

**MANUAL DE SEGURIDAD DEL LABORATORIO DE LODOS Y CEMENTOS DE
LA ESCUELA DE INGENIERIA DE PETROLEOS CON FINES DE
CERTIFICACION EN HSEQ.**

DAVID RICARDO PAYA GUTIERREZ

JOSE LUIS FONSECA CASTRO



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-QUIMICAS
ESCUELA DE INGENIERIA DE PETROLEOS
BUCARAMANGA**

2011

**MANUAL DE SEGURIDAD DEL LABORATORIO DE LODOS Y CEMENTOS DE
LA ESCUELA DE INGENIERIA DE PETROLEOS CON FINES DE
CERTIFICACION EN HSEQ.**

DAVID RICARDO PAYA GUTIERREZ

JOSE LUIS FONSECA CASTRO

Tesis de Grado para optar al Título de Ingeniero de Petróleos

Directora:

ZULY HIMELDA CALDERON CARRILLO

Escuela de Ingeniería de Petróleos

Codirectora:

KATHY MARGARITA DAZA BROCHERO

Escuela de Ingeniería de Petróleos

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-QUIMICAS
ESCUELA DE INGENIERIA DE PETROLEOS
BUCARAMANGA**

2011

DEDICATORIA

Dedico este trabajo y la inmensa alegría de poder culminar mis estudios superiores para poder dar paso a una nueva etapa en mi vida:

A Dios quién siempre ha estado conmigo acompañándome durante toda la carrera y ha permitido que este logro sea posible.

A mis padres por brindarme su apoyo durante toda mi vida, mi carrera y mis difíciles decisiones. Ambos han sido personas fundamentales e influyentes en la consecución de este logro y de todas las metas ya cumplidas.

A mi hermano quién se encuentra en el mismo proceso que ahora yo estoy culminando. Por ser la persona que es y por todos los buenos momentos que hemos compartido.

David Paya Gutiérrez

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a todos aquellos quienes me acompañaron con su buena fe en este proceso que culmina mis estudios superiores:

A Dios por brindarme la ayuda y fortaleza necesaria en los momentos de mayor dificultad.

A mi madre por su apoyo incondicional y por su enorme corazón que siempre supo comprenderme y ayudarme como mi mejor amiga.

A mi tía por su incesante ayuda y apoyo en todos los momentos y por ofrecer siempre ese confort familiar para lograr este proyecto.

A mi hermano por su colaboración y por ser una compañía grata en el desarrollo mi vida.

Jose Fonseca Castro

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a la Universidad Industrial de Santander, a la Escuela de Ingeniería de Petróleos y en especial a sus docentes por darme la oportunidad de prepararme como profesional en ingeniería de petróleo.

Nuevamente a Dios, quién es el creador de todo e iluminó mi camino para cosechar triunfos durante toda mi vida y poder llegar a ser lo que soy hoy.

A mis padres les agradezco día a día por todo el esfuerzo hecho para brindarme siempre lo mejor, por enseñarme con paciencia las cosas buenas durante toda mi vida, por preocuparse por mi formación académica, por depositar toda su confianza en mí y sobre todo, por ser los mejores padres de este mundo.

A la Universidad de Oklahoma por permitirme realizar el intercambio académico en donde aprendí cosas nuevas y de mucho valor para poder seguir creciendo más como persona.

A Equión Energía Limited por el periodo en el cual realicé mi práctica y pude conocer y ser partícipe de los procesos realizados en el área de intervención de pozos.

A la doctora Zuly Calderón por el tiempo dedicado y la colaboración brindada durante la elaboración de este proyecto, por ser una profesora ejemplar de la Escuela de Ingeniería de Petróleos y ser una gran persona.

A la ingeniera Kathy Daza por ayudarnos con el desarrollo de este proyecto y guiarnos en la consecución de los objetivos propuestos en el plan de proyecto.

A los ingenieros Olga y Emiliano por las observaciones y recomendaciones para que este proyecto fuera exitoso y de ayuda para el laboratorio de lodos y cementos.

A Alexander Beltrán por todo el tiempo dedicado, la disposición y colaboración frente a todas las inquietudes que se presentaron en la realización del proyecto.

A los señores Heriberto Villamizar y Martha Delgado por acogerme en su hogar y hacerme sentir parte de la familia. Su confianza, afecto y compañía fueron fundamentales para tener una grata estadía por fuera de mi casa, lejos de mi familia y seres queridos.

A todos mis amigos de carrera por brindarme su amistad y compañía. Por todos los momentos inolvidables que pasamos mientras nos encontrábamos estudiando en la ciudad de Bucaramanga.

David Paya Gutiérrez

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la oportunidad de vivir y de llegar a este momento tan importante, a la Universidad Industrial de Santander por brindar el espacio para alcanzar este logro, a la Escuela de Ingeniería de Petróleos por permitirme desarrollar mis estudios, a mi madre por su entereza, sacrificio, dedicación y por su voto de confianza que ha mantenido siempre para obtener el horizonte de mi vida, a mi hermano por su ayuda, confianza y por ser una de las razones para culminar mis estudios, a tía Dora y Eduardo por brindarme su hogar, calor familiar, cariño y por hacerme sentir como si estuviese en mi propia casa, a Clarita por su gran afecto, amistad y consejo, a mi Tía “hermanita-mama” Martha por su apoyo incondicional, por los anhelos comunes que pronto serán cumplidos, y por el “hermanito” que ha traído a este mundo, a madrina Elcyda por forjarme el espíritu de superación, a mis amigos Mauricio, Jack, Mario, Marcela, Pepe, Mary, Titín por compartir buenos y difíciles momentos que transcurrieron durante nuestra estancia universitaria y por ser aquellas personas que nunca dejaron de ser amigos, a la Ing. Zuly por su amabilidad, disponibilidad y dirección de proyecto, a la Ing. Katy por apoyar este proyecto y poner a disposición su conocimiento, a Alex por su atención, amabilidad y préstamo de tiempo para disipar las inquietudes que surgieron en la elaboración de este proyecto, a Dianita por su amistad y disgustos que siempre dejaron algo bueno por reflexionar, a Elizabeth por brindarme su amistad y cariño que alegran mis días y por último a el ” gran” amigo Payita quien

me brindó su excelente amistad, por ser como un hermano que siempre estuvo en las buenas y en las malas, por su consejo y por contribuir en el desarrollo de este trabajo que significa el último escalón de la carrera, a lo cual solo me queda desearle los mejores éxitos en su nuevo proyecto de vida. Gracias a todos por su labor!

