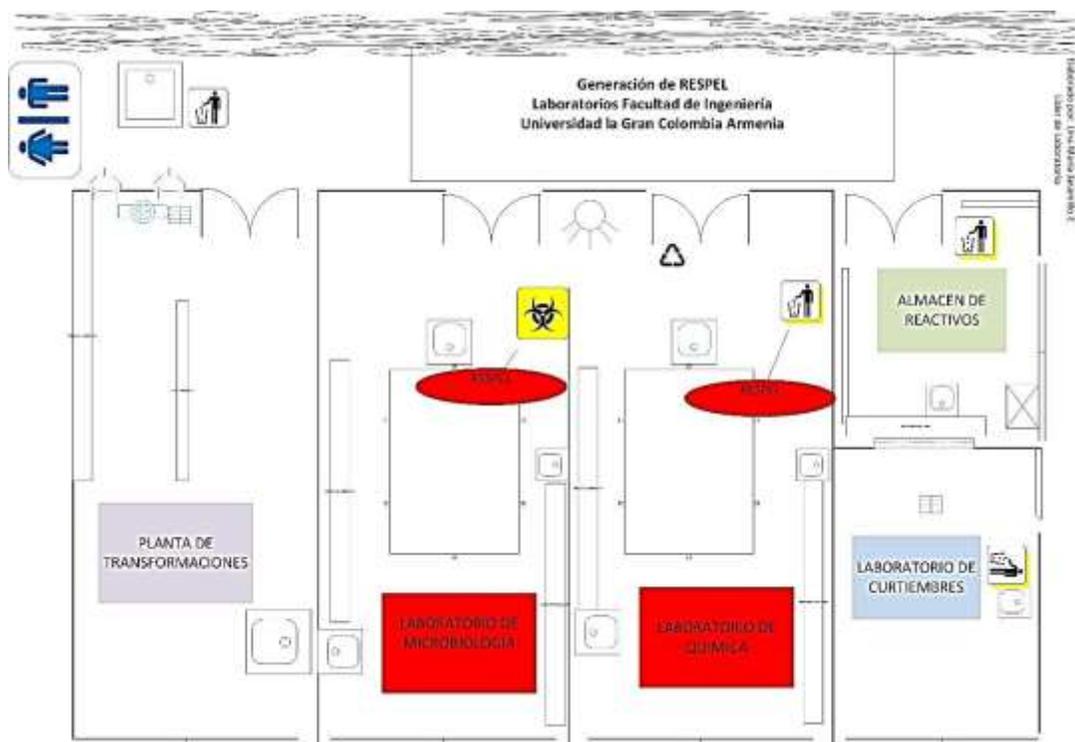


Ilustración 24. Zonas de Generación de RESPEL

Fuente: La autora, 2014

Los sitios de generación de RESPEL son el laboratorio de microbiología y el laboratorio de Química, en estos espacios se realizan las prácticas de Química general, Orgánica, Bioquímica, análisis de alimentos, postproducción, Microbiología y fundamentos de biología. En estos espacios se recolectan los residuos que posteriormente son trasladados al sitio de almacenamiento.

Estos espacios físicos, tiene capacidad para 20 estudiantes en promedio y las prácticas se realizan en grupos, con la finalidad de optimizar los recursos y minimizar la generación de residuos.

## iii. Practicas Académicas

En los espacios físicos se desarrollan al semestre un promedio de 68 prácticas diferentes, en las diversas asignaturas de los planes de estudio. En Tabla 41. Se describen las

asignaturas y las prácticas realizadas.

Tabla 41. Prácticas desarrolladas en los laboratorios de docencia.

<b>Curso</b>	<b>Prácticas de Laboratorio</b>
<b>Química General</b>	Reconocimiento de material de laboratorio y normas de seguridad
	Densidad de sólidos y líquidos
	Calibración de material volumétrico - Manejo de balanza
	Determinación de sólidos y líquidos
	Determinación de Humedad y materia seca
	Determinación de cenizas
	Métodos de separación de mezclas
	Establecimiento de una ecuación química
	Preparación de soluciones Sólido -Líquido y Líquido -Líquido
	Reacciones REDOX
	Neutralización Ácidos y Bases
<b>Química Orgánica</b>	Seguridad en los laboratorios y manejo de sustancias orgánicas
	PUNTO DE FUSIÓN Y PUNTO DE EBULLICIÓN
	Análisis elemental cualitativo de compuestos orgánicos
	Análisis orgánico funcional cualitativo con base en clasificación de solventes
	Preparación de ésteres
	Equivalente de neutralización de un ácido carboxílico
	Obtención de alcohol etílico por fermentación y purificación por destilación simple
	El polarímetro determinación cualitativa y cuantitativa de sustancias ópticamente activas
	Extracción de carbohidratos
	Reacción de caracterización de proteínas
	Caracterización de carbohidratos
Extracción de aceite comestible por medio de solventes	
<b>Bioquímica</b>	Asilamiento de caseína
	Producción de etanol y pirúvico al fermentarse la glucosa
	cromatografía de pigmentos vegetales
	Extracción de gluten y separación de albuminas
	Desnaturalización de proteína
	Extracción de antocianinas y demostración de poder indicador
<b>Análisis de</b>	Determinación de grado alcohólico

<b>alimentos</b>	Estandarización de soluciones
	Determinación de Cenizas
	Determinación de cloruros
	Determinación de Humedad y materia seca
	Determinación de Vitamina C
	Determinación azúcares disponibles -método de ácido 2,3 Dinitrosalisílico
	Determinación de proteína Bradford.
	Determinación de proteína método Kjeldahl
	Determinación de fibra bruta
	Azúcares Totales: ANTRONA
	Fósforo en pastas
	Análisis de grasa
<b>Postproducción</b>	Ensayo o test de yodo (yodo)
	Medición de la consistencia
	Medición de la Acidez y pH
	Medición de los sólidos solubles totales
	Medición de la intensidad respiratoria en frutas y hortalizas
	Medición de la transpiración en frutas y hortalizas
	Fuentes de generación de etileno para maduración de frutas y hortalizas
	Aplicación de normas de clasificación
	Encerado y parafinado de frutas y tubérculos
<b>Biología Fundamental</b>	Biología de membranas
	Identificación de biomoléculas
	tinción de tejidos
	Identificación macro y microscópica de tejidos
	Microscopia básica
<b>Microbiología</b>	Preparación de medios de cultivo
	Recuento de mesófilos aerobios viales
	Recuento de mesofilos termófilos
	Recuento de microorganismos psicotrópico
	Recuento de hongos y levaduras
	Coliformes totales
	Coliformes fecales
	Pruebas para equipos superficies y empaques
	Recuento en placa
	Análisis de aire
	Pruebas bioquímicas
	Proyectos investigación

Fuente: La Autora, 2014.

Dada la diversidad de prácticas realizadas y las repeticiones de las mismas, desde el año 2010 se han almacenado los residuos generados. Con la finalidad de no generar ningún impacto ambiental, no son desechados a las cañerías.

#### iv. Identificación y clasificación

Las acciones realizadas son la separación de residuos por cada práctica, medición del volumen generado, identificación del aspecto físico, color y medición de pH. En la Tabla 42 Se visualizan 22 residuos generados desde el año 2010-2014.

Estos son identificados según el artículo 7 del (Ministerio de Ambiente, vivienda y Desarrollo Territorial MAVDT Decreto 4741, 2005), literal C. A través de la caracterización físico-química de los residuos o desechos generados, en este caso sólo es posible la toma de pH en las condiciones de los laboratorios académicos. Según Protocolos establecidos por el Instituto De Hidrología, Meteorología Y Estudios Ambientales – IDEAM., Resolución No. 0062 (30 de Marzo de 2007).

Tabla 42. Identificación de residuos generados desde el año 2010 al 2014.

No.	RESIDUO	VOLUMEN EN L	ASPECTO-FASES	COLOR	pH
1	Residuos De Hidróxido De Sodio de Hidróxido De Bario	1,5	Precipitado blanco	Rosado	9,5
2	Residuos De Ácido Clorhídrico Y Sulfúrico	4	Precipitado amarillo	Transparente	0,88
3	Residuos De Respiración Hidróxido de Bario Neutralizado Con Acido oxálico	3,75	Precipitado blanco	Amarillo	11,46
4	Residuos De Neutralizaciones	3,75	Precipitado blanco	Rosa claro	12,3
5	Residuos De Cloruro De Litio	0,05	Fase acuosa- gránulos de sal	Transparente	7,34
6	Desechos De Cromo Y Plomo (Estequiometria Química General)	0,5	Precipitado amarillo	Amarillo	3,48
7	Residuos De Ácido Sulfúrico	0,4	Frasco ámbar	Negro	0,18
8	Residuo Desconocidos	0,35	Frasco ámbar	Negro	0,03
9	Residuo Orgánicos Determinación De Azucares (Espectrofotómetro) Residuos DNS	3,5	Creció un hongo macroscópico en junio de 2014 Sólido precipitado	AMARILLO	0,59

10	Residuos Determinación De Azúcares Fehling A y B	3	Precipitado azul verdoso-sobrenadante azul	Azul-verde	0,53
11	Residuos de Proteína Biuret	2	Fase acuosa	Rosa	
12	Residuos de Proteína Bradforth	2	Fase acuosa	Rosa	
13	Residuos De Práctica Orgánica Identificación De Grupos Funcionales	0,15	Precipitado café	Café	5,7
14	Residuos De Vitamina C Espectrómetro	1	Una sola fase acuosa líquida	Amarillo	11,75
15	Residuos Lugol	0,02	Yodo sólido	Café oscuro	
16	Residuos Extracción Éter	0,025	Dos fases	Transparente	
17	Residuos De Titulación Fruta	0,6	Precipitado blanco	Amarillo	
18	Residuos de Metanol	0,015	Fase acuosa	Transparente	
19	Residuos de Dicromato de Potasio	0,25	Precipitado amarillo-sobrenadante amarillo papel filtro	Amarillo	
20	Residuos Biológicos (medios de Cultivo estériles y guantes)	* DF	Diferentes aspectos de acuerdo a la práctica	Varios	N.a
21	Residuos tinciones Microbiología (Tinción de Gram)	0,016	Rojo fase líquida- precipitado rojo-violeta	Rojo	
22	Residuos termómetros de mercurio	0,002	Mercurio líquido	Plateado	
Total residuos almacenados años 2010-2014		<b>26,878</b>			

\*DF: Se realiza disposición final con EMDEPSA

Fuente: La autora, 2014

Los residuos de mayor generación a un litro (l) o Kilogramos (kg) en los años 2010-2014 son los generados en las prácticas de Análisis de alimentos:

- Residuos De Vitamina C Espectrómetro
- Residuos de Proteína Bradforth
- Residuos de Proteína Biuret
- Residuos Determinación De Azúcares Fehling A y B
- Residuo Orgánicos Determinación De Azúcares (Espectrofotómetro) Residuos DNS.

Dado el volumen de generación de estos residuos son ellos los objetos de estudio de las prácticas académicas para el establecimiento de prácticas verdes.

Esta condición diagnóstica de los residuos generados en los últimos años, permiten realizar cuatro clasificaciones, que conlleven a identificar el mejor manejo integral de los residuos generados en pequeñas cantidades en los laboratorios, en el presente estudio de caso.

5. Con base a artículo 7 del (Ministerio de Ambiente, vivienda y Desarrollo Territorial MAVDT Decreto 4741, 2005), literal b, A través de las listas de residuos o desechos peligrosos contenidas en el Anexo I y II del decreto. Tabla 7
6. Clasificación de los residuos según su naturaleza propuesto por Metodología Usada en el Politécnico Jaime Isaza Cadavid (Mejía Sánchez & Ardila Arias, 2012). Tabla 8
7. Clasificación de los residuos según el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo de España, notas técnicas de prevención, NTP 480: La gestión de los residuos peligrosos en los laboratorios universitarios y de investigación. Tabla 9.
8. Clasificación de acuerdo a la peligrosidad según el decreto 2020 de 2007 Residuos peligrosos reglamentario de la ley 2214. Ciudad de Buenos Aries. Tabla 10.

Tabla 43. Clasificación de los residuos Químicos peligrosos generados en los laboratorios según Decreto 4741 de 2005.

No.	RESIDUO	Clasificación Decreto 4741 de 2005.
1	Residuos De Hidróxido De Sodio de Hidróxido De Bario	Y18 Residuos resultantes de las operaciones de eliminación de desechos industriales. Y35 Soluciones básicas o bases en forma sólida A4090 Desechos de soluciones ácidas o básicas, distintas de las especificadas en el apartado correspondiente de la lista B.
2	Residuos De Ácido Clorhídrico Y Sulfúrico	Y18 Residuos resultantes de las operaciones de eliminación de desechos industriales. Y34 Soluciones ácidas o ácidos en forma sólida. A4090 Desechos de soluciones ácidas o básicas, distintas de las especificadas en el apartado correspondiente de la lista B.
3	Residuos De Respiración Hidróxido de Bario Neutralizado Con Acido oxálico	A4090 Desechos de soluciones ácidas o básicas, distintas de las especificadas en el apartado correspondiente de la lista B.
4	Residuos De Neutralizaciones	A4090 Desechos de soluciones ácidas o básicas, distintas de las especificadas en el apartado correspondiente de la lista B.
5	Residuos De Cloruro De Litio	Y18 Residuos resultantes de las operaciones de eliminación de desechos industriales. B2040 Otros desperdicios que contengan principalmente constituyentes inorgánicos: Escorias de vidrio que contengan litio-tántalo y litio-niobio
6	Desechos De Cromo Y Plomo (Estequiometría Química General)	Y18 Residuos resultantes de las operaciones de eliminación de desechos industriales. Y31 Plomo, compuestos de plomo.