Jose Fonseca Castro

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION	26
1. PROPUESTA AMBIENTAL PARA LA CLASIFICACIÓN, UBICACIÓN Y DISPOSICIÓN DE LAS SUSTANCIAS QUÍMICAS	28
1.1 INVENTARIO DE MATERIALES QUÍMICOS	28
1.2 SISTEMAS DE IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN	30
1.2.1 Sistema de Identificación de Materiales Peligrosos HMIS III	31
1.3 ETIQUETAS	37
1.3.1 Etiqueta de clasificación de riesgos	39
1.4 ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS	41
1.4.1 Requisitos Generales de las Áreas de Almacenamiento de Materiales Químicos	41
1.4.2 Metodología	42
1.4.3 Responsabilidades	44
1.5 MANEJO DE RESIDUOS QUÍMICOS	45
1.5.1 Responsabilidades	47
2. PROTOCOLO DE USO DE EQUIPOS	50
2.1 BALANZA ELECTRÓNICA	51
2.2 MEZCLADOR	52
2.3 BALANZA DE LODOS	54

2.4 EMBUDO MARSH	56
2.5 KIT CONTENIDO DE ARENA	58
2.6 MEDIDOR PORTÁTIL DE PH	60
2.7 VISCOSÍMETROS	62
2.7.1 Viscosímetro Rotatorio	62
2.7.2 Viscosímetro Rotatorio (2 Velocidades)	63
2.7.3 Copa de Calentamiento Reómetro	63
2.8 FILTRO-PRENSA API	65
2.9 FILTRO-PRENSA HPHT	67
2.10 KIT RETORTA	70
2.11 CONSISTÓMETRO ATMOSFÉRICO	72
2.12 ESPECTROFOTÓMETRO	74
3. PROTOCOLO GENERAL DE SEGURIDAD	76
3.1 SEGURIDAD PERSONAL	77
3.2 NORMAS GENERALES PARA EL MANEJO DE MATERIALES QUÍMICOS	79
3.3 NORMAS GENERALES PARA EL USO DE EQUIPOS DE LABORATORIO	81
3.4 PLANES DE CONTINGENCIA	83
3.4.1 Plan de Contingencia para Incendios	85
3.4.1.1 Plan de Acción	86
3.4.1.2 Contactos	87
3.4.2 Plan de Contingencia para Sismos	88

3.4.2.1 Plan de Acción	88
3.4.2.2 Contactos	90
3.4.3 Plan de Contingencia para Situaciones de Vandalismo	91
3.4.3.1 Plan de Acción	91
3.4.3.2 Contactos	92
3.4.4 Plan de Contingencia para Derrames	92
3.4.4.1 Plan de Acción	93
3.4.4.2 Contactos	94
4. APLICACIÓN DEL PROTOCOLO GENERAL DE SEGURIDAD EN LAS PRACTICAS DEL LABORATORIO DE LODOS Y CEMENTOS	95
4.1 PRUEBA DE REOLOGIA	96
4.2 PRUEBA FILTRADO API	100
4.3 PRUEBA DE RETORTA	106
4.4 PRUEBA HPHT	110
5. MEDICIÓN DEL IMPACTO DE SEGURIDAD	114
5.1 METODOLOGIA	114
5.2 EVALUACION DE RIESGOS	118
5.3 IDENTIFICACION DE FACTORES DE RIESGOS	119
6. CONCLUSIONES	139
RECOMENDACIONES	142
BIBLIOGRAFIA	146
ANEXOS	149

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de etiqueta HMIS III	32
Figura 2. Iconos de órganos blanco de toxicidad	33
Figura 3. Iconos de peligro físico	33
Figura 4. Ejemplo de la etiqueta HMIS III	37
Figura 5. Etiqueta propuesta para los productos químicos	40
Figura 6. Balanza electrónica	51
Figura 7. Mezclador industrial	52
Figura 8. Balanza de lodos	54
Figura 9. Embudo Marsh	56
Figura 10. Kit contenido de arena	58
Figura 11. Medidor portátil de pH	60
Figura 12. Viscosímetro	62
Figura 13. Filtro prensa API	65
Figura 14. Filtro prensa HPHT	67
Figura 15. Kit retorta	70
Figura 16. Consistómetro Atmosférico	72
Figura 17. Espectrofotómetro	74
Figura 18. Selección del viscosímetro	97
Figura 19. Preparación del viscosímetro	98
Figura 20. Vertimiento del fluido de perforación	98

Figura 21. Prueba reológica del fluido de perforación	99
Figura 22. Filtro-prensa API	101
Figura 23. Compresor de la filtro-prensa API	102
Figura 24. Preparación de la cámara	102
Figura 25. Llenado de cámara con fluido de perforación	103
Figura 26. Presurización de la cámara	103
Figura 27. Probeta con filtrado	104
Figura 28. Finalización de filtrado	104
Figura 29. Entrega de laboratorio	105
Figura 30. Llenado cámara retorta con fluido de perforación	107
Figura 31. Armado de equipo de retorta	108
Figura 32. Recolección de filtrado prueba de retorta	108
Figura 33. Filtrado final prueba retorta	109
Figura 34. Cerrado de cámara HPHT con fluido de perforación	111
Figura 35. Presurización de la cápsula prueba HPHT	112
Figura 36. Filtrado final prueba HPHT	112
Figura 37. Espacio designado para que los estudiantes dejen sus pertenencias	121
Figura 38. Espacio de trabajo en el laboratorio	122
Figura 39. Manijas levantadas en vía de evacuación	123
Figura 40. Agrietamiento en pared y techo	123
Figura 41. Cableado expuesto en el laboratorio	126
Figura 42. Toma corriente descubierto	127

Figura 43. Almacenamiento indebido de productos peligrosos	130
Figura 44. Etiquetado de envases químicos	131
Figura 45. Recipientes para disposición de desechos sólidos	132

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Riesgos a la salud	34
Tabla 2. Riesgos de inflamabilidad	34
Tabla 3. Riesgos físicos	35
Tabla 4. Pictogramas utilizados por el HMIS® III para identificar los equipos de protección personal	36
Tabla 5. Grado de peligrosidad	115
Tabla 6. Factor de ponderación	115
Tabla 7. Grado de repercusión	115
Tabla 8. Escala de valorización	116
Tabla 9. Equipos y usos	117
Tabla 10. Insumos	118
Tabla 11. Condiciones de riesgos GTC 45	119
Tabla 12. Factores de riesgos identificados	120
Tabla13. Riesgos locativos actuales en el laboratorio de lodos y cementos	125
Tabla 14. Riesgos eléctricos y mecánicos actuales en el laboratorio de lodos y cementos	129
Tabla 15. Riesgos químicos actuales en el laboratorio de lodos y cementos	133

Tabla 16. Riesgos locativos en el laboratorio de lodos y cementos después de la re-evaluación de los factores de riesgo	136
Tabla 17. Riesgos eléctricos y mecánicos en el laboratorio de lodos y cementos después de la re-evaluación de los factores de riesgo	137
Tabla 18. Riesgos químicos en el laboratorio de lodos y cementos después de la re-evaluación de los factores de riesgo	138

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. NTC 4435. Transporte de mercancías. Hojas de seguridad para materiales. Preparación.	149
Anexo B. Plano de distribución de los usos del laboratorio de lodos y cementos	154

GLOSARIO

DERRAME: Acumulación anormal de sustancias orgánicas en una cavidad, o su salida al exterior.

EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL: está diseñado para proteger a las personas en el lugar de trabajo de lesiones o enfermedades serias que puedan Resultar del contacto con peligros químicos, radiológicos, físicos, eléctricos, mecánicos u otros.

ETIQUETA: Señal, marca o rótulo que se adhiere a un objeto para su identificación, clasificación o valoración.

FILTRADO API: Pérdida de volumen de una fase continua, medida en c.c. luego de 30 minutos, a 100 psi.

GTC: Guía Técnica Colombiana.

HMIS: (Hazardous Materials Identification System) Sistema de Identificación de Materiales Peligrosos. Clasificación numérica de peligros que incorpora el uso de etiquetas con códigos de colores y pictogramas de equipos de protección personal.

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE MATERIALES: Documento que contiene información sobre los compuestos químicos, el uso, el almacenaje, el manejo, los procedimientos de emergencia y los efectos potenciales a la salud relacionados con un material químico.

HPHT: (High Pressure High Temperature). Alta presión, alta temperatura.

NFPA: (National Fire Protection Association) Asociación Nacional de Protección contra el Fuego. Organización creada en Estados Unidos, encargada de crear y mantener las normas y requisitos mínimos para la prevención contra incendio, capacitación, instalación y uso de medios de protección contra incendio, utilizados tanto por bomberos, como por el personal encargado de la seguridad.

NPCA: (National Paint & Coatings Association) Asociación Nacional de Pintura y Recubrimientos. Es una organización de voluntarios y sin ánimo de lucro que trabaja en pro de las necesidades de la industria de pinturas y recubrimientos y de los profesionales que trabajan en esta.

NTC: Norma Técnica Colombiana.

ORGANOS BLANCO: Órganos del cuerpo humano que son objeto de la acción de algún microorganismo, virus o sustancia química.

OSHA: (Occupational Safety and Health Administration). Administración para la Salud y Seguridad Ocupacional. Agencia del departamento de trabajo de los Estados Unidos que tiene como misión prevenir lesiones, enfermedades y fatalidades laborales emitiendo y aplicando normas para la seguridad y la salud en el trabajo.

REOLOGIA: Parte de la física que estudia la relación entre el esfuerzo y la deformación en los materiales que son capaces de fluir.

SEGURIDAD INDUSTRIAL: Conjunto de técnicas multidisciplinarias que se encarga de identificar el riesgo, determinar su significado, evaluar las medidas correctivas disponibles y la selección del control óptimo.

RESUMEN

TITULO: MANUAL DE SEGURIDAD DEL LABORATORIO DE LODOS Y CEMENTOS DE LA ESCUELA DE INGENIERIA DE PETROLEOS CON FINES DE CERTIFICACION EN HSEQ.*

AUTORES: DAVID RICARDO PAYA GUTIERREZ, JOSE LUIS FONSECA CASTRO.**

PALABRAS CLAVES: Seguridad industrial, riesgos, manejo de sustancias peligrosas, HMIS III.

La seguridad industrial es uno de los aspectos más relevantes en el desarrollo de cualquier trabajo que se realice, debe ser tenida en cuenta en todo tipo de trabajo para asegurar el bienestar de las personas, la integridad de los equipos e instalaciones. Es por esto que los manuales de seguridad tienen en cuenta todos los aspectos necesarios para llevar a cabo medidas que disminuyan los riesgos.

En el presente trabajo se realizó una propuesta ambiental utilizando la normatividad vigente con el fin de mejorar la seguridad dentro de los procedimientos que se llevan en el laboratorio; para lo cual se tuvo en cuenta el almacenamiento, etiquetado, manipulación y disposición de productos químicos incluyendo las responsabilidades para cada uno de los implicados en el laboratorio. Adicionalmente, mediante un procedimiento operacional se describe el uso correcto de los equipos usados en el laboratorio para garantizar su buen funcionamiento y prolongar su vida útil. También, se elaboró un protocolo general de seguridad para que los estudiantes sigan siempre que se encuentren realizando alguna práctica y dentro de su contenido se encuentra la forma correcta de actuar en escenarios que pongan en peligro la vida de quien se encuentre presente en el laboratorio. Complementario a los protocolos, se realizó la aplicabilidad de los manuales y la propuesta ambiental en cuatro prácticas destacando el uso correcto de elementos de seguridad con el fin de medir el impacto generado y así compararlo con las condiciones actuales de operación del laboratorio.

* Trabajo de Grado.

** Facultad de Ingenierías Físico-Químicas, Escuela de Ingeniería de Petróleos, Ph.D. Zuly Himelda Calderón, Ing. Kathy Margarita Daza.

ABSTRACT

TITLE: PETROLEUM ENGINEERING SCHOOL MUDS AND CEMENTS LABORATORY MANUAL WITH HSEQ CERTIFICATION PURPOSES.*

AUTORS: DAVID RICARDO PAYA GUTIERREZ, JOSE LUIS FONSECA CASTRO.**

KEYWORDS: Industrial safety, risks, hazardous materials management, HMIS III.

Industrial security is one of the most relevant aspects to perform any job, it must be considered in all kind of work to guarantee people's wellness and the integrity of lab equipment and facilities. This is why safety manuals take into consideration all the necessary aspects to accomplish tasks decreasing risks at maximum.

An environmental proposal was made in this project based on current regulations with the purpose of improve safety in all procedures performed in the laboratory. Chemicals storage, labeling, manipulation and disposition were taken into account with the responsibilities of each party working in the laboratory. Additionally, it is described the correct use of the equipment through an operational procedure to guarantee its performance and extend its lifetime. It was also elaborated a laboratory general safety manual, aiming that all students always follow it when performing any laboratory activity. This manual also contains the correct way to respond in case of emergency that could jeopardize anyone's integrity inside the laboratory facilities. Complementary to the manuals, it was performed the applicability of the whole project in four practices, highlighting the correct way to use safety equipment and looking for measure the impact generated and contrast it with the laboratory operational current conditions.

* Graduation Project.

** College of Physical-Chemical Engineering, School of Petroleum Engineering, Ph.D. Zuly Himelda Calderón, Eng. Kathy Margarita Daza.

INTRODUCCION

El laboratorio de lodos y cementos de la Escuela de Ingeniería de Petróleos de la Universidad Industrial de Santander tiene como objetivo fundamental ser una unidad académica, científica y de investigación certificada en sistemas de gestión integrado, requiriendo para ello el cumplimiento de una serie de requisitos entre los cuales se encuentra la implementación de un manual de seguridad en aras de la consecución de mejores estándares de calidad, de seguridad y salud ocupacional, y en la conservación y preservación del medio ambiente.