7	Residuos De Ácido Sulfúrico	Y14 Sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación y el desarrollo o de las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan.
8	Residuo Desconocidos	Y14 Sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación y el desarrollo o de las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan.
9	Residuo Orgánicos Determinación De Azúcares (Espectrofotómetro) Residuos DNS	Y14 Sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación y el desarrollo o de las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan. A4140 Desechos consistentes o que contienen productos químicos que no responden a las especificaciones o caducados (significa no utilizados durante el período recomendado por el fabricante.)correspondientes a las categorías del anexo I, y que muestran las características peligrosas del anexo III
10	Residuos Determinación De Azúcares Fehling A y B	Y18 Residuos resultantes de las operaciones de eliminación de desechos industriales. Y22 Compuestos de cobre. A4150 Sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación y el desarrollo o de las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan
11	Residuos de Proteína Biuret	A4140 Desechos consistentes o que contienen productos químicos que no responden a las especificaciones o caducados (significa no utilizados durante el período recomendado por el fabricante.)correspondientes a las categorías del anexo I, y que muestran las características peligrosas del anexo III A4150 Sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación y el desarrollo o de las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan
12	Residuos de Proteína Bradforth	A4140 Desechos consistentes o que contienen productos químicos que no responden a las especificaciones o caducados (significa no utilizados durante el período recomendado por el fabricante.)correspondientes a las categorías del anexo I, y que muestran las características peligrosas del anexo III A4150 Sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación y el desarrollo o de las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan

<b>13</b>	Residuos De Práctica Orgánica Identificación De Grupos Funcionales	Y6 Desechos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de disolventes orgánicos. Y41 Solventes orgánicos halogenados A3140 Desechos de disolventes orgánicos no halogenados pero con exclusión de los desechos especificados en la lista B A4150 Sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación y el desarrollo o de las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan
<b>14</b>	Residuos De Vitamina C Espectrómetro	Y14 Sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación y el desarrollo o de las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan. A4140 Desechos consistentes o que contienen productos químicos que no responden a las especificaciones o caducados (significa no utilizados durante el período recomendado por el fabricante.)correspondientes a las categorías del anexo I, y que muestran las características peligrosas del anexo III A4150 Sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación y el desarrollo o de las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan
<b>15</b>	Residuos Lugol	Y41 Solventes orgánicos halogenados A3150 Desechos de disolventes orgánicos halogenados
<b>16</b>	Residuos Extracción Eter	Y40 Éteres.
<b>17</b>	Residuos De Titulación Fruta	Residuo No peligroso
<b>18</b>	Residuos de Metanol	No hay reporte.
<b>19</b>	Residuos de Dicromato de Potasio	Y18 Residuos resultantes de las operaciones de eliminación de desechos industriales Y21 Compuestos de cromo hexavalente.
<b>20</b>	Residuos Biológicos (medios de Cultivo estériles y guantes)	Y1 Desechos clínicos resultantes de la atención médica prestada en hospitales, centros médicos y clínicas A4020 Desechos clínicos y afines; es decir, desechos resultantes de prácticas médicas, de enfermería, dentales, veterinarias o actividades similares, y desechos generados en hospitales u otras instalaciones durante actividades de investigación o el tratamiento de pacientes, o de proyectos de investigación.
<b>21</b>	Residuos tinciones Microbiología (Tinción de Gram)	Y12 Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices.
<b>22</b>	Residuos termómetros de mercurio	Y29 Mercurio, compuestos de mercurio

Fuente: La autora, 2014.

El 2% de los residuos, no es posible clasificarlos por esta metodología. Los residuos de

las titulaciones de frutas pueden ser vertidos a la cañería después de identificar su pH. Dado que son residuos orgánicos. Según la literatura y los envases del reactivo de metanol reporta su alta peligrosidad, pero los residuos generados en las practicas no están clasificado de acuerdo a los anexo I y II del decreto 4741/05.

Tabla 44. Clasificación de los residuos según su naturaleza propuesto por Metodología Usada en el Politécnico Jaime Isaza Cadavid (Mejía Sánchez & Ardila Arias, 2012)

No.	Residuo	Metodología Usada en Jaime Isaza Cadavid (Mejía Sánchez & Ardila Arias , 2012)
1	Residuos De Hidróxido De Sodio de Hidróxido De Bario	Disoluciones básicas
2	Residuos De Ácido Clorhídrico Y Sulfúrico	Disoluciones ácidas
3	Residuos De Respiración Hidróxido de Bario Neutralizado Con Acido oxálico	Disoluciones básicas
4	Residuos De Neutralizaciones	Disoluciones básicas
5	Residuos De Cloruro De Litio	Disoluciones salinas acuosas
6	Desechos De Cromo Y Plomo (Estequiometria Química General)	Disoluciones de metales pesados
7	Residuos De Ácido Sulfúrico	Disoluciones ácidas
8	Residuo Desconocidos	
9	Residuo Orgánicos Determinación De Azucars (Espectrofotómetro) Residuos DNS	
10	Residuos Determinación De Azucars Fehling A y B	Disoluciones de metales pesados
11	Residuos de Proteina Biuret	Disoluciones de metales pesados
12	Residuos de Proteina Bradforth	
13	Residuos De Práctica Orgánica Identificación De Grupos Funcionales	Soluciones Orgánicas
14	Residuos De Vitamina C Espectrómetro	
15	Residuos Lugol	
16	Residuos Extracción Eter	Solventes orgánicos no halogenados
17	Residuos De Titulación Fruta	Disoluciones ácidas
18	Residuos de Metanol	

19	Residuos de Dicromato de Potasio	Disoluciones de metales pesados
20	Residuos Biológicos (medios de Cultivo estériles y guantes)	
21	Residuos tinciones Microbiología (Tinción de Gram)	
22	Residuos termómetros de mercurio	

Fuente: La autora, 2014

La metodología propuesta para los reactivos que se manejan en el Politécnico Jaime Isaza Cadavid, no incluye los residuos de tinciones, metanol, mercurio, DNS y residuos biológicos, que equivalen a un 40% de los generados en la Universidad. El 60% puede ser clasificado y tratado de acuerdo a esta metodología.

Tabla 45. Clasificación de los residuos según el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo de España, notas técnicas de prevención, NTP 480: La gestión de los residuos peligrosos en los laboratorios universitarios y de investigación.

No.	Residuo	NTP 480: La gestión de los residuos peligrosos en los laboratorios universitarios y de investigación
1	Residuos De Hidróxido De Sodio de Hidróxido De Bario	Grupo III: Disoluciones acuosas.
2	Residuos De Ácido Clorhídrico Y Sulfúrico	Grupo IV: Ácidos.
3	Residuos De Respiración Hidróxido de Bario Neutralizado Con Acido oxálico	Grupo III: Disoluciones acuosas.
4	Residuos De Neutralizaciones	Grupo III: Disoluciones acuosas.
5	Residuos De Cloruro De Litio	Grupo III: Disoluciones acuosas.
6	Desechos De Cromo Y Plomo (Estequiometria Química General)	Grupo VII: Especiales.
7	Residuos De Ácido Sulfúrico	Grupo IV: Ácidos.
8	Residuo Desconocidos	Grupo VII: Especiales.
9	Residuo Orgánicos Determinación De Azucares (Espectrofotómetro) Residuos DNS	Grupo VII: Especiales.
10	Residuos Determinación De Azucares Fehling A y B	Grupo VII: Especiales.
11	Residuos de Proteína Biuret	Grupo VII: Especiales.

12	Residuos de Proteína Bradforth	Grupo VII: Especiales.
13	Residuos De Práctica Orgánica Identificación De Grupos Funcionales	Grupo VII: Especiales.
14	Residuos De Vitamina C Espectrómetro	Grupo VII: Especiales.
15	Residuos Lugol	Grupo VII: Especiales.
16	Residuos Extracción Éter	
17	Residuos De Titulación Fruta	
18	Residuos de Metanol	Grupo III: Disoluciones acuosas.
19	Residuos de Dicromato de Potasio	Grupo VII: Especiales.
20	Residuos Biológicos (medios de Cultivo estériles y guantes)	
21	Residuos tinciones Microbiología (Tinción de Gram)	Grupo III: Disoluciones acuosas.
22	Residuos termómetros de mercurio	

Fuente: La autora, 2014

La metodología propuesta por las normas técnicas de prevención en España, permiten clasificar los residuos de las prácticas de la UGCA en un 82%. Significativamente apropiada para asumir en los protocolos de prácticas verdes.

Tabla 46. Clasificación de acuerdo a la peligrosidad según el decreto 2020 de 2007 Residuos peligrosos reglamentario de la ley 2214. Ciudad de Buenos Aries.

Residuo	Clasificación de acuerdo a peligrosidad
Residuos De Ácido Sulfúrico	Y14
Residuo Desconocidos	Y14
Residuo Orgánicos Determinación De Azúcares (Espectrofotómetro)	Y14
Residuos DNS	Y14
Residuos de Proteína Biuret	Y14
Residuos de Proteína Bradforth	Y14
Residuos De Vitamina C Espectrómetro	Y14
Residuos de Dicromato de Potasio	Y21
Residuos termómetros de mercurio	Y29
Residuos Lugol	Y41
Residuos De Práctica Orgánica Identificación De Grupos Funcionales	Y6
Residuos tinciones Microbiología (Tinción de Gram)	Y12

Residuos Determinación De Azucares Fehling A y B	Y22
Desechos De Cromo Y Plomo (Estequiometria Química General)	Y31
Residuos Extracción Éter	Y40
Residuos De Hidróxido De Sodio de Hidróxido De Bario	Y18
Residuos De Neutralizaciones	Y18
Residuos De Cloruro De Litio	Y18
Residuos De Titulación Fruta	Y18
Residuos De Ácido Clorhídrico Y Sulfúrico	Y34
Residuos De Respiración Hidróxido de Bario Neutralizado Con Acido oxálico	Y35
Baja Peligrosidad	
Media Peligrosidad	
Alta peligrosidad	

Fuente: La autora, 2014

Esta clasificación permite concluir que los residuos generados en las practicas académicas de la UGCA, son de alta peligrosidad dado que el 45.6% de ellos son residuos Y6, Y14, Y21, Y29, Y41. El 18.18% son de media peligrosidad, correspondientes a Y12, Y22; Y31, Y40 y el 27,7% de baja peligrosidad Y18, Y34, Y35.

### Residuos Biosanitarios

Los residuos Biosanitarios son generados en las prácticas de microbiología, biología y biotecnología, corresponden a prácticas de identificación morfológica de microorganismos, crecimiento bacteriano, análisis microbiológico de alimentos, inhibidores enzimáticos, micro propagación in vitro, entre otras. En la tabla xxx se presenta el histórico de residuos generados el durante año 2014.

Estos residuos son sometidos a condiciones de esterilidad humedad (temperatura y presión) luego son almacenados en congelación, para ser dispuestos finalmente para incineración con empresa especializadas.

Tabla 47. Residuos biológicos generados en el año 2014

Mes	Cantidad Generada Kg
enero14	0
febrero14	9,9
marzo14	6
marzo14	1,5
abril14	2.5
mayo14	4
junio14	3

junio14	0
junio14	0
agosto14	1,7
septiembre14	3,4
septiembre14	0,6
octubre14	5,9
octubre14	2,3
octubre14	0,6
noviembre14	15,8
noviembre14	3,5
Total 2014	58,2
Promedio Mensual	4,85

**v. Evidencia fotográfica de los residuos Químicos peligrosos generados desde el año 2010-2014.**

Ilustración 25. Residuos De Hidróxido De Sodio de Hidróxido De Bario



Ilustración 26. Residuos De Respiración Hidróxido de Bario Neutralizado Con Acido oxálico



Ilustración 27. Residuos De Cloruro De Litio

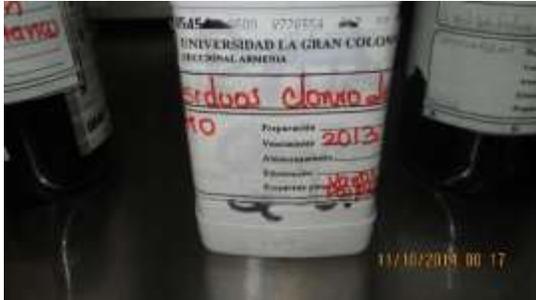


Ilustración 28. Desechos De Cromo Y Plomo (Estequiometría Química General)

Ilustración 29. Residuo Orgánicos Determinación De Azucares (Espectrofotómetro)  
Residuos DNS

Ilustración 30. Residuos Determinación De Azucares Fehling A y B



Ilustración 31. Residuos de Proteína Biuret

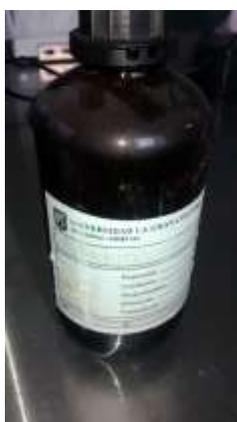


Ilustración 32. Residuos De Práctica Orgánica Identificación De Grupos Funcionales



Ilustración 33. Residuos De Vitamina C Espectrómetro



Ilustración 34. Residuos Lugol

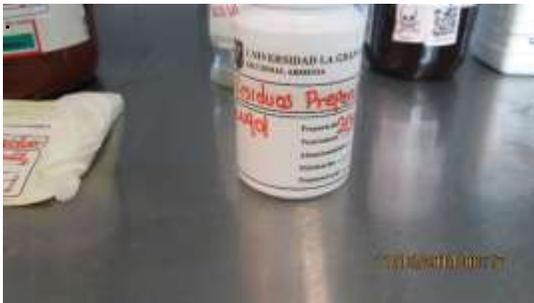


Ilustración 35. Residuos Extracción Éter



Ilustración 36. Residuos de Metanol



Ilustración 37. Residuos de Dicromato de Potasio



Ilustración 38. Residuos tinciones Microbiología (Tinción de Gram)



#### **d. Alternativas de mitigación basados en el ciclo PHVA**

Después de identificados, clasificados y cuantificados los Residuos peligrosos generados en las practicas académicas de los laboratorios, se realiza un análisis de las alternativas de prevención y minimización, considerando las acciones que pueden ser elegidas como pequeños generadores, con la intención de descartar los RESPEL que no permiten su uso nuevamente. Estas alternativas son pensadas desde el Ciclo Deming; dónde estas acciones son clasificadas desde el planear, hacer, verificar y mejorar. En la Tabla 48. Se presentan las alternativas usadas en el laboratorio de docencia.

Tabla 48. Alternativas de mitigación para los laboratorios de docencia de la Facultad de ingenierías.

Ciclo	Alternativas de Prevención Minimización en las prácticas Académicas
<b>Planear</b>	Las prácticas académicas deben de ser revisadas con los docentes cada inicio de semestre. Para identificar los riesgos ambientales y de salud que causa cada uno de los reactivos a ser utilizados.
	Relación de cantidad de reactivos a utilizar con respecto al número de estudiantes de cada proceso académico.
	Revisión de protocolos que ofrezcan alternativas de bajo uso de reactivos o protocolo que permita bajo cantidad o reactivos menos generadores de RESPEL
<b>Hacer</b>	Reciclar los reactivos como solventes como cetona, éter, hexano, entre otros.
	Preparar la cantidad mínima requerida para las practicas académicas
	Identificación de Residuos generados en las practicas
	Separación de residuos generados
	Realizar la técnica de eliminación pertinente
	Realizar la prueba requerida para la eliminación
<b>Verificar</b>	Etiquetar el residuo de acuerdo a la normatividad
	Verificar cada mes la cantidad de residuos producidos en las prácticas académicas
	Correr lista de chequeo para verificar la cantidad, tratamiento, almacenamiento y eliminación de los residuos generados en las prácticas
<b>Actuar</b>	Verificación de la FDS de cada reactivo al programar la practica académica
	Realizar la desactivación para posterior disipación final

#### e. Estrategias de Prevención y minimización de residuos peligros en los laboratorios de docencia de la Facultad de Ingeniería

Las estrategias se definen: como un modelo coherente, unificador e integrador de decisiones que establecen la prevención y minimización de los RESPEL a largo plazo, esto implica la eliminación de reactivos empleados en las prácticas, disminuir el consumo o la periodicidad de uso de reactivos y la adopción de medidas organizativas, operativas y tecnológicas que permitan disminuir en la fuente, reciclar, reutilizar, recuperar. En la

Ilustración 39. Se presentan algunas estrategias de gestión de residuos.

Ilustración 39. Prevención ambiental integrada



Fuente: Centro de iniciativas para la producción neta de Cataluña. (Gestion Ambiental Empresarial, 2014)

Los laboratorios de la Facultad plantean en la Ilustración 40. Estas estrategias son tratadas a profundidad en la propuesta de prácticas Verdes.

Ilustración 40. Estrategias para la minimización y prevención en la generación de RESPEL



Fuente: La autora, 2014

#### h. MANEJO INTERNO AMBIENTALMENTE SEGURO

El manejo interno de los RESEL generados en las prácticas académicas se detalla a continuación, en esta encontramos: procedimiento para el manejo de residuos generados en las etapas de recolección, movilización, identificación, clasificación, acondicionamiento, almacenamiento y entrega para la gestión externa. A continuación se presenta el PR-LAB-010.Manejo Interno de RESPEL.

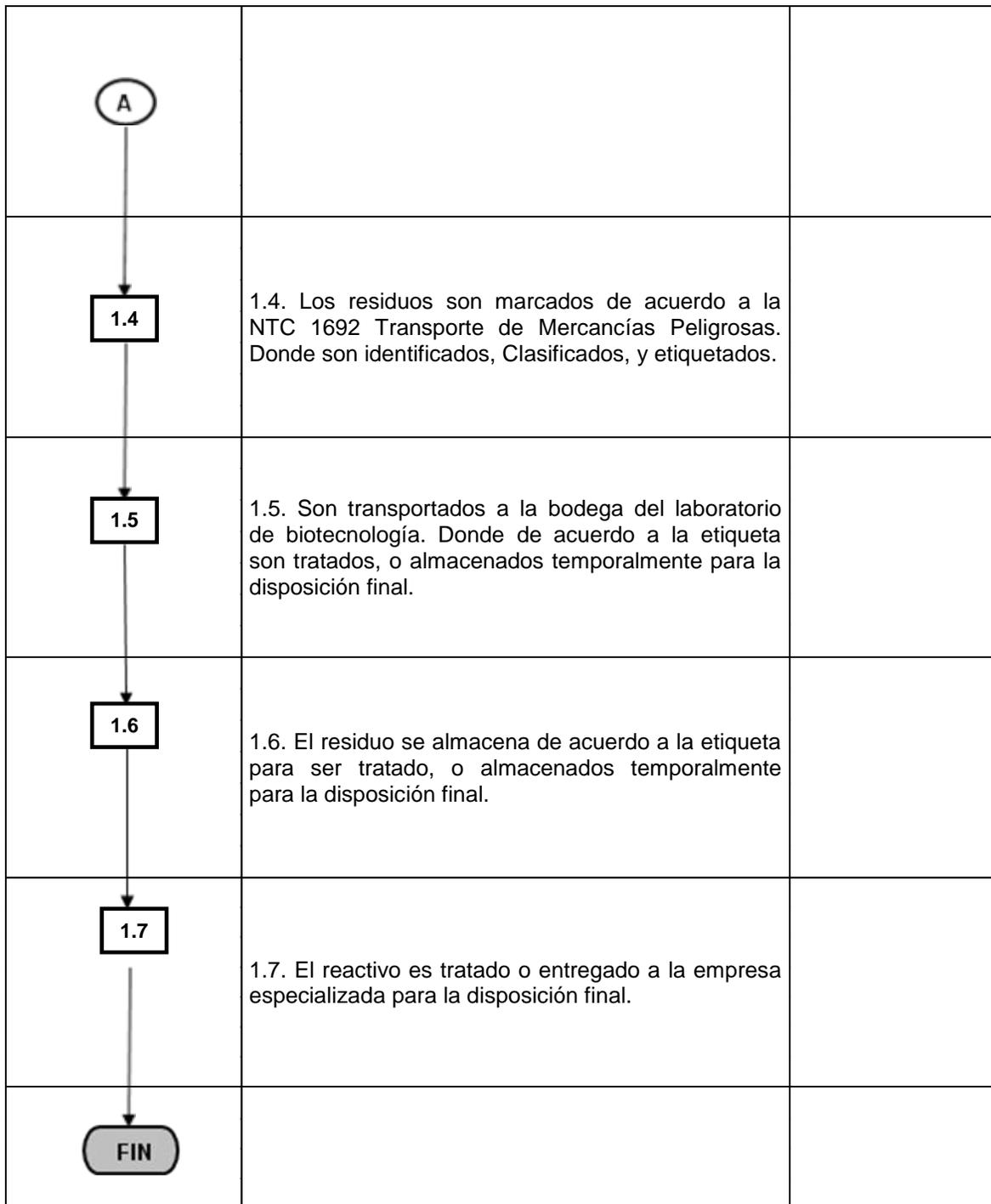
##### a. Procedimiento Manejo Interno

	<b>PROCEDIMIENTO MANEJO INTERNO DE RESPEL</b>	CÓDIGO:	<b>PR-LAB-010</b>
		VERSIÓN:	<b>01</b>
		FECHA:	<b>06-12-13</b>
	<b>LABORATORIO FACULTAD DE INGENIERÍA</b>	PÁGINA:	<b>Pág. 1</b>

**1. OBJETO:** Definir el manejo de RESPEL generados en las prácticas académicas, estableciendo un control para la recolección, tratamiento, almacenamiento y disposición final.

**2. ALCANCE:** Residuos generados en las prácticas académicas

ACTIVIDADES	1. DESCRIPCION	DOCUMENTOS
		
	1.1. De acuerdo con la revisión de las FDS de cada reactivo se interpreta, que tipo de residuo es el generado.	
	1.2. Antes de aceptar el pedido del laboratorio se verifica la cantidad y peligrosidad de los residuos generados. Según PGIR. Clasificación de Residuos peligrosos.	RC-LAB-010
	1.3. Se recolectan los residuos en in situ. Según la ubicación del RESPEL generado.	
		



CÓDIGO: PR-LAB-010      Fecha: 06-12-13      Versión: 01      Pág. 4

ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
<p>_____</p> <p><b>Cargo</b></p> <p>_____</p> <p><b>Firma</b></p>	<p>_____</p> <p><b>Cargo</b></p> <p>_____</p> <p><b>Firma</b></p>	<p>_____</p> <p><b>Cargo</b></p> <p>_____</p> <p><b>Firma</b></p>

**b. Envasado, Rotulado y Etiquetado**

Según (Martínez, 2005) y la NTC 1692 Transporte de Mercancías Peligosas.

**i. Envasado:**

Para el envasado es necesario considerar que los volúmenes no son altos, razón por la cual se tiene en cuenta, que el material debe ser compatible con el residuo; debe ser resistente a los golpes en la manipulación; no deben de dejar escapar los residuos contenidos en él. Para el caso del laboratorio se recomienda usar envases de vidrio en contenedores de material absorbente.

**ii. Etiquetado:**

La finalidad e etiquetar en el sitio de generación es identificar el residuo, reconocer la naturaleza y alertar a los docentes y estudiantes de las medidas de precaución y prohibiciones a que tiene lugar. La etiqueta posee información de riesgo, como: Identidad, cantidad, procedencia del residuo y la clase de peligro involucrado.

Para el caso de los laboratorios se usará lo establecido por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) con la clasificación de riesgos en nueve grupos. **Figura xxxx.**



## Ilustración 41. Etiquetado

Fuente: ONU

El etiquetado propuesto se evidencia en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, con dimensiones de 10 x 10 cm.

	<b>FORMATO ETIQUETADO RESPEL</b>		<b>CÓDIGO:</b>	RC-LAB-02
			<b>VERSIÓN:</b>	1
	<b>LABORATORIO FACULTAD DE INGENIERÍA</b>		<b>FECHA:</b>	01/04/2014
			<b>PÁGINA:</b>	Pág. 1
<b>Fecha recolección</b>	Día	Mes	Año	
<b>Fecha Almacenamiento</b>				
<b>Fecha disposición final</b>				
<b>Nombre de la Practica</b>				
<b>Posible Residuo Generado</b>				
<b>Clasificación del residuo</b>				
<b>Cantidad en Litros/Kilogramos</b>				
	Observaciones			
<b>Pictograma de riesgo</b>				
<b>Nombre del pictograma</b>				
<b>Responsable de generación</b>				
<b>Responsable del manejo integral</b>				
Laboratorio Facultad de Ingenieras kilómetro 7 vía la tebaida Armenia Quindío Colombia				

Fuente. La autora 2014

**c. Movilización**

La generación de RESPEL en los laboratorios de docencia se presenta en los espacios físicos de química y biología, para cada práctica se dispone de un recipiente pequeño, donde está establecido por el programa de prácticas verdes, al terminar la práctica este es recogido del lugar de generación, después de asegurarse que los espacios del laboratorio están libres de estudiantes. Estos son trasladados a la bodega de reactivos del laboratorio de biotecnología, donde se tiene acceso restringido. Son ubicados de acuerdo a la clasificación. El transporte de los laboratorios de docencia al laboratorio de biotecnología se realiza en un recipiente plástico, y transportado por el carro transportador de laboratorio. A continuación se muestra la ruta de traslado de los residuos.

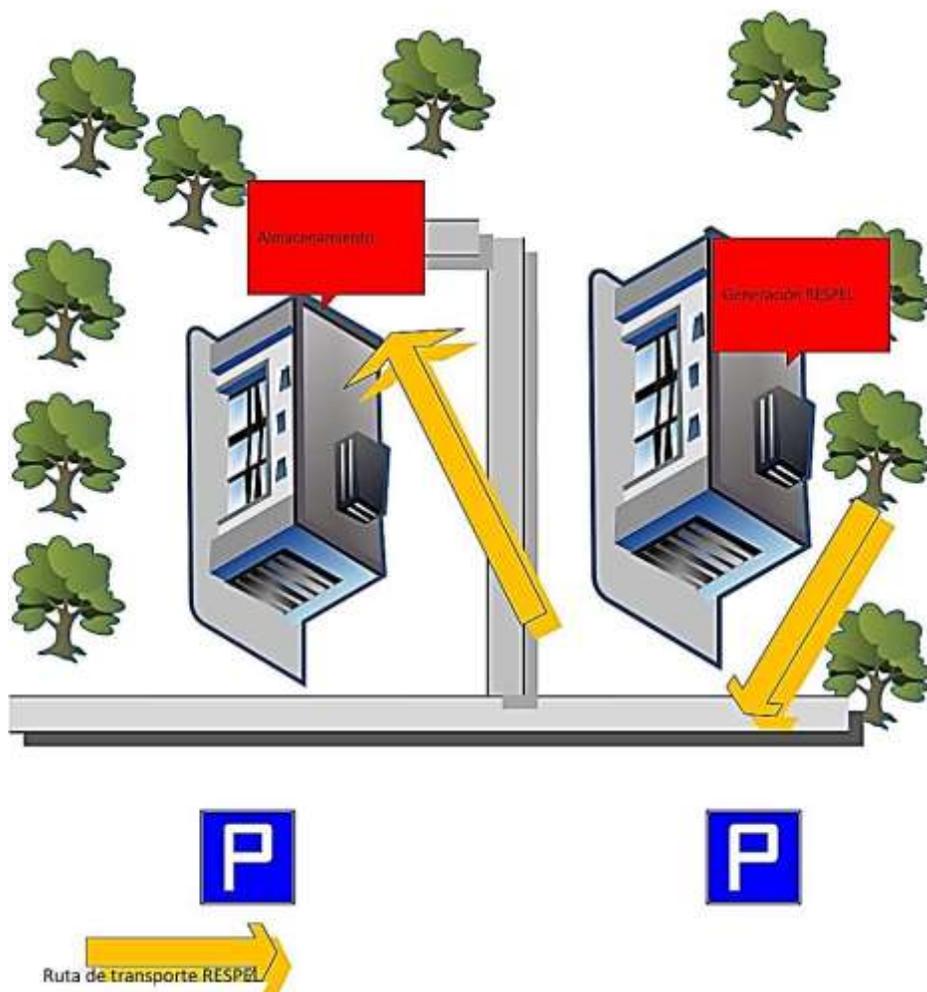


Ilustración 42. Ruta de movilización RESPEL UGCA

Fuente: La Autora, 2014

**d. Almacenamiento**

Los residuos generados en las prácticas académicas se almacenan en un sitio con una temperatura de 24 °C promedio, con una humedad relativa de 65%. Los residuos se almacenan en estanterías, debidamente rotulados.

Cada que ingresa un residuo se diligencia los formatos establecidos, cada 6 meses se revisan la cantidad generada, si es superior a un litro se etiqueta para gestión externa y disposición final con EMDEPSA.

**e. Medidas en Caso de Emergencias: Protocolo de emergencias**

 <b>UNIVERSIDAD</b> <b>La Gran Colombia</b> Seccional Armenia	<b>PREPARACIÓN Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIA</b>	CÓDIGO:	<b>PR-LAB-11</b>
		VERSIÓN:	<b>01</b>
		FECHA:	<b>01-08-2014</b>
	Laboratorio Facultad de Ingenierías	PÁGINA:	<b>Pág. 1</b>

**1. OBJETO:**

Identificar y responder a situaciones de emergencias reales y prevenir o mitigar consecuencias de Manejo de Residuos peligrosos.

**2. ALCANCE:**

Este procedimiento se aplica para docentes, administrativos, estudiantes, contratistas y partes interesadas.

**3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES**

**Alerta:** Es un estado declarado.

**Coordinador:** Persona responsable de dirigir las actividades del plan de emergencia.

**Emergencia:** Cualquier acontecimiento que se desencadene dentro del recinto y su entorno e interrumpa el proceso normal de trabajo y genere consecuencias negativas para el desarrollo de las funciones de los trabajadores.

**Evacuación:** Procedimiento obligatorio, ordenado, responsable, rápido y rígido de desplazamientos masivos de los ocupantes de un recinto hacia la zona de seguridad más próxima definida, frente a una emergencia real o simulada.

**Incendio:** Es una reacción química exotérmica descontrolada producto de la combinación de gases y humos: Materiales, combustibles, oxígeno y una fuente de calor, humos, gases y luz.

**Plan Emergencias:** Ordenamiento de disposiciones y elementos necesarios propios del recinto, de su respectivo entorno inmediato, articulado de manera que sea una respuesta eficaz frente a una emergencia.

**Sismo:** Es el desplazamiento brusco y de intensidad relativa de las zonas de la corteza terrestre, con un potencial devastador.

**Artefacto explosivo:** Se determinará como explosivo a todo paquete u objeto extraño y de dudosa procedencia sin tener dueño aparente.