El manual de seguridad aquí desarrollado tiene como objeto principal coadyuvar a la Escuela de Ingeniería de Petróleos de la Universidad Industrial de Santander, en la búsqueda de la certificación del laboratorio de lodos y cementos en las Normas Técnicas Colombianas en Sistemas de Gestión de la Calidad (ISO 9001), Sistemas de Gestión Ambiental (ISO 14001) y Sistemas de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional (OHSAS 18001).

Este manual de seguridad identifica en el laboratorio de lodos y cementos: Los peligros asociados al desarrollo de las prácticas, los procedimientos encaminados a eliminar o reducir al máximo los potenciales riesgos y la elección adecuada de los equipos de protección personal en el laboratorio. Realiza una propuesta ambiental para el manejo de los productos químicos y darle así cumplimiento a la Ley 55 de 1993 y a la Norma Técnica Colombiana 4435. Adicionalmente, incluye

información sobre seguridad, mediante un protocolo de seguridad general el cual describe una serie de normas para el uso de los equipos, la manipulación de sustancias químicas y procedimientos en caso de emergencia, que garantice las buenas prácticas dentro de los procesos llevados en el laboratorio.

La seguridad industrial que promueve este manual parte del orden mismo que debe imperar en el laboratorio, identificando los puntos vulnerables para hacer de este un lugar propicio en donde se encuentre fácilmente los documentos informativos y de manejo de sustancias químicas, unas guías para el correcto uso de equipos y unos lineamientos de seguridad personal ya que por precisas situaciones, se hace necesario el manejo de altas presiones y temperaturas producto de las diferentes pruebas que se realizan para conocer el comportamiento de las propiedades de los lodos.

1. PROPUESTA AMBIENTAL PARA LA CLASIFICACIÓN, UBICACIÓN Y DISPOSICIÓN DE LAS SUSTANCIAS QUÍMICAS

Muchos de los compuestos químicos que a diario son utilizados en las diferentes prácticas en el laboratorio se encuentran etiquetados de forma incorrecta, se almacenan de forma inadecuada, son manipulados sin tener todas las precauciones necesarias y no cumplen con un sistema seguro de disposición de residuos. Es por esto que en este capítulo se plantea una propuesta ambiental para que sea evaluada por las directivas de la escuela de Ingeniería de Petróleos, con el fin de adoptar nuevas medidas de seguridad en el laboratorio que garanticen el bienestar de las personas que hacen uso de estas sustancias.

1.1 INVENTARIO DE MATERIALES QUÍMICOS¹

En cada laboratorio se requiere mantener un inventario actualizado de la información más importante de todas las sustancias químicas que se manejan para poder identificar los posibles peligros y así elaborar una propuesta ambientalmente segura para tener un control sobre la manipulación de sustancias

¹NATIONAL PAINT AND COATINGS ASSOCIATION. Hazardous Materials Identification system Implementation Manual. 3 ed. USA: J.J. Keller & Associates, Inc., 2001. Chapter 9. p. 1-2.

químicas que minimice accidentes de trabajo, impactos al medio ambiente y daño a los equipos usados en el laboratorio.

Por lo anterior, se considera adecuado que el inventario de sustancias químicas contenga los siguientes datos:

- ✓ Nombre de la sustancia,
- ✓ Estado físico de la sustancia (sólido, líquido, gas).
- ✓ Concentración, grado de pureza o contenido de humedad, esto ayuda en la clasificación de la sustancia.
- ✓ Código de identificación interno.
- ✓ Clasificación de riesgos del material peligroso según HMIS® III (Hazardous Materials Identification System).
- ✓ Numero de Hoja de Datos de Seguridad de Materiales.
- ✓ Proveedor(es) con dirección y teléfonos.

Esta información es recomendable que esté sistematizada para permitir su actualización periódica, al menos una vez al año. A ella deberían tener acceso las personas que deban tomar decisiones de seguridad para la ejecución de trabajos y manejo de emergencias. Adicionalmente, se debe nombrar un responsable de la actualización del inventario.

Para propósitos del desarrollo e implementación del inventario de materiales químicos, se puede utilizar el formato de hojas de datos de seguridad para materiales de la Norma Técnica Colombiana 4435, el cual puede ser detallado en el anexo A.

Estas hojas de información de seguridad de los materiales son un requisito especificado en la Ley 55/93 que aprueba el Convenio 170 sobre la Seguridad en la Utilización de los Productos Químicos en el Trabajo con la Organización Internacional del Trabajo, reglamentado por el decreto 1973 de 1995 expedido por el Ministerio de Relaciones Exteriores.²

1.2 SISTEMAS DE IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN

Existen a nivel internacional varios sistemas para la clasificación e identificación de sustancias químicas, dependiendo del punto de vista de seguridad o salud ocupacional. Entre los más conocidos por su amplio uso y difusión están:

- ✓ El Sistema de Identificación de Materiales Peligrosos de la NFPA (National Fire Protection Association).

²COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Ley 55 de 1993. Por medio de la cual se aprueba “Convenio Numero 170 y la Recomendación Numero 177 sobre la seguridad en la utilización de los productos químicos en el trabajo”, adoptados por la 77ª Reunión de la Conferencia General de la OIT, Ginebra, 1990. Bogota 1993.

- ✓ El Sistema de Identificación y Clasificación de la Unión Europea.
- ✓ El Sistema de Identificación y Clasificación de la Organización de las Naciones Unidas (ONU).
- ✓ El Sistema de Identificación de Materiales Peligrosos (HMIS® III) que recomienda OSHA.

Cada uno de los sistemas cuenta con unos criterios propios para la clasificación de las sustancias, las cuales se presentan normalmente en listados. La propuesta de almacenamiento y manejo de sustancias químicas de este proyecto está fundamentada en el Sistema de Identificación de Materiales Peligrosos HMIS® III, ya que está reconocido por OSHA porque cumple con los requerimientos del OSHA – HCS (Hazardous Communication Standard).

1.2.1 Sistema de Identificación de Materiales Peligrosos HMIS III

Los fabricantes, importadores, y distribuidores de productos químicos deben fijar etiquetas en todos los envases de productos químicos peligrosos. Los envases incluyen cajas, latas, frascos, cilindros y depósitos. Para las tuberías se adoptan otros sistemas de identificación.

El HMIS® III tiene como propósito brindar la mayor información posible de riesgos para la salud, inflamabilidad y peligros físicos por medio de colores y una

clasificación numérica para indicar el nivel de peligro.³Adicionalmente utiliza símbolos para identificar el equipo de protección personal que debe ser usado durante la exposición a sustancias químicas bajo condiciones específicas y datos complementarios a través de íconos. Los colores indican el tipo de peligro:

AZUL. Peligro contra la salud.

ROJO. Inflamabilidad.

NARANJA. Peligro físico.

BLANCO. Equipo protector exigido.