<b>CÓDIGO:</b> PR-LAB-11	<b>Fecha:</b> 11-08-2014	<b>Versión:</b> 01	<b>Pág.</b> 2
--------------------------	--------------------------	--------------------	---------------

**Vías de evacuación:** Aquellas vías que estando siempre disponibles para permitir la evacuación (pasillos, patios posteriores) ofrecen una mayor seguridad al desplazamiento masivo y conducen a una zona de seguridad.

#### **Residuos Peligrosos:**

Es cualquier objeto, material, sustancia, elemento o producto que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, cuyo generador descarta, rechaza o entrega porque sus propiedades no permiten usarlo nuevamente en la actividad que lo generó o porque la legislación o normatividad vigente así lo estipula.

Sustancia o elemento en estado sólido, semisólido o líquido, generado por las actividades y que carecen de valor (al interior de la empresa).

#### **4. DESCRIPCIÓN**

La coordinación del sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional tiene identificado las amenazas potenciales (Ver plan de respuesta ante emergencias PL-SYSO-01) que puedan llegar a desarrollar una emergencia, las cuales se pueden clasificar conforme a su fuente generadora de acuerdo con la siguiente distribución:

**De origen técnico:** incendio, explosión, derrame de sustancias peligrosas, etc.

**De origen social:** Terrorismo, atentados, asaltos, etc.

**De origen natural:** Terremotos, inundaciones, huracanes, etc.

Las amenazas se clasifican por el nivel de riesgo, o posibilidad real de ocurrencia, de acuerdo a los siguientes valores:

**Posible:** Evento que nunca ha sucedido y que sería excepcional que se presentara, sin descartar su ocurrencia. Se destaca con color verde.

**Probable:** Evento del cual existen antecedentes en la empresa o en otro lugar con condiciones similares. Se destaca con color amarillo.

**Inminente:** Evento instrumentado o con información que lo hace evidente y detectable. Se destaca con color rojo.

a. La universidad cuenta con amplias vías de evacuación que están señalizadas y que pueden ser vistas desde cualquier ángulo.

<b>CÓDIGO: PR-LAB-11</b>	<b>Fecha: 11-08-2014</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Pág. 3</b>
--------------------------	--------------------------	--------------------	---------------

b. En caso de evacuación se pueden utilizar las escalas principales o las salidas de emergencia ubicadas al extremo de cada corredor siguiendo la ruta de evacuación.

c. La alarma está diseñada para reconocer el sonido solo para el caso de emergencia, la cual se encuentra en el Departamento de Desarrollo Humano a cargo de la coordinación de salud ocupacional quien será la encargada de activar la alarma, después que el Comité Central de Emergencias de la orden.

***Es importante tener en cuenta lo siguiente:***

Los sonidos están relacionados con la clase de emergencia así:

- En caso de sismo sonará por largo periodo inmediatamente después del sismo, si es necesario evacuar.
- En caso de incendio sonará por largo periodo de tiempo.(20 segundos)
- Amenaza de bomba sonará dos veces
- Cenizas emitidas por el volcán machín sonara tres veces
- Derrame de sustancias químicas sonará cuatro veces

**5.1 Punto de encuentro:** El punto de encuentro está ubicado sobre la cancha de baloncesto.

<b>ELABORÓ</b>	<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>
<hr/> <b>Cargo</b>  <i>Original Firmado</i> <hr/> <b>Firma</b>	<hr/> <b>Cargo</b>  <i>Original Firmado</i> <hr/> <b>Firma</b>	<hr/> <b>Cargo</b>  <i>Original Firmado</i> <hr/> <b>Firma</b>

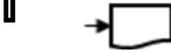
f. **Disposición final**

i. **Procedimiento para la entrega a transportador**

	<b>PROCEDIMIENTO PARA LA ENTREGA DE RESPEL AL TRNSPORTADOR</b>	<b>CÓDIGO:</b>	<b>PR-LAB-012</b>
		<b>VERSIÓN:</b>	<b>01</b>
		<b>FECHA:</b>	<b>06-12-14</b>
	<b>LABORATORIO FACULTAD DE INGENIERÍA</b>	<b>PÁGINA:</b>	<b>Pág. 1</b>

**1. OBJETO:** Definir la entrega de RESPEL generados en las prácticas académicas, a la empresa para disposición final.

**2. ALCANCE:** Residuos generados en las prácticas académicas

ACTIVIDADES	1. DESCRIPCION	DOCUMENTOS
		
	1.1. Capacitar a personal del laboratorio para el manejo de RESPEL.	
	1.2. Entrega al trasportador, etiquetado según la NTC 1692. Con la información de FDS, etiquetada, rotulada y envasada. Registro de Residuos entregados a empresa gestionadora.	RC-LAB-012
	1.3. Evidenciar que el conductor y el transporte, cumple con la normatividad y la capacitación para el trasporte de mercancías peligrosas.	
		

### **i. MANEJO EXTERNO AMBIENTALMENTE SEGURO**

Los residuos son dispuestos con empresas dedicadas al tratamiento y disposición de residuos peligrosos. Desde el año 2007. Se tiene contrato en este se garantiza que la empresa cuenta con las licencias, permisos, autorizaciones y demás instrumentos de control y manejo ambiental conforme con las normas vigentes, para las actividades de manejo externo a las que sujete los residuos, a través de operaciones de almacenamiento, aprovechamiento, recuperación, tratamiento y disposición final.

Las principales empresas de la región para dedicadas al transporte, tratamiento y disposición de residuos peligrosos. Las principales empresas son:  
EMDEPSA S.A y RH SAS

#### **EMDEPSA S.A**

Es constituida con el objeto de dar solución a la problemática de los residuos Hospitalarios, Peligrosos y Especiales, efectuando un manejo integral de los mismos, y cumpliendo con las disposiciones legales existentes, teniendo en cuenta las necesidades de las partes interesadas y generadores. Hace parte del grupo empresarial más grande del país en gestión de Residuos INTERASEO SA ESP, con sedes de residuos de disposición para residuos peligrosos en Antioquia, Costa Atlántica y Cundinamarca. (EMDEPSA S.A , 2014)

#### **RH SAS Servicio Integrado de Aseo Especial.**

Es una empresa privada de aseo especial, legalmente constituida desde abril de 1997. Nace como solución al problema de impacto ambiental generado por el mal manejo de residuos hospitalarios e industriales, eligiendo las mejores alternativas para el tratamiento de los desechos contaminados, impidiendo su re uso y neutralizando su impacto social y ambiental.

Desde su concepción R.H. S.A.S. plantea el “**GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS**”, incluyendo al Ser Humano y el Medio ambiente como parte fundamental, con el convencimiento de que una buena gestión de manejo de residuos debe necesariamente verse reflejada en la disminución sustancial de los volúmenes a disponer en los rellenos sanitarios. En tal sentido R.H. S.A.S., como operador de servicios ofrece la atención del componente externo exigido en el decreto 2676 mediante el tratamiento y disposición final de residuos hospitalarios con sus actividades conexas o complementarias al servicio de recolección y transporte de residuos peligrosos (Riesgo biológico y riesgo químico) y como complemento, al componente interno a cargo de los generadores de residuos peligrosos (hospitalario y/o industrial). (RH SAS Servicio Integrado de Aseo Especial, 2014)

## j. PROGRAMAS DE CAPACITACIÓN Y PERSONAL RESPONSABLE DE LA COORDINACIÓN Y OPERACIÓN DEL PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL

### a. Manual de funciones:

Los laboratorios tiene definido las responsabilidades y autoridad para el manejo de los residuos Peligrosos, esta actividad se centra en la líder del laboratorio. Dado la estructura orgánica de la Facultad. A continuación se visualiza el manual de funciones del líder del laboratorio.

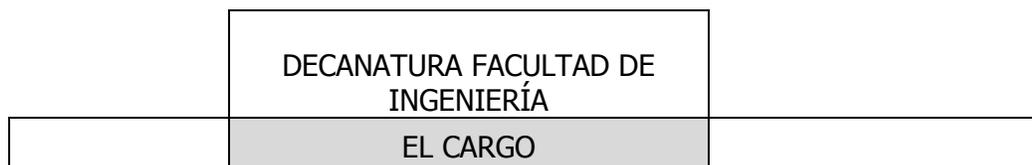
TITULO DEL CARGO:	LÍDER DE LABORATORIO
ÁREA:	Facultad de Ingeniería
REPORTA A: Decanatura Facultad de Ingeniería	LOCALIZACIÓN: Armenia
CATEGORÍA: Profesional Universitario	FECHA DE REVISIÓN:

### 1. PROPÓSITO DEL CARGO:

Dirigir, coordinar, supervisar y evaluar la ejecución de cada una de las actividades realizadas en el laboratorio.

### 2. UBICACIÓN EN LA ORGANIZACIÓN:

Cargos: Superior – similares – inferiores



### 3. PRINCIPALES RESPONSABILIDADES:

3.1 Dirigir, coordinar, supervisar y evaluar la ejecución de cada una de las actividades realizadas en el laboratorio.

3.2. Ejercer el control de las operaciones técnicas y la respectiva documentación (procedimientos y registros de calidad)

3.3. Preparar lo necesario para que las prácticas se relacionen con las cantidades establecidas, las calidades prescritas y los horarios programados.

3.4. Suscribir el acta de inventario de equipos, materiales y demás enseres de los laboratorios y responder por los mismos

3.5. Racionalidad del gasto con un adecuado almacenamiento de reactivos y mantenimiento de equipos.

3.6. Diseñar el mecanismo de control de entrega y recepción del material de trabajo para cada una de las prácticas

3.7. Controlar la entrega y recepción de material de trabajo para las prácticas docentes.

- 3.8. Control de calidad y cartas de control de equipos de laboratorio.
- 3.9. Ejecutar los programas de extensión de los servicios del laboratorio de acuerdo a una población objetivo.
- 3.10. Informe trimestral sobre el desarrollo de las actividades realizadas al jefe inmediato o superiores.
- 3.11. Coordinar las pruebas ínter laboratorios.
- 3.12. Gestionar el mantenimiento y calibración de los equipos, como su buen funcionamiento.
- 3.13. Identificar necesidades de entrenamiento para el personal del laboratorio.
- 3.14. Establecer objetivos y metas generales, así como la formulación de los planes operativos que sean necesarios para el desarrollo de las actividades de los laboratorios con el fin de garantizar el aseguramiento del sistema.
- 3.15. Brindar apoyo técnico y operativo a los funcionarios del laboratorio para asegurar la eficiencia y eficacia en las operaciones.
- 3.16. Coordinar actividades de asesoría, difusión y capacitación.
- 3.17. Liderar la preparación, revisión y aplicación de las normas técnicas referentes al control de calidad y evaluación de riesgos de los análisis.
- 3.18. Participar en comités de normalización
- 3.19. Ser conocedor del compromiso del laboratorio con los clientes, como también haberlo firmado para verificar su compromiso.
- 3.20. Elaborar el PGIR, actualizarlo e Implantarlo, según la normatividad vigente.
- 3.20. Las demás que correspondan a la naturaleza de cada Facultad y las que les asigne la Decanatura.

#### 4 .COMPETENCIAS

##### **Educación**

Título de formación Universitaria o Profesional en ciencias básicas, con conocimiento en Manejo ambiental de RESPEL

**Formación:** Químico.

##### **Experiencia:**

2 años en el desarrollo de procedimientos de pruebas y ensayos en el sector agroindustrial o Dos años de experiencia docente en el área.

##### **Habilidades**

Liderazgo, delegación, dirección personal, manejo de incertidumbre, capaz de resolver con agilidad, destreza y certeza los posibles problemas que se generen en el Laboratorio, capaz de supervisar y dirigir el trabajo haciendo el planteamiento de prioridades, capacitado en el área de control de calidad

#### 5. RECURSOS

El titular del cargo tiene las siguientes ayudas: material bibliográfico, respaldo de la Decanatura, equipos de laboratorio, materiales y reactivos necesarios en las practicas docentes, equipos de cómputo, e Internet.

## 6. COMITÉS

El titular del cargo debe participar en Comité Curricular de Facultad, Comité Operativo de Auto evaluación y Acreditación, Comité de Investigación de Facultades.

## RELACIONES

7.1 Relaciones internas: Con todo el personal.

7.2 Relaciones Externas: Red Nacional de Metrología, otras Universidades, entidades con las cuales se desarrollan convenios.

## 8. AUTORIDAD

8.1 Planificar, organizar, ejecutar, evaluar y controlar las prácticas académicas de los estudiantes y docentes

Elaboró	Revisó	Aprobó
Nombre:	Nombre:	Nombre:
Cargo:	Cargo:	Cargo:

### b. Plan de capacitación en manejo de residuos del laboratorio

La herramienta fundamental para el desarrollo de buenas prácticas de manejo de los RESPEL, se hace a través de capacitaciones con la finalidad de generar cultura para comprender la importancia y la responsabilidad que implica la producción de estos, por ende, se establece un programa de capacitación dirigida a todas aquellas personas que al interior de la poseen vínculo con las actividades desarrolladas en las practica académicas. En el documento de prácticas verdes se establece a través de la plataforma Moodle el plan de capacitación constante para estudiantes y docentes de la facultad.

### c. Planes de seguimiento

Los planes de seguimiento se ejecutan para garantizar que los objetivos planteados en la propuesta de prácticas verdes y en el PGIRESPEL, sean efectivos, esto se realiza mediante la evaluación de los indicadores de gestión Descritos por cada fase en la Tabla 49.

Tabla 49. Indicadores de gestión

Fase del PGIRESPPEL	Indicador
<b>Prevención y minimización:</b>	% de reducción en el consumo de reactivos y sustancias químicas
	% de residuos peligrosos segregados de las fuentes generadoras
	% de Residuos Peligrosos Tratados y recuperados
	% de Optimización de recursos en las prácticas académicas
	% de Cumplimiento de los registros de generación de residuos peligrosos en las prácticas académicas.
<b>Manejo interno ambientalmente seguro</b>	% de residuos Identificados en las prácticas Académicas
	% de residuos caracterizados en las prácticas académicas
	% de residuos Depositados en recipientes de acuerdo a la normativa
	% de residuos peligrosos rotulados y etiquetados según la NTC 1692
	Tasa de Movilización interna No. Practicas realizadas/ traslado de RESPLE almacenamiento temporal
	% de cumplimiento en la seguridad para el transporte interno.
	% de RESPEL almacenados en la bodega temporal
	Tasa de retención Tiempo de retención de RESPEL/ tiempo de generación
<b>Manejo externo ambientalmente seguro</b>	Tasa de manejo externo: Residuos generados/residuos manejo externo
<b>Ejecución, seguimiento y evaluación</b>	% de capacitaciones RESPEL realizadas/ capacitaciones programadas
	% de conocimiento de estudiantes, docentes y Administrativos sobre la normatividad de RESPEL

Fuente. La autora, 2014

#### d. Sistema de registro

Los laboratorios cuentan con los registros para el manejo integral RESPEL, donde se consignan las fuentes generados, reactivos usados en las practica, cantidades, etiquetados, clasificación identificación, almacenamiento, tratamiento, disposición final de los residuos peligrosos generados en las practicas académicas.



### 3. Anexo C. Prácticas Académicas Verdes

## FACULTAD DE INGENIERÍA

Autora



## **k. INTRODUCCIÓN**

La Universidad la Gran Colombia posee espacios donde se desarrollan actividades de docencia, específicamente prácticas académicas e investigativas. En los laboratorios se manejan diferentes sustancias químicas y se generan residuos peligrosos; la falta de cultura para el adecuado manejo y disposición de los residuos, provoca riesgos ambientales y de salud para docentes y estudiantes.

La formulación del protocolo de prácticas académicas verdes es una alternativa para la educación ambiental de los involucrados, con el fin de realizar un adecuado manejo integral de los residuos generados.

El protocolo consta de los siguientes componentes:

1. Diagnóstico
2. Estrategias propuestas
3. Identificación de prácticas con mayor generación de residuos
  - Diagramas de flujo
  - Reacciones
  - Tratamiento de Residuos Peligrosos
4. Educación Ambiental
  - Ova
5. Protocolo propuesto “prácticas Académicas Verdes”

El programa de prácticas verdes, involucra los órganos administrativos de la facultad, docentes estudiantes e investigadores, con el propósito de realizar un ejercicio participativo, donde aporte herramientas para la educación ambiental y la importancia en la gestión de residuos Peligrosos.

Las prácticas verdes permiten visualizar las actividades desarrolladas en el laboratorio y la estrecha relación de cada una de ellas con el medio ambiente.

## **I. Marco referencial**

Las actividades industrial desarrollada desde finales del siglo XIX y en el presente, han aumentado la calidad de vida en cuanto consumismo, pero ha traído un gran deterioro del medio ambiente, dada la preocupación de la sociedad por esta problemática llevó al planteamiento del programa de Química Verde, propuesto originalmente en los Estados Unidos de Norteamérica (Warner and Anastas, 2000). Esta estrategia, que se ha aplicado tanto a nivel educativo, como a nivel científico e industrial, dado que el objetivo es el

diseño, desarrollo e implementación de productos químicos o procesos para reducir o eliminar el uso y la generación de sustancias peligrosas. (Salvatella , 2010). La química sustentable se basa en 12 principios:

- Prevención en la generación de residuos.
- Maximizar la economía atómica.
- Síntesis empleando sustancias no tóxicas.
- Diseño seguro, con productos químicos eficaces y de poca toxicidad.
- Evitar el uso de sustancias auxiliares.
- Eficiencia energética.
- Uso de materias primas renovables.
- Reducción de derivados.
- Catálisis: se emplearán catalizadores lo más selectivos posibles.
- Degradación limpia para que los productos químicos no persistan en el medio ambiente.
- Análisis (monitoreo) continuo de contaminación.
- Seguridad intrínseca y prevención de accidentes.

Al conocer y aplicar estos principios en las actividades académicas permitirán a largo plazo evitar daños al medio ambiente, mejorar la economía de las universidades y reducir los riesgos de la contaminación ambiental. Los procesos de sustentabilidad no son posibles si no se llevan a cabo jornadas de educación ambiental, considerándola un proceso pedagógico y dinámico que se enfoca en aspectos cognitivos, éticos y morales, permitiendo cambiar el comportamiento y la percepción del hombre con respecto a su entorno (biosfera). Así mismo, la educación ambiental, es un instrumento de transformación social (Novo, 2009).

Es por lo descrito anteriormente que las propuestas ambientales deben de contener estrategias que articulen la promoción del desarrollo sostenible, que ofrezcan soluciones a los problemas de impacto ambiental negativo (alteraciones biológicas y químicas, socioeconómicas ,culturales, y paisajistas entre otros), con la articulación de la comunidad académica a través de la enseñanza de conceptos de valoración de impactos, gestión integral de residuos y química verde que conlleven al cambio de actitudes de respeto medio ambiental.

### **m. Diagnóstico**

Las prácticas académicas desarrolladas por Ingeniera Agroindustrial e ingeniera Geográfica y ambiental, son en promedio 68 temáticas y 234 prácticas por semestre. El uso de los laboratorios es diferente cada semestre, según el número de estudiantes en cada asignatura. Los líderes del laboratorio realizan cada inicio de semestre la capacitación sobre el manejo de los laboratorios, normas de seguridad, manejos de residuos y procesos administrativos para el buen manejo y prácticas en los laboratorios.

Concedores de estas iniciativas se realiza una evaluación descriptiva con el fin de determinar el nivel de conocimiento de administrativos, docentes y estudiantes de la Facultad sobre el proceso de gestión, separación, disposición y tratamiento final de los residuos químicos generados en los laboratorios de la Universidad de Gran Colombia Seccional Armenia. Esto se realizó para el total de 63 encuestados, distribuidos en

estudiantes, docentes y administrativos involucrados en las practicas académicas del primer semestre de 2014, la metodología de la encuesta fue una fusión entre lo propuesto por (ARL SURA- CISTEMA, 2014) en ciclo PHVA usado en la identificación de riesgo químico y ajustado a la normatividad para residuos peligrosos (Ministerio de Ambiente,vivienda y Desarrollo Territorial MAVDT Decreto 4741, 2005) .

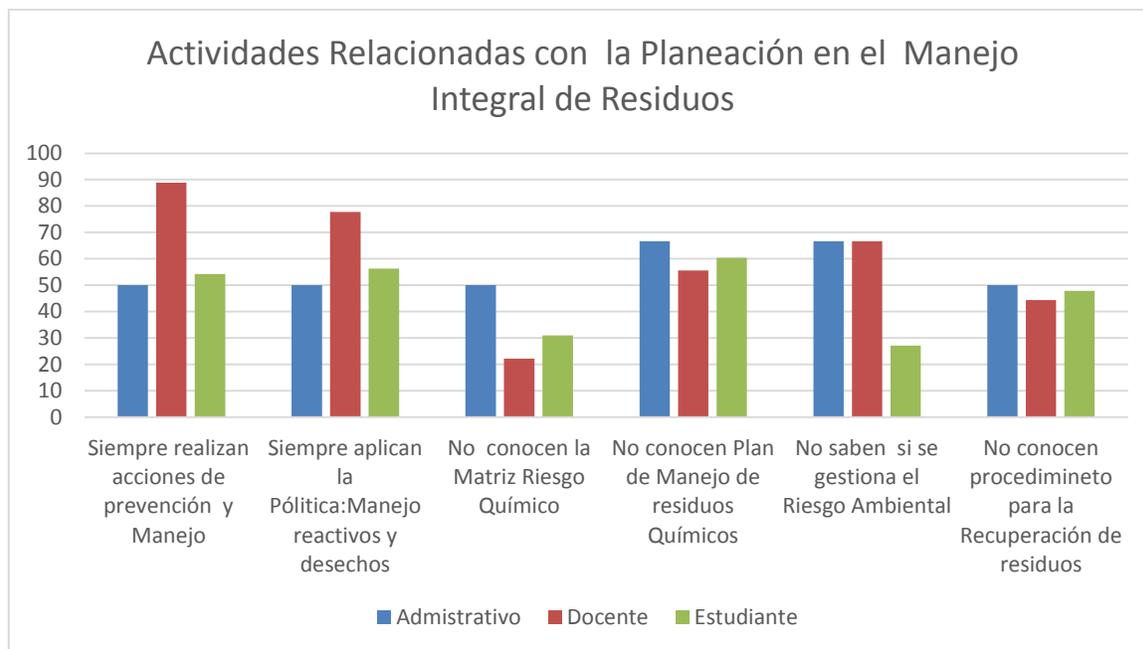
El nivel de conocimiento en las fases de planeación, prácticas, post prácticas y evaluación del manejo integral de los residuos peligrosos, permite establecer estrategias que lleven a formular una la propuesta ambiental para los laboratorios de docencia universitaria, dada la responsabilidad del cuidado del medio ambiente y los impactos generados por las acciones de los involucrados.

El instrumento planteado permite visualizar aspectos en cuatro fases y en su análisis establecer estrategias que eduquen a la población universitaria en el manejo integral de residuos peligrosos y las prácticas amigables con el medio ambiente.

En el Anexo 1. **Encuesta diagnostica para el manejo integral y disposición final de los residuos generados en los laboratorios de docencia de la Universidad Gran Colombia Seccional Armenia**, se encuentra el instrumento aplicado y los resultados y análisis de los mismos se detallan a continuación:

### **1. Fase de Planeación:**

Para esta fase se realizaron 7 preguntas para evidenciar la precepción de la información en cuanto a prevención, política, planes, manejo y recuperación de reactivos y sus desechos, así como la gestión de impactos ambientales. Con la finalidad de tomar las acciones pertinentes en cuanto a la planeación del programa ambiental para la evaluación y manejo integral de los residuos peligrosos generados en los laboratorios, en esta fase se obtuvieron los siguientes resultados:



**Ilustración 43. Actividades Relacionadas con la Planeación en el Manejo Integral de Residuos**

Fuente: La autora

En el planteamiento del programa ambiental para la evaluación y manejo integral de los residuos peligrosos generados en los laboratorios, es indispensable socializar no sólo al inicio del semestre sino permanentemente la matrices de riesgo químico, el plan de manejo de residuos, el riesgo ambiental al realizar cada práctica académica y el procedimiento para la recuperación de los residuos generados en las mismas. Por otro lado, se tiene una percepción alta de los docentes en cuanto a la existencia de políticas y acciones de prevención y manejo de residuos peligrosos, sin que las conozcan y apliquen en sus prácticas.

## 2. Fase de prácticas académicas (hacer):

En esta fase se realizaron 14 preguntas para evidenciar las acciones realizadas en las prácticas académicas. En la interpretación de dividieron en cuatro grupos que contiene:

- Información del manejo de los residuos, inventario de las sustancias almacenadas, tipo de residuos generados e información sobre los productos de las reacciones en las prácticas académicas
- Indicaciones para el desecho, rotulado, clasificación, capacitación y aptitud del personal para desechar a la poceta (lavaplatos) o almacenar los residuos generados en las prácticas.
- Acciones directas del personal para separar, clasificar, controlar emergencias de derrame de residuos, contratación de empresas especializadas para la disposición final.
- Y por último el conocimiento de áreas para el almacenamiento, estadísticas sobre la cantidad y tipo de residuos, y protección personal para el manejo de los residuos generados en las prácticas

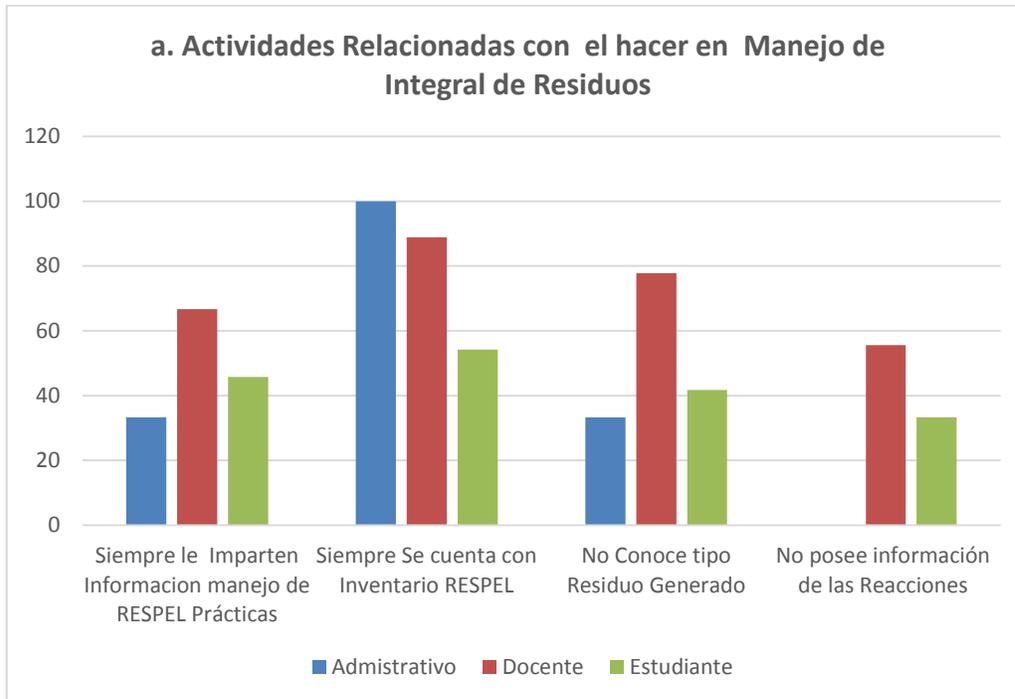


Ilustración 44. a. Actividades Relacionadas con el hacer en Manejo de Integral de Residuos

Fuente: La autora

Las percepciones de administrativos, docentes y estudiantes es que siempre se informan sobre el manejo de residuos peligrosos y la existencia de un inventario de las sustancias generadas, pero ellos no conocen el tipo de residuo generado y no poseen información de las reacciones que realizan en las prácticas académicas y más aún lo docentes que son los que las proponen.