Figura 1. Esquema de etiqueta HMIS III



Fuente: Modificado de <http://www.docstoc.com>

Los números indican el “Grado de Peligro”:

0. Peligro mínimo.

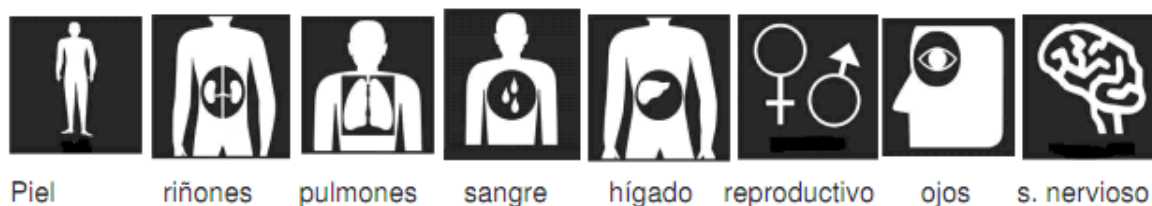
1. Peligro leve.

³NATIONAL PAINT AND COATINGS ASSOCIATION (Estados Unidos). Op. cit., Chapter 1. 1 p.

2. Peligro moderado.
3. Peligro serio.
4. Peligro grave.

En la parte superior de la etiqueta debe ir el nombre de la sustancia o producto químico. En salud, se encuentra un cuadro adicional al del grado numérico para indicar el tipo de órgano que se va a ver afectado (ver figura 2).

Figura 2. Iconos de órganos blanco de toxicidad



Fuente: <http://www.docstoc.com>

En la parte inferior se encuentra un espacio en blanco para poner los íconos y letras de los equipos de protección personal exigidos y los íconos de peligro físico ilustrado en la figura 3.

Figura 3. Iconos de peligro físico



Fuente: <http://www.docstoc.com>

Las secciones específicas de una etiqueta HMIS® III incluyen lo siguiente:

Tabla 1. Riesgos a la salud

Riesgos a la Salud	
De acuerdo a la NPCA el procedimiento de asignación de números de identificación de riesgos es diferente al adoptado por la norma NFPA 704. La clasificación numérica de riesgos a la salud se indica a continuación.	
4	Amenaza inmediata a la vida, daño mayor o permanente puede resultar desde simples o repetidas sobreexposiciones.
3	Daño mayor probable a menos que se tomen acciones preventivas y se de tratamiento médico inmediato.
2	Puede ocurrir daño temporal o menor.
1	Posible daño menor reversible o irritación
0	Riesgo no significativo a la salud

Fuente: <http://www.docstoc.com>

Tabla 2. Riesgos de inflamabilidad

Riesgos de Inflamabilidad	
Para el HMIS III, los criterios de inflamabilidad están definidos de acuerdo a los estándares OSHA:	
4	Gases inflamables o líquidos inflamables muy volátiles con puntos de inflamación por debajo de 73 °F (23 °C) y puntos de ebullición menores a 100 °F (38°C). Materiales que pueden incendiarse espontáneamente tras contacto con el aire.
3	Materiales capaces de incendiarse bajo casi todas las condiciones normales de temperatura. Incluyen líquidos inflamables con puntos de inflamación por debajo de 23°C (73°F) y puntos de ebullición por encima de 38 °C (100 °F) (Clase IB e IC).
2	Materiales que deben ser moderadamente calentados o expuestos a temperaturas ambiente altas antes de que su ignición se produzca. Incluye líquidos con un punto de inflamación por encima de 38°C pero por debajo de 93.5 °C. (Clases II & IIIA).
1	Materiales que deben ser precalentados antes de que su ignición ocurra. Incluye líquidos, sólidos y semisólidos que tiene un punto de inflamación por encima de 93.5 °C. (Clase IIIB).
0	Materiales que no se queman.





































Fuente: <http://www.docstoc.com>

Tabla 3. Riesgos físicos

Riesgos Físicos	
<p>Los peligros de reactividad son valorados usando los criterios de la OSHA de riesgos físicos. Son reconocidos siete clases de sustancias de alto riesgo:</p> <ul style="list-style-type: none">✓ Sustancias reactivas al agua✓ Peróxidos orgánicos✓ Explosivos✓ Gases comprimidos.✓ Materiales pirofóricos✓ Oxidantes✓ Reactivos inestables <p>Esta sección reemplaza la ya obsoleta sección amarilla de reactividad. Los criterios de clasificación se dan a continuación:</p>	
4	Materiales que son capaces de reaccionar explosivamente con el agua, detonan o descomponen explosivamente, se polimerizan o auto-reaccionan a presión y temperatura normales (25°C y 1 atm).
3	Materiales que pueden formar mezclas explosivas con el agua o son capaces de detonar o reaccionar explosivamente en presencia de Fuentes de iniciación fuertes. Materiales que pueden polimerizarse, descomponerse, auto-reaccionan o tienen otro cambio químico a presión y temperatura normales (25°C y 1 atm) que representen un riesgo moderado de explosión.
2	Materiales que son inestables y pueden sufrir cambios químicos violentos a presión y temperatura normales (25°C y 1 atm) con riesgo bajo de explosión. Materiales que pueden reaccionar violentamente con el agua o forma peróxidos bajo exposición al aire.
1	Materiales que son normalmente estables pero pueden volverse inestables a altas temperaturas o presiones. Materiales que pueden reaccionar con el agua no violentamente o sufren polimerización peligrosa en ausencia de inhibidores.
0	Materiales que son normalmente estables aún bajo condiciones de fuego y no reaccionan con el agua, polimerizan, descomponen, condensan o auto-reaccionan. No explosivos.

Fuente: <http://www.docstoc.com>

Tabla 4. Pictogramas utilizados por el HMIS® III para identificar los equipos de protección personal

PICTOGRAMAS UTILIZADOS POR EL HMIS® III PARA IDENTIFICAR LOS EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL	
Letra HMIS	Equipo Requerido
A	 Safety Glasses
B	  Safety Glasses Gloves
C	   Safety Glasses Gloves Protective Apron
D	   Face Shield Gloves Protective Apron
E	   Safety Glasses Gloves Dust Respirator
F	    Safety Glasses Gloves Protective Apron Dust Respirator
G	   Safety Glasses Gloves Vapor Respirator
H	    Splash Goggles Gloves Protective Apron Vapor Respirator
I	    Safety Glasses Gloves Dust Respirator Vapor Respirator
J	     Splash Goggles Gloves Protective Apron Dust Respirator Vapor Respirator
K	    Air Line Mask or Hood Gloves Full Suit Boots
X	Consulte al supervisor sobre las medidas específicas para la manipulación de esta sustancia.

Fuente: <http://www.docstoc.com>

Figura 4. Ejemplo de la etiqueta HMIS III



Fuente: Modificado de <http://www.docstoc.com>

1.3 ETIQUETAS

La seguridad laboral y unas buenas condiciones de trabajo son esenciales para el desarrollo de las prácticas y es por esto que día a día las personas se ven en la necesidad de incorporar comportamientos saludables a los ya conocidos y nuevos procesos de enseñanza. Es de gran importancia que dentro de estos procesos de enseñanza los estudiantes dispongan de información detallada sobre las características de los productos químicos y los riesgos a los que se encuentran expuestos dentro de los laboratorios de la escuela de ingeniería de petróleos.