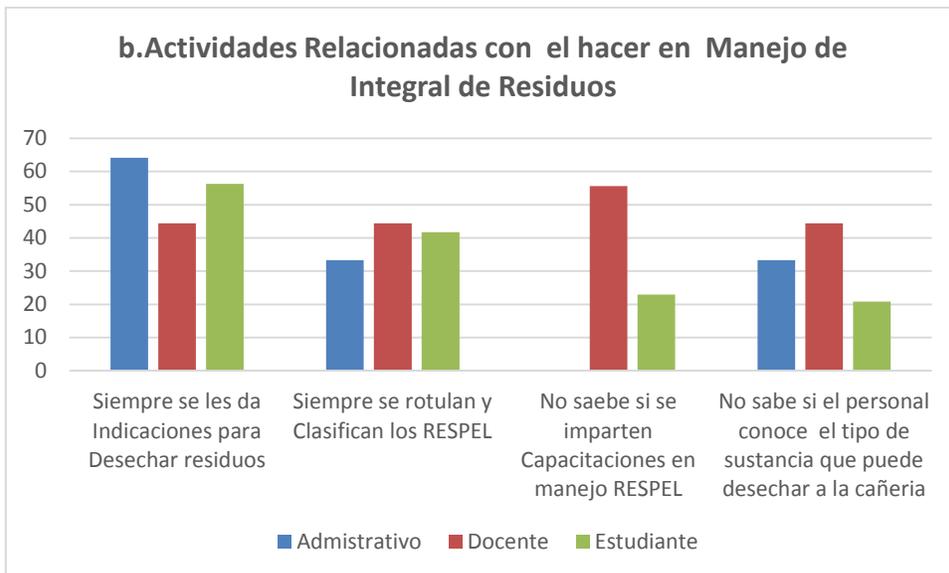
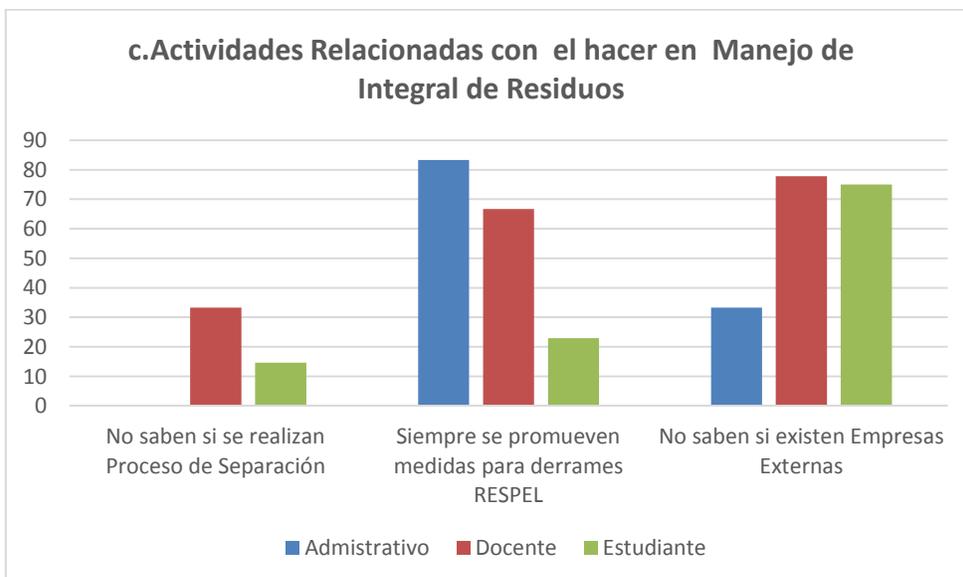


Ilustración 45. b. Actividades Relacionadas con el hacer en Manejo de Integral de Residuos

Fuente: La autora

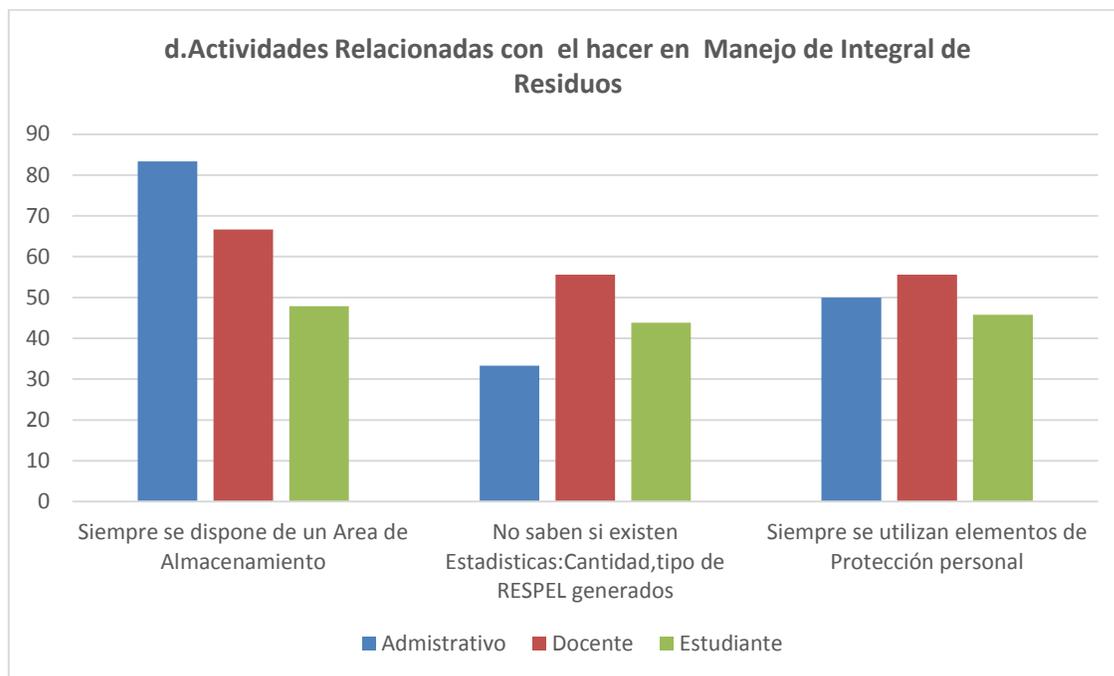
Se evidencia que siempre al iniciar las prácticas les dan indicaciones para desechar los residuos y consideran que siempre se rotulan y clasifican los residuos por el personal encargado del laboratorio. Los docentes no están involucrados en los procesos de capacitación dado que no saben si se imparten capacitaciones en un alto porcentaje y de la misma manera los administrativos y docentes no conocen que sustancias se pueden desechar a la cañería.



### Ilustración 46.c. Actividades Relacionadas con el hacer en Manejo de Integral de Residuos

Fuente: La autora

Los docentes y estudiantes no saben si se realizan procesos de separación de RESPEL, y con la información brindada en los instructivos del laboratorio consideran que siempre se promueven las medidas para derrames. Ninguno de los actores generadores en un alto porcentaje, conoce el manejo eterno de residuos peligros ni la disposición final de los mismos.



### Ilustración 47. d. Actividades Relacionadas con el hacer en Manejo de Integral de Residuos

Fuente: La autora

En cuanto al almacenamiento se posee la percepción que siempre los RESPEL son dispuestos en este sitio, quizás porque el área se encuentra demarcada. En un alto porcentaje los docentes no conocen las estadísticas de la generación de RESPEL en cuanto a cantidad y tipo de residuos; pero los docentes, administrativos y estudiantes en alto porcentaje consideran que siempre se usan elementos de protección.

### 3. Fase de verificación:

En la verificación se realizaron 3 preguntas, con ellas se demuestra si existen indicadores del manejo de residuos peligrosos, indicadores de impacto ambiental y simulacros de prevención, en esta fase se obtuvieron los siguientes resultados:

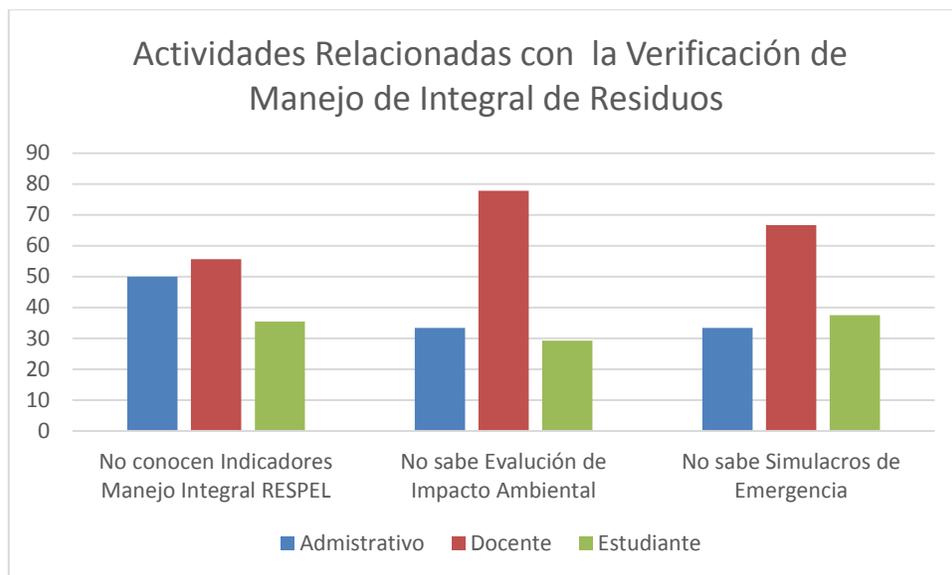


Ilustración 48. Actividades Relacionadas con la Verificación de Manejo de Integral de Residuos

Fuente: La autora

En alto porcentaje los administrativos, docentes y estudiantes no conocen los indicadores usados en el manejo de residuos peligrosos; los docentes que realizan las prácticas académicas no saben si existen evaluaciones de los impactos ambientales que sus acciones pueden causar. Los involucrados en las prácticas no saben si se realizan simulacros de emergencia en el manejo de RESPEL.

### 4. Fase de mejoramiento:

Las actividades que se realizan en el manejo de residuos peligrosos, después de ser evaluadas y mejoradas, para esta fase se crearon 3 preguntas, con ellas se exponen el conocimiento de acciones de mejoramiento en la generación y disposición de los residuos generados en las prácticas académicas, actualización de los procedimientos para el manejo de residuos con base en la evaluación y verificación de riesgos y la existencia de compromiso de la alta dirección con el proceso de manejo y control de residuos de los laboratorios de docencia, en esta fase se obtuvieron los siguientes resultados:

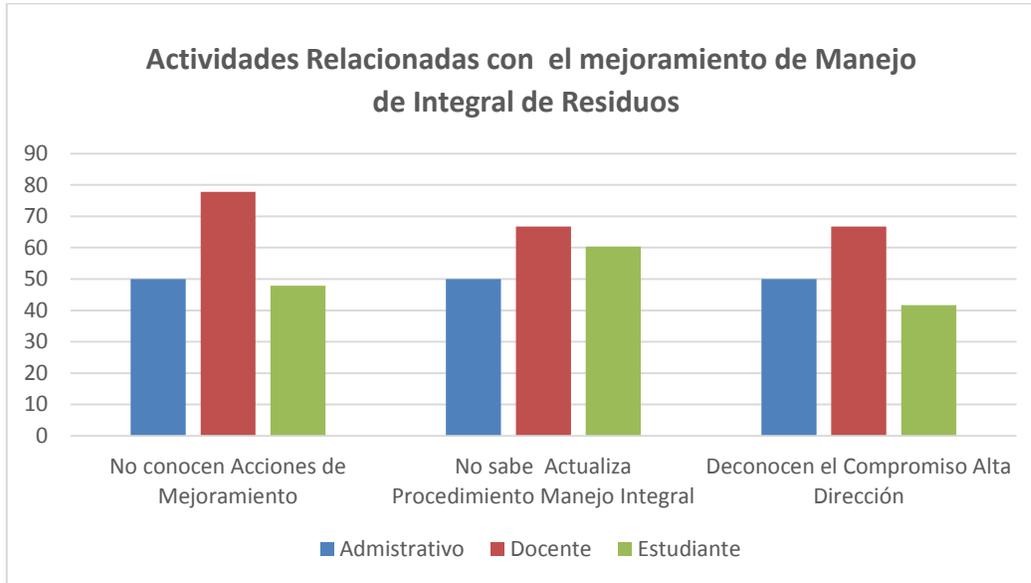


Ilustración 49. Actividades Relacionadas con el mejoramiento de Manejo de Integral de Residuos

Fuente: La autora

Un alto porcentaje de docentes no conocen las acciones de mejoramiento, y actualización realizadas en el marco de la gestión integral de residuos peligrosos. No se evidencia un alto compromiso de la alta dirección por ninguno de los actores involucrados en el proceso.

## n. Estrategias propuestas

El análisis del instrumento anterior permite plantar las siguientes estrategias como insumo en la formulación de la propuesta ambiental.

Ciclo	Estrategias en cada fase
<b>Planear</b>	Protocolo que permita interiorizar la política para el manejo integral de residuos peligrosos, establecido desde la alta dirección.
<b>Hacer</b>	Informar de manera efectiva el manejo, tipos de y reacciones de residuos.
	Capacitar cada semestre a la totalidad de involucrados
	Promover la identificación, separación, etiquetado y rotulado, transporte y disposición final de Residuos generados
<b>Verificar</b>	Formular indicadores y socializarlos
	Socializar la evaluación de Impacto ambiental

	Realizar simulacros de procedimiento ante emergencias
<b>Actuar</b>	sensibilizar a la alta dirección de las acciones del manejo integral de residuos peligrosos

### **o. Identificación de prácticas con mayor generación de residuos**

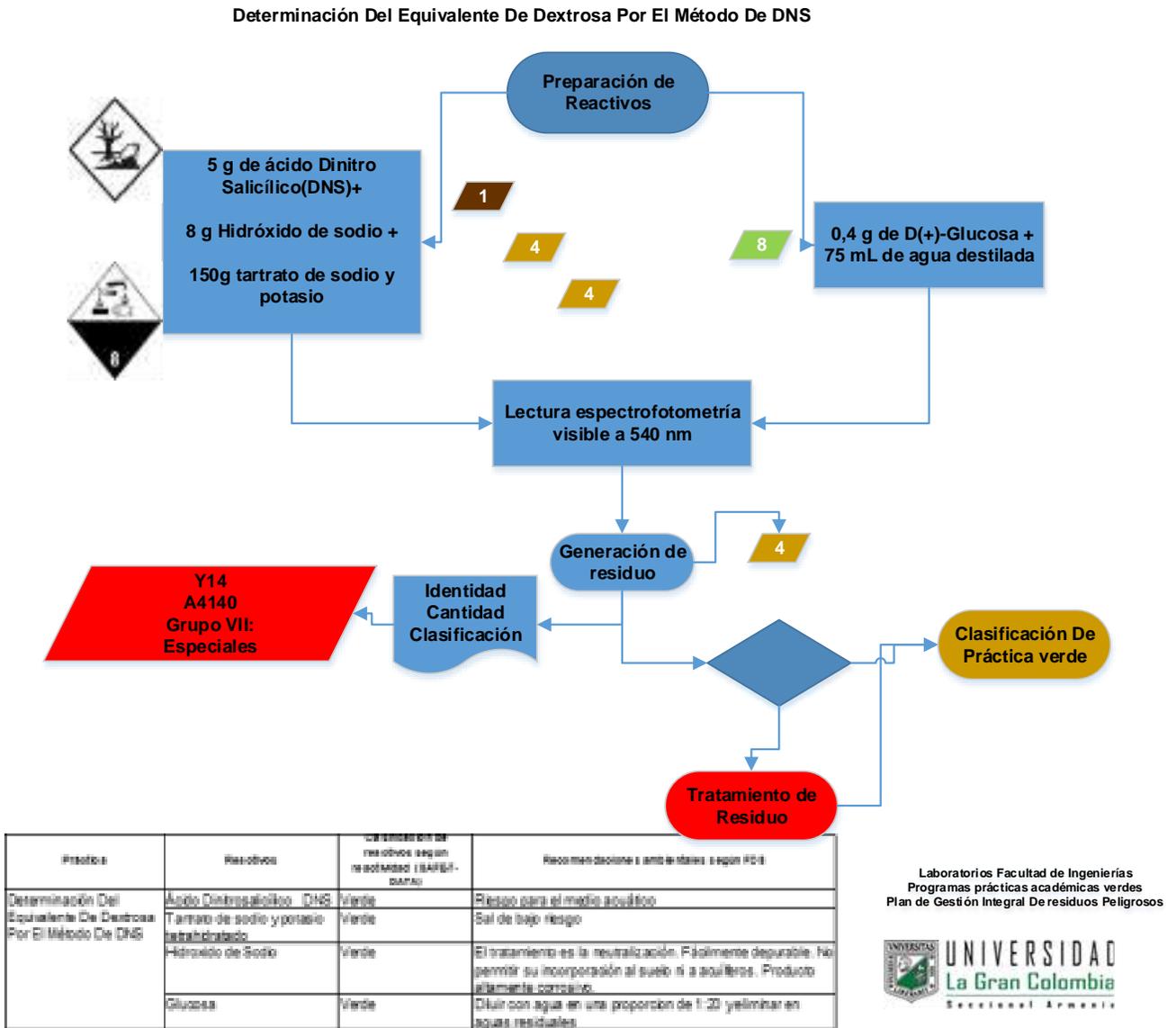
La implementación del plan de gestión integral de residuos peligrosos de los laboratorios de docencia de la Facultad de Ingeniería de la Universidad la Gran Colombia Armenia, permite prevenir, minimizar, realizar un manejo interno y externo ambientalmente seguro, así, como la ejecución, seguimiento y evaluación en la prevención de la contaminación ambiental, en este se determinó que los residuos de mayor generación a un litro (l) o Kilogramos (kg) en los años 2010-2014 son los generados en las prácticas de Análisis de alimentos, que se listan a continuación:

- Residuos De Vitamina C Espectrómetro
- Residuos Determinación De Azucares Fehling A y B
- Residuo Orgánicos Determinación De Azucares (Espectrofotómetro) Residuos DNS.

Con la estimación de los volúmenes generados en las prácticas, se propone realizar los diagramas de flujo para la evaluación del nivel de experimento verde, reacciones producidas, clasificación de los residuos generados y el tratamiento a efectuar a los mismos, con la finalidad de proponer un protocolo para las prácticas académicas verdes.

### **a. Diagramas de flujo**

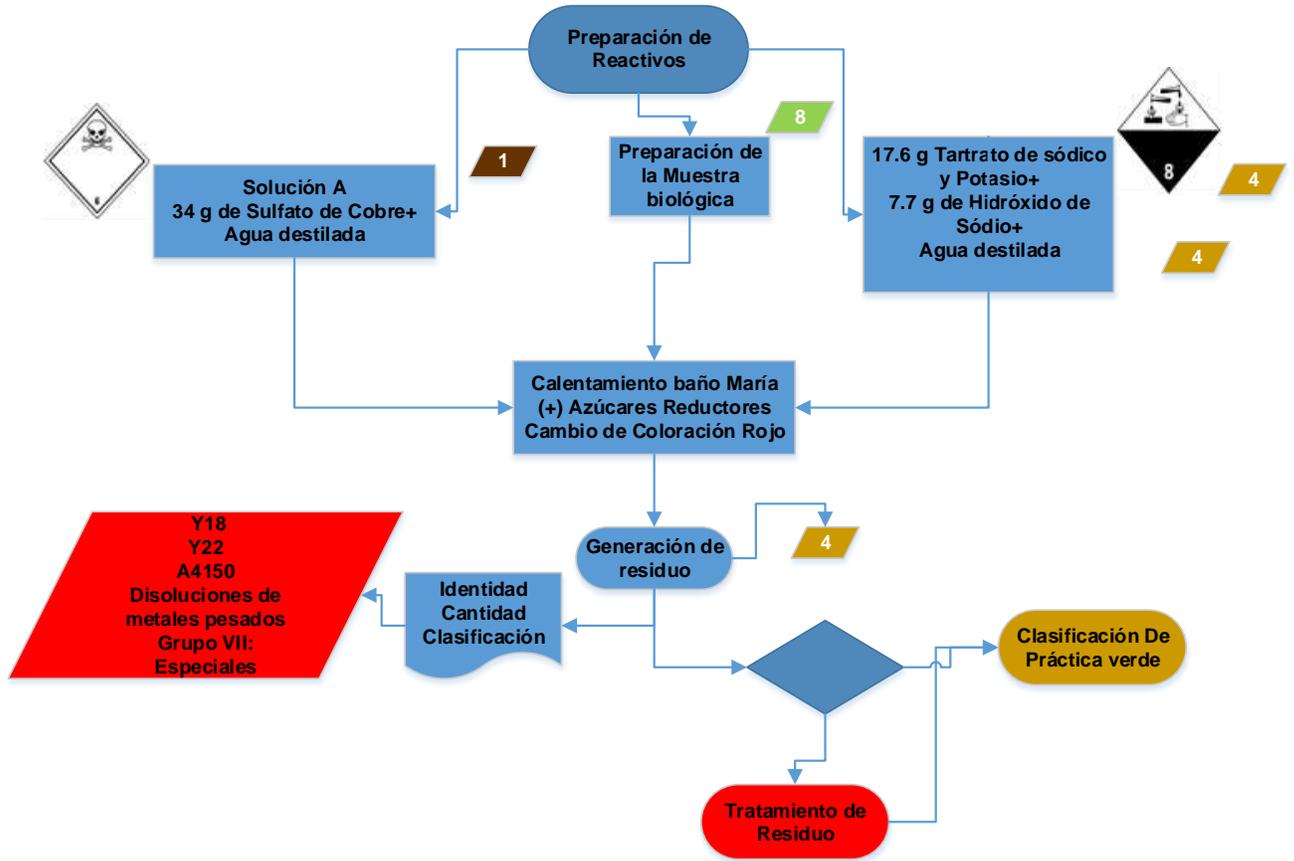
**Ilustración 50. Determinación Del Equivalente De Dextrosa Por El Método De DNS**



Fuente: La autora

Ilustración 51. **Determinación De Azúcares Reductores Fehling**

Determinación De Azúcares Reductores Fehling



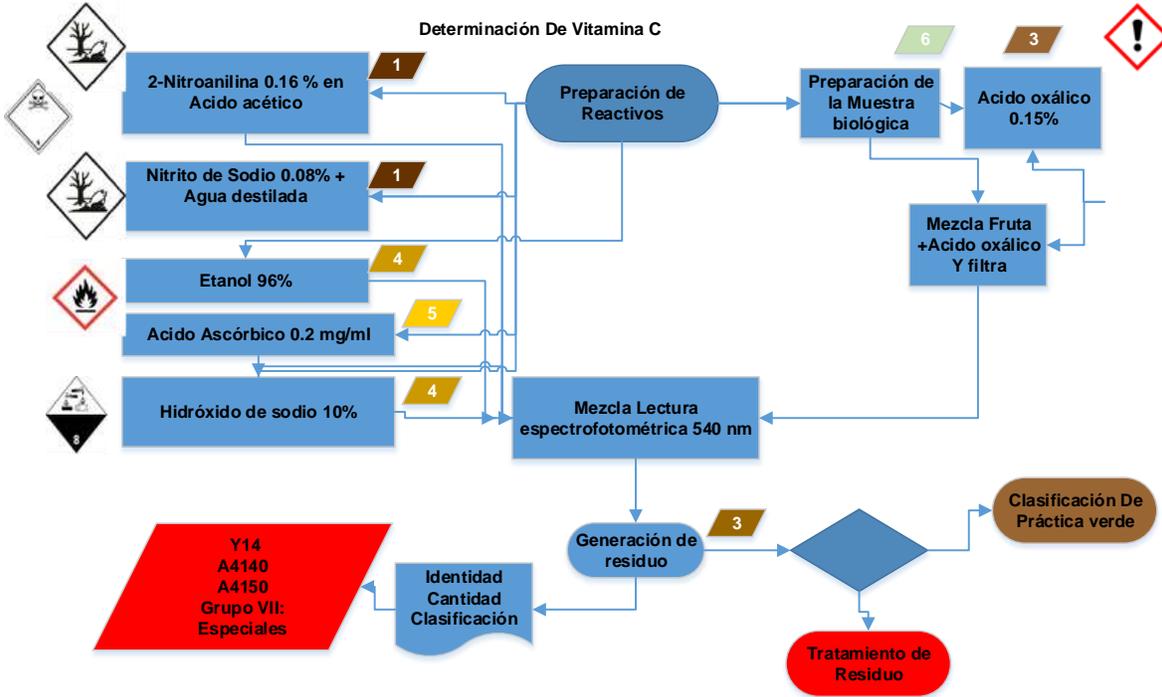
Práctica	Reactivos	Clasificación de reactivos según reactividad (SAFETY-DATA)	Recomendaciones ambientales según FD 8
Azúcares reductores Fehling	Sulfato de cobre $SO_4Cu^{+2} \cdot 5H_2O$	Azul	Datos de toxicidad para el cobre. Se espera que este material sea muy tóxico para la vida acuática. Los valores de LC50/96-horas para peces son menores de 1 mg/l. Los valores de IC50/72-horas para algas son menores de 1 mg/l.
	Tartrato de sodio y potasio tetrahidratado	Verde	Sal de bajo riesgo
	Hidróxido de Sodio	Verde	El tratamiento es la neutralización. Fácilmente degradable. No permitir su incorporación al suelo ni a acuíferos. Producto altamente corrosivo.

Laboratorios Facultad de Ingenierías  
Programas prácticas académicas verdes  
Plan de Gestión Integral De residuos Peligrosos



Fuente: La autora, 2014

Ilustración 52. Determinación De Vitamina C



Práctica	Reactivos	Clasificación de reactivos según reactividad (SAHS-I-DATA)	Recomendaciones ambientales según PDS
Determinación de Vitamina C	2-Nitroanilina	Azul	Peligroso para el medio ambiente acuático - Peligro crónico - Categoría 3 (CLP - Aquatic Chronic 3) H4.1
	Nitrito de Sodio	Amarillo	Peligroso para el medio ambiente. Muy tóxico para los organismos acuáticos.
	Etanol 96%	Rojo	Se puede realizar una inhalación controlada del material una vez ha sido absorbido o se puede dejar evaporar. Considera la posibilidad de utilizar el líquido como agente.
	Acido Oxálico	Blanco	Diluir con Agua aproximadamente en una proporción 1:5
	Hidróxido de Sodio	Verde	El tratamiento es la neutralización. Fácilmente degradable. No permitir su incorporación al suelo ni a acuíferos. Producto altamente corrosivo.
	Acido Ascórbico	Verde	Una vez neutralizados, diluir con Agua en una proporción mínima de 1:20 u otra relación adecuada y luego eliminar en las aguas residuales o por el desague.

Laboratorios Facultad de Ingenierías  
Programas prácticas académicas verdes  
Plan de Gestión Integral De residuos Peligrosos



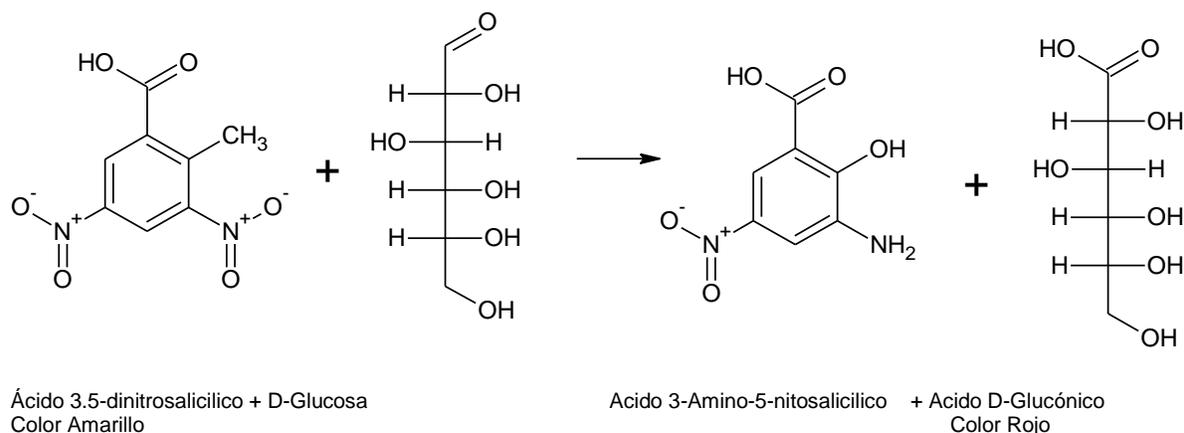
Fuente: La autora

**b. Reacciones**

**Determinación Del Equivalente De Dextrosa Por El Método De DNS**

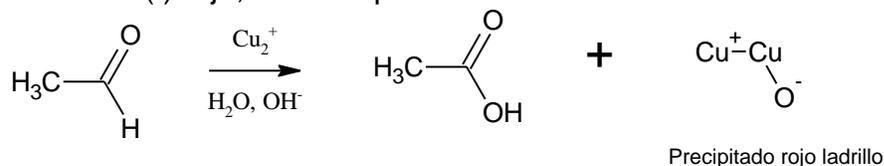
En concreto, la extensión de la hidrólisis enzimática de sacarosa (azúcar no reductor) en glucosa más fructosa (azúcares reductores) se valorará mediante uno de los diversos métodos existentes para la estimación de azúcares reductores. Nos referimos exactamente al método del ácido 3,5-dinitrosalicílico (DNS), el cual se basa en la reducción del DNS (de color amarillo) por la glucosa u otro azúcar reductor al ácido 3-amino-5-nitrosalicílico (de color rojo ladrillo) (Chaplin, 1986), cuya presencia puede detectarse por lectura de la Absorbancia en la zona de 540-

570 nm.