Esta información se puede brindar a través del etiquetado y de las hojas de datos de seguridad. Cada producto químico debe contener en su recipiente una etiqueta

y su correspondiente hoja de datos de seguridad, para garantizar la protección y el bienestar de cada uno de los estudiantes que manipulan los reactivos durante las diferentes prácticas de laboratorio.

La etiqueta es la información más inmediata y a la mano que tienen los estudiantes a la hora de manejar sustancias químicas para conocer los peligros que puedan presentarse y así evitar posibles incidentes que afecten la salud o el desarrollo de la práctica. La claridad y el fácil entendimiento de un sistema de etiquetado son vitales para la prevención de accidentes, y debe estar presente en todos los recipientes que contengan sustancias químicas dentro del laboratorio. Este sistema debe cumplir como mínimo los siguientes requisitos:

- ✓ Mantenerse en buen estado y ser legible.
- ✓ Estar en español.
- ✓ Colocarse en sitio visible del recipiente con sistemas de adhesión que garanticen su permanencia.
- ✓ Ser resistente a la humedad y cambios de temperatura.
- ✓ Redactada en lenguaje sencillo.

Con los datos consignados en las hojas de información de seguridad se deben elaborar las etiquetas que deben acompañar a cada recipiente que contenga sustancias químicas. Con el fin de garantizar el etiquetado de los recipientes, los directivos del laboratorio deben exigir al fabricante o distribuidor que coloquen las

etiquetas a todos los productos que sean comprados o en su defecto, el técnico del laboratorio será quien lo haga.

Las etiquetas son un requisito también especificado en la Ley 55/93 que aprueba el Convenio 170 sobre la Seguridad en la Utilización de los Productos Químicos en el Trabajo con la Organización Internacional del Trabajo reglamentado por el decreto 1973 de 1995 expedido por el Ministerio de Relaciones Exteriores.⁴

1.3.1 Etiqueta de clasificación de riesgos

Esta etiqueta debe colocarse en todos los recipientes que contengan materiales químicos, en un sitio visible dependiendo del tipo de recipiente y su forma de almacenamiento.

Todos los envases y recipientes con productos químicos y muestras en el laboratorio, deben tener ésta etiqueta y su información debe ser coherente con la registrada en la hoja de seguridad del material. La etiqueta de clasificación de riesgos deberá contener la siguiente información:

⁴COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Ley 55 de 1993. Por medio de la cual se aprueba “Convenio Numero 170 y la Recomendación Numero 177 sobre la seguridad en la utilización de los productos químicos en el trabajo”, adoptados por la 77ª Reunión de la Conferencia General de la OIT, Ginebra, 1990. Bogotá 1993.

1. Nombre del producto (el mismo de la hoja de seguridad).
2. Código de la Hoja de Seguridad (el número dado por el administrador de la base de datos de Hojas de Seguridad).
3. Riesgos para la salud, de inflamabilidad y físicos.
4. Código de los elementos de protección personal.

El sistema de identificación de materiales HMIS® III cumple con los requisitos anteriormente mencionados y se plantea como una etiqueta ideal para identificar los riesgos de los materiales químicos ya que se representan mediante un código de números y colores ya información de los elementos de protección personal recomendados, a través de un sistema de codificación que utiliza pictogramas de fácil comprensión. A continuación se ilustra el esquema de la etiqueta propuesta:

Figura 5. Etiqueta propuesta para los productos químicos.

HMIS III	
NOMBRE DE LA SUSTANCIA	
NUMERO DE LA HOJA DE SEGURIDAD	
SALUD	<input type="text"/> <input type="text"/>
INFLAMABLE	<input type="text"/>
PELIGRO FISICO	<input type="text"/>
PROTECCION PERSONAL	

Fuente: Modificado de <http://www.docstoc.com>

1.4 ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUIMICOS

La siguiente propuesta se realiza teniendo en cuenta que el almacenamiento de los productos químicos se hace dentro del laboratorio, ya que esta ha sido el área designada por la escuela de ingeniería de petróleos para este fin, los volúmenes de materiales químicos no son de gran tamaño y las características para su almacenamiento obedecen a un nivel de riesgo bajo.

1.4.1 Requisitos Generales de las Áreas de Almacenamiento de Materiales Químicos

Las áreas de almacenamiento de los reactivos de laboratorio deben tener las siguientes características mínimas:

- ✓ Acceso restringido.
- ✓ Pisos impermeabilizados.
- ✓ Suficiente estantería, de acuerdo con la variedad de riesgos.
- ✓ Iluminadas con luz artificial, evitando el contacto con la luz solar.
- ✓ Áreas secas y con buena ventilación.
- ✓ Con materiales absorbentes para atender posibles derrames.

1.4.2 Metodología⁵

Como primer paso, antes de reorganizar los productos químicos en el laboratorio, se debe hacer una evaluación para saber que sustancias no son útiles y proceder a su eliminación. Adicionalmente, se hace necesario la implementación de un inventario, (el cual está propuesto en este capítulo) para facilitar el almacenamiento de todos los químicos y la elección de un sistema de identificación y clasificación de los reactivos. Se recomienda elegir un sistema que sea fácil de entender y de identificar por las personas encargadas del almacenamiento.

Una vez identificados y clasificados los productos químicos, se recomienda tener en cuenta los siguientes parámetros:

- ✓ Los reactivos deben estar separados en grupos y en compartimientos diferentes dependiendo de su clase. Pueden almacenarse en un mismo estante si su clasificación lo permite.
- ✓ Se deben consultar detalladamente las hojas de datos de seguridad de todos los productos químicos usados en el laboratorio con el fin de verificar la compatibilidad de estas sustancias ya que se pueden existir incompatibilidades dentro de un mismo grupo o clase de riesgo.

⁵COLOMBIA.MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. CONSEJO COLOMBIANO DE SEGURIDAD. Guías ambientales de almacenamiento y transporte por carretera de sustancias químicas peligrosas y residuos peligrosos. Bogotá: 2003. p. 24-25.

- ✓ Los productos que pertenezcan al grupo de baja peligrosidad, pueden dejarse almacenados en una estantería demarcada con color naranja siguiendo el sistema de clasificación del HMIS III. Es necesario que el inmueble que contenga a estos reactivos se encuentre fijado a la pared para evitar futuros incidentes de derrame. Se debe garantizar el buen estado de los recipientes que contienen a los productos y se recomienda organizarlos de forma que los de mayor volumen queden en la parte inferior y los más pequeños en la parte superior. En caso de contar con sustancias altamente peligrosas, estas deben ser almacenadas en gabinetes aislados de los demás productos químicos presentes en el laboratorio.
- ✓ En cuanto a los productos que representen riesgos para la salud, como los son los reactivos nocivos y tóxicos, se recomienda que sean organizados sobre una estantería demarcada con color azul para llevar una coherencia con el HMIS III. Se recomienda su almacenamiento de igual forma a la de los reactivos de baja peligrosidad.
- ✓ Para los productos inflamables, se recomienda una estantería demarcada con color rojo y una separación prudente entre los reactivos. Si el riesgo de los reactivos es muy grande, se debe optar por un almacenamiento aislado y especial en gabinetes, preferiblemente fuera de las instalaciones del laboratorio.
- ✓ Por último, se recomienda crear una lista con todos los productos químicos que especifique el grupo al cual pertenecen, el estante o gabinete en el cual están ubicados y el nivel o fila si aplica. Todo esto con el fin de lograr una

ubicación rápida y precisa a la hora de hacer uso de estos y para prevenir condiciones inseguras durante el almacenamiento una vez culminada la práctica de laboratorio.

1.4.3 Responsabilidades

Es de gran importancia delegar un responsable del manejo de sustancias químicas dentro de todo laboratorio, con el fin de tener una supervisión en el almacenamiento y manipulación de los materiales que se van usar en las prácticas. Esto ayuda a tener un mejor control sobre las actividades que se realicen en el laboratorio, disminuyendo la posibilidad de que se generen accidentes a personas, al medio ambiente y a los equipos.

Responsabilidades del técnico de laboratorio:

- ✓ Mantener información actualizada de seguridad de todos los materiales manejados (hojas de datos de seguridad) e informar a los estudiantes sobre los riesgos y las medidas de seguridad.
- ✓ Diseñar y mantener actualizado un plan de emergencias en coordinación con los profesionales en HSEQ.
- ✓ Establecer programas de inspecciones y mantenimiento de los equipos de manejo de materiales.

- ✓ Establecer programas de inspecciones de áreas de almacenamiento.
- ✓ Elaborar y mantener actualizado un inventario de materiales químicos tal y como se especifica en el capítulo 1.
- ✓ Leer la hoja de seguridad del material antes de su llegada.
- ✓ Alistar el espacio donde se almacenará el material teniendo en cuenta las incompatibilidades con materiales cercanos.
- ✓ Verificar que se tengan los elementos de protección personal y equipos necesarios para el descargue, movilización y manipulación segura de los recipientes o empaques del material.
- ✓ Asegurarse de contar con suficientes etiquetas de identificación de peligros (HMIS® III) para reemplazar o colocar en caso de daños, errores u omisiones.

1.5 MANEJO DE RESIDUOS QUÍMICOS

Durante mucho tiempo la disposición de residuos químicos en el laboratorio de lodos y cementos no se hizo acorde a las normas, lo que ocasionó un problema de taponamiento en la tubería del desagüe del laboratorio. El vertimiento de los fluidos de perforación y cementos preparados en las prácticas generó la adhesión de estas sustancias a la pared de la tubería, restringiendo el flujo a un diámetro mínimo que pudo ocasionar un estado de emergencia en el laboratorio y demás salones por donde pasaba la tubería.

Adicional a esto, la Universidad Industrial de Santander no contaba con un programa de disposición de residuos químicos, lo que generaba un riesgo para los diferentes laboratorios de la institución. A raíz de varios estudios realizados por diferentes estudiantes, los incidentes ocurridos y peticiones de las escuelas, se llevó a cabo la elaboración e implementación del Plan de Gestión Integral de Residuos (PGIR) en el 2008. La escuela de ingeniería de petróleos por su parte, ya cuenta desde hace 8 meses con el servicio de la empresa Sandesol para la recolección de residuos químicos y peligrosos. Sin embargo, el laboratorio no cuenta con un área de almacenamiento acorde al tipo de residuos, por lo que se ve en la necesidad de implementar la adecuación de algún cuarto o espacio (en acuerdo con el comité técnico del PGIR) para dicho fin.

Con el fin de realizar un manejo ambientalmente seguro a los residuos químicos en el laboratorio y darle cumplimiento a las exigencias del PGIR, se recomienda tener en cuenta lo siguiente y verificar que se cumpla:

- ✓ Entregar por escrito la identificación y composición del residuo.
- ✓ Realizar la clasificación del riesgo según la etiqueta HMIS III.
- ✓ Colocar en el recipiente una etiqueta impermeable.
- ✓ Reportar la cantidad generada.
- ✓ Llenar el recipiente hasta un 70% del volumen total.
- ✓ Asegurarse que los empleados contratistas cuenten con el equipo de protección personal adecuado para la manipulación de los residuos.

- ✓ Asegurarse que los empleados contratistas estén capacitados y certificados en el manejo de residuos químicos y peligrosos.
- ✓ Contar con un plan de emergencia y un kit de derrames en caso de derrame durante la recolección.

1.5.1 Responsabilidades

Con el fin de minimizar el impacto que generan los residuos químicos al medio ambiente, los estudiantes, el técnico de laboratorio y los profesionales en HSEQ deben colaborar cumpliendo con una serie de responsabilidades que se mencionan a continuación.

Técnico de laboratorio:

- ✓ Llevar un control de las cantidades de residuos generados mensualmente.
- ✓ Inspeccionar periódicamente los recipientes que contengan los residuos para garantizar la seguridad a la hora de su recolección.
- ✓ Realizar el debido etiquetado de cada uno de los recipientes de residuos.
- ✓ Velar por la seguridad de los estudiantes mientras estos residuos se encuentran almacenados dentro del laboratorio.
- ✓ Estar capacitado en atención de derrames en caso que ocurra algún incidente durante la manipulación de los recipientes.

Estudiantes:

- ✓ Seguir las instrucciones del técnico de laboratorio en cuanto a la minimización y manejo de residuos de materiales químicos.
- ✓ Reportar al técnico de laboratorio cualquier escape o derrame de material químico que se presente durante la práctica.
- ✓ Actuar según el plan de contingencias cuando ocurra algún derrame o escape de materiales químicos peligrosos.
- ✓ Comunicar sus inquietudes o ideas sobre la reducción o el manejo de los residuos químicos al técnico de laboratorio.

Profesional en HSEQ:

- ✓ Brindar apoyo al técnico de laboratorio para la minimización y manejo seguro de los residuos químicos en sus áreas, mediante la evaluación de materiales, inspecciones, revisión de procedimientos, experiencias previas y/o atención de sus inquietudes.
- ✓ Realizar auditorías de HSEQ periódicas y hacer seguimiento a las acciones preventivas y/o correctivas que se deriven de sus resultados.
- ✓ Capacitar al técnico de laboratorio en minimización y manejo seguro de residuos químicos.

- ✓ Realizar inspecciones periódicas del material químico almacenado a fin de detectar oportunamente signos de deterioro o fallas de los envases o empaques de dichos materiales y actuar rápidamente.
- ✓ Contar con un área de almacenamiento exclusiva para residuos.
- ✓ Mantener actualizados todos los procedimientos relacionados con el recibo, almacenamiento y disposición final de residuos peligrosos e instruir al técnico de laboratorio al respecto.

2. PROTOCOLO DE USO DE EQUIPOS⁶

El buen uso de los equipos de laboratorio resulta fundamental en la obtención de óptimos resultados en las pruebas de laboratorio, por lo que se hace necesaria la actualización del manual de procedimientos de operación de equipos, que explique el debido uso de los equipos para un fácil entendimiento por parte de los estudiantes. Adicionalmente se realiza con la intención de que sea un mecanismo de seguridad y protección en la prevención de posibles incidentes durante el desarrollo de las prácticas.

El uso inadecuado de los equipos puede generar lesiones a los estudiantes, una reducción en la vida útil de los dispositivos, mayor inversión económica en el mantenimiento preventivo o correctivo e incluso pérdidas económicas para el laboratorio en caso de daño total. También se generaría la suspensión del equipo por un tiempo indeterminado mientras se logra reparar o adquirir uno nuevo, lo que llevaría a un posible retraso en el desarrollo de la asignatura.

A continuación se hace una breve descripción sobre la utilización de cada uno de los equipos y algunas recomendaciones antes, durante y después de su uso, la cual fue actualizada teniendo en cuenta las guías utilizadas en el laboratorio de lodos y cementos para la operación de cada uno de los equipos.

⁶ BELTRAN, Alexander. Procedimientos de operación de equipos, Laboratorio de Lodos y Cementos. Bucaramanga: Escuela de Ingeniería de Petróleos, 1998. p.1-14.

2.1 BALANZA ELECTRÓNICA

Figura 6. Balanza electrónica



Marca: Ohaus

Modelo: Scout

Capacidad: 810 g

Voltaje: 115 V

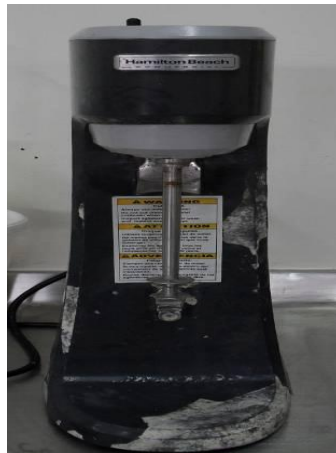
Equipo portátil diseñado para usar en laboratorios, industria o enseñanza, de fácil operación y lectura. Su plato inoxidable permite una fácil y rápida limpieza. Ideal para la medición del peso de las sustancias químicas a utilizar en la preparación de los fluidos de perforación.

Procedimiento Operacional

- ✓ Retirar la base de la balanza y limpiar con cuidado.
- ✓ Conectar la balanza al tomacorriente adecuado.
- ✓ Poner en “zero” la balanza para iniciar el proceso de medición de peso.
- ✓ Colocar de manera sutil la muestra sobre la balanza.
- ✓ Culminado el proceso de medición, desconectar, apagar y limpiar la balanza.

2.2 MEZCLADOR

Figura 7. Mezclador industrial



Marca: Hamilton Beach

Modelo: HMD 200

Rango de Temperatura: Ambiente

Voltaje: 115 V

Agitador industrial fácil de usar con 3 velocidades, ideal para el vertimiento y mezcla de los diferentes productos químicos usados en la preparación de los fluidos de perforación.

Procedimiento Operacional

- ✓ Lavar y secar bien el vaso en el cual se va preparar el fluido de perforación.
- ✓ Llenar el vaso hasta donde la señal lo indique (350 mL) evitando el derrame de fluido.
- ✓ Verificar que el equipo se encuentre en modo apagado antes de conectarlo.
- ✓ Conectar el equipo al tomacorriente adecuado.
- ✓ Insertar el vaso en el equipo con lo cual el agitador se activa automáticamente.
- ✓ Evitar golpear el aspa de la mezcladora con el vaso.
- ✓ Culminado el proceso de mezclado, apagar el equipo, lavar con agua destilada el aspa y secar bien.
- ✓ Limpiar con un trapo húmedo el resto del equipo y proceder al secado del mismo.
- ✓ Lavar de forma adecuada el vaso y dejarlo completamente seco.
- ✓ Desconectar el equipo.

2.3 BALANZA DE LODOS

Figura 8. Balanza de lodos



Marca: Fann
Modelo: 140
Rango de Temperatura: Ambiente

Esta balanza de lodo es un instrumento autocontenido de medida que usa un método práctico y sencillo para la determinación precisa de la densidad del fluido. Es de fácil manipulación y muy práctico para tomar las medidas de los fluidos de perforación en campo. Tiene diferentes escalas de lectura para la determinación de la densidad, libras por galón, libras por pulgada cuadrada y gravedad específica (g/cm_3).

Procedimiento Operacional

- ✓ Colocar el estuche y la balanza sobre una superficie nivelada.
- ✓ Abrir el estuche y retirar la balanza y la cubierta.

- ✓ Asegurarse que ambos elementos estén limpios y secos antes de proceder con la calibración.
- ✓ Verificar la calibración de la balanza de lodo mediante agua fresca, asegurando así su precisión. El agua fresca debe registrar una lectura de 1,00 en la escala de gravedad específica o pesar 8.34 lb/gal ó 62.3 lb/pie cúbico a 21°C. Cualquier diferencia puede corregirse numéricamente, por ajuste del tornillo de la balanza o por alteración de la cantidad de balines de plomo en el receptáculo en el extremo del brazo de la balanza.
- ✓ Secar y limpiar los elementos de la balanza antes de verter la muestra de fluido.
- ✓ Llenar con la muestra de fluido el recipiente de la balanza hasta el tope y lentamente colocar la cubierta mediante un movimiento giratorio firme.
- ✓ Asegurarse que todas las burbujas escapen al llenarse el recipiente.
- ✓ Asegurarse que un poco del fluido de muestra salga por el orificio superior de la cápsula.
- ✓ Colocando un dedo sobre el orificio en la cubierta, lavar y limpiar el lodo que se hubiere derramado sobre el exterior del recipiente.
- ✓ Colocar la balanza sobre el soporte. El punto de apoyo en forma de cuchilla encaja en la ranura de la base y el caballete móvil se utiliza para equilibrar el brazo. El brazo está en equilibrio cuando la burbuja está en el centro del nivel.

- ✓ La densidad de la muestra se lee al borde del caballete más cercano a la base del soporte, utilizando una de las cuatro escalas impresas en el brazo de la balanza.
- ✓ Lavar y secar completamente la balanza de lodo después de usarse. Una limpieza inadecuada redundará en imprecisión de las escalas y corrosión.

2.4 EMBUDO MARSH

Figura 9. Embudo Marsh



Marca:	Fann
Rango de Temperatura:	Ambiente
Capacidad:	1500 cc

Es un embudo sencillo con una capacidad de 1.500 cc y de diámetro superior de 6 pulgadas. Posee un tamiz de media circunferencia en la parte superior que permite la retención de partículas sólidas con un tamaño mayor a 10 mesh. Es