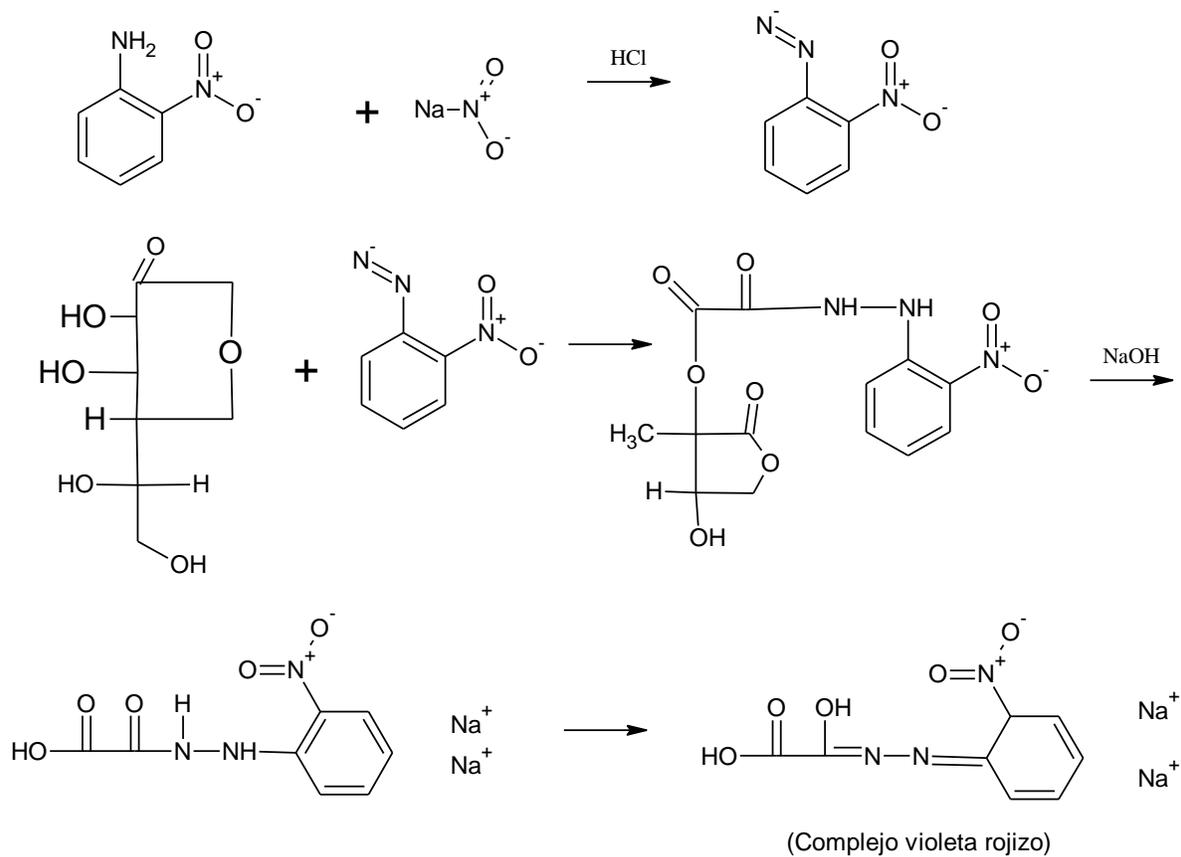
### Determinación De Azúcares Reductores Fehling

Esta reacción se fundamenta en el poder reductor del grupo carbonilo de un aldehído. Este se oxida a ácido y reduce la sal de cobre (II) en medio alcalino a óxido de cobre (I), que forma un precipitado de color rojo. Un aspecto importante de esta reacción es que la forma aldehído puede detectarse fácilmente aunque exista en muy pequeña cantidad. Si un azúcar reduce el licor de Fehling a óxido de cobre (I) rojo, se dice que es un azúcar reductor.



### Determinación De Vitamina C

El fundamento es el tratamiento con la 2-nitroanilina diazotada, el ácido ascórbico la convierte en la 2-nitrofenilhidrazida del ácido oxálico, la cual en presencia de un exceso de hidróxido de sodio forma la sal sódica de coloración rojo-violeta que presenta un máximo de absorción a 540 mm.



### c. Tratamiento de Residuos Peligrosos

Tabla 50. Residuos de la Determinación Del Equivalente De Dextrosa Por El Método De DNS

Práctica	Reactivos	Clasificación de reactivos según reactividad (SAFE-T-DATA)	Recomendaciones ambientales según FDS	Tratamientos Propuestos
Determinación Del Equivalente De Dextrosa Por El Método De DNS	Ácido Dinitrosalicílico_ DNS	Verde	Riesgo para el medio acuático Medio	Fotocatálisis homogénea en un reactor de recirculación y reactor solar CPC
	Tartrato de sodio y potasio tetra hidratado	Verde	Sal de bajo riesgo	

	Hidróxido de Sodio	Verde	El tratamiento es la neutralización. Fácilmente depurable. No permitir su incorporación al suelo ni a acuíferos. Producto altamente corrosivo.
	Glucosa	Verde	Diluir con agua en una proporción de 1:20 y eliminar en aguas residuales

Fuentes: La Autora con base en (Arias & Pizza, 2014)

Tabla 51. Residuos de Azucares reductores Fehling

Práctica	Reactivos	Clasificación de reactivos según reactividad (SAFE-T-DATA)	Recomendaciones ambientales según FDS	Tratamientos Propuestos
<b>Azúcares reductores Fehling</b>	Sulfato de cobre $\text{SO}_4\text{Cu} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Azul	Datos de toxicidad para el cobre. Se espera que este material sea muy tóxico para la vida acuática. Los valores de $\text{LC}_{50/96}$ -horas para peces son menores de 1 mg/l. Los valores de $\text{IC}_{50/72}$ -horas para algas son menores de 1 mg/l.	Elimínense esta sustancia y su recipiente en un punto de recogida de residuos especiales o peligrosos, conforme a la reglamentación local, regional, nacional y/o internacional. Evítese su liberación al medio ambiente.
	Tartrato de sodio y potasio tetra hidratado	Verde	Sal de bajo riesgo	
	Hidróxido de Sodio	Verde	El tratamiento es la neutralización. Fácilmente depurable. No permitir su incorporación al suelo ni a acuíferos. Producto altamente corrosivo.	

Tabla 52. Residuos de la Determinación de Vitamina C

Práctica	Reactivos	Clasificación de reactivos según reactividad (SAFE-T-DATA)	Recomendaciones ambientales según FDS	Tratamientos Propuestos
<b>Determinación de Vitamina C</b>	2- Nitro anilina	Azul	Peligroso para el medio ambiente acuático - Peligro crónico - Categoría 3 (CLP : Aquatic Chronic 3) H41	Elimínense esta sustancia y su recipiente en un punto de recogida de residuos especiales o peligrosos, conforme a la reglamentación local, regional, nacional y/o internacional. Evítese su liberación al medio ambiente.
	Nitrito de Sodio	Amarillo	Peligroso para el medio ambiente. Muy tóxico para los organismos acuáticos.	
	Etanol 96%	Rojo	Se puede realizar una incineración controlada del material una vez ha sido absorbido o se puede dejar evaporar. Considere la posibilidad de utilizar el líquido como agente	
	Acido Oxálico	Blanco	Diluir con Agua aproximadamente en una proporción 1:5	
	Hidróxido de Sodio	Verde	El tratamiento es la neutralización. Fácilmente depurable. No permitir su incorporación al suelo ni a acuíferos. Producto altamente corrosivo.	
	Ácido Ascórbico	Verde	Una vez neutralizados, diluir con Agua en una proporción mínima de 1:20 u otra relación adecuada y luego eliminar en las aguas residuales o por el desagüe.	

Fuente: La Autora, 2014

## p. Educación Ambiental

La educación ambiental se convierte en herramienta para el desarrollo de la propuesta ambiental, pues en ella se brindan los conocimientos para la gestión integral de residuos, la participación de toda la comunidad académica y las propuestas de soluciones interdisciplinarias de los impactos generados en las prácticas académicas desde lo científico y social.

Esta herramienta permitirá a los actores de la generación de residuos una interacción de lo teórico y lo práctico, que influirá en el comportamiento y valores sociales para el manejo de residuos. Esta propuesta plantea el uso de un Objeto Virtual de Aprendizaje, mediante la plataforma Moodle. En esta se brinda una total interacción de docentes, administrativos, estudiantes y laboratoristas, con retroalimentaciones asincrónicas de manejo integral de residuos peligrosos.

### a. Ova

El Objeto virtual de aprendizaje está definido por el Institute of Electrical and Electronics Engineers –IEEE, como una “entidad digital que puede ser usada, reusada o referenciada para el aprendizaje soportado en tecnología”. En el desarrollo de esta herramienta se diseñó el mensaje, el público y la ficha técnica del OVA, con la finalidad de difundir el Manejo integral de residuos peligrosos generados en los laboratorios y difundir la aplicación de prácticas académicas verdes en la comunidad académica.



Ilustración 53. OVA- Laboratorios Facultad de Ingenierías.

Fuente: La autora, 2013. <http://virtualugc.ugca.edu.co/moodle/>

q. Protocolo propuesto “prácticas Académicas Verdes”

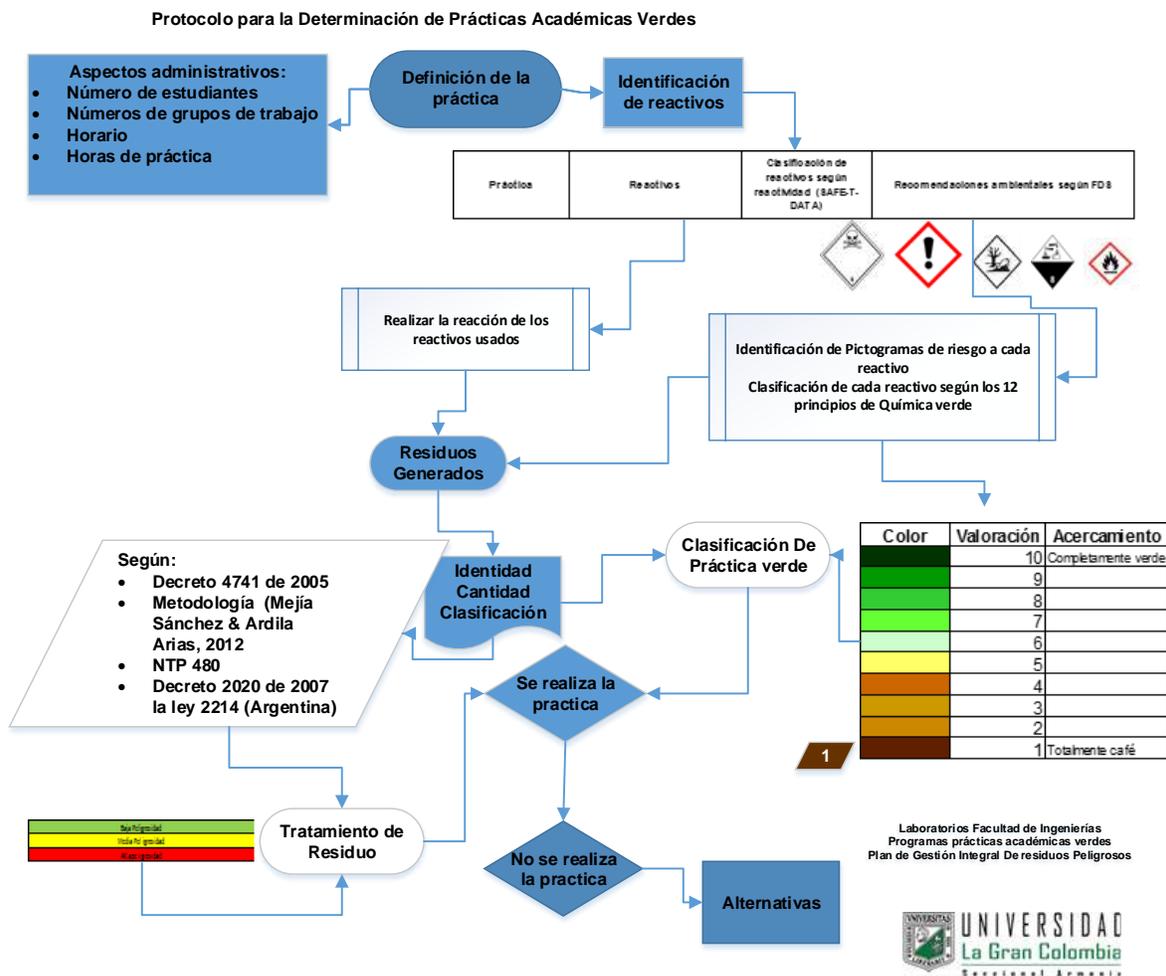


Ilustración 54. Propuesta Protocolo prácticas académicas verdes

Fuente: La autora.

### Tabla Anexo C

#### Anexo C1. Encuesta diagnostica para el manejo integral y disposición final de los residuos generados en los laboratorios de docencia de la Universidad Gran Colombia Seccional Armenia



#### Encuesta diagnostica para el manejo integral y disposición final de los residuos generados en los laboratorios de docencia de la Universidad Gran Colombia Seccional Armenia.

**Objetivo de la Encuesta:** Determinar el nivel de conocimiento de administrativos, docentes y estudiantes de la Facultad de Ingeniería sobre el proceso de gestión, separación, disposición y tratamiento final de los residuos químicos generados en los laboratorios de la Universidad de Gran Colombia Seccional Armenia.

No	Lea detenidamente cada cuestionamiento y señale con una X la respuesta con la que este más de acuerdo.	Siempre	Casi siempre	Algunas veces	Nunca	No sabe / No responde
<b>PLANEAR</b>						
1	¿En sus acciones laborales/Estudiantiles aplica la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral?					
2	¿Se evidencia en los laboratorios la política para el manejo de reactivos y sus desechos?					
3	¿En las prácticas académicas sigue los pasos de la matriz de riesgo Químico?					
4	¿En los laboratorios se evidencia el plan de manejo de residuos Químicos?					
5	¿En los laboratorios se analiza y gestiona el riesgo ambiental en sus					

	instalaciones y fuera de ellas?					
6	¿El laboratorio posee procedimientos para la recuperación de reactivos usados en las prácticas?					
<b>HACER</b>						
7	¿Se imparte información sobre el manejo de los residuos en las prácticas académicas?					
8	¿Se cuenta con un inventario de las sustancias almacenadas?					
9	¿Conoce el tipo de residuos generados en las prácticas docentes?					
10	¿Se posee información sobre los productos de las reacciones en las prácticas docentes?					
11	¿Se le indica cómo se deben desechar cada uno de los residuos generados durante la práctica?					
12	¿Tienen debidamente rotulado y clasificadas las sustancias que se generan?					
13	¿Se imparten capacitaciones para el manejo de residuos peligrosos?					
14	¿Se evidencia que el personal involucrado en las prácticas distingue las sustancias que pueden desechar a la poceta (lavaplatos) y cuales debe almacenar?					
15	¿Realiza Usted algún proceso de separación o clasificación?					
16	¿Se promueven las medidas de control para emergencias de derrame de residuos?					
17	¿Existen convenios con empresas especializadas para la recolección, eliminación y almacenamiento de desechos químicos?					
18	¿El laboratorio dispone de un área para el almacenamiento de residuos químicos?					
19	¿Se informado los resultados de las estadísticas sobre la cantidad y tipo de residuos generados en las prácticas académicas?					
20	¿Utiliza elementos de protección personal para el manejo de los					

	residuos generados en las prácticas?					
<b>VERIFICAR</b>						
21	¿Socializan los indicadores que permiten evaluar los riesgos de generación, almacenamiento y transporte de los residuos peligrosos?					
22	¿Se realiza la evaluación de impacto ambiental en las prácticas realizadas en los laboratorios?					
23	Se realizan simulacros de emergencia en los laboratorios de docencia?					
<b>ACTUAR</b>						
24	¿Se conocen acciones de mejoramiento en la generación y disposición de los residuos generados en las prácticas académicas?					
25	¿Se actualizan los procedimientos para el manejo de residuos con base en la evaluación y verificación de riesgos?					
26	¿Existe compromiso de la alta dirección con el proceso de manejo y control de residuos de los laboratorios de docencia?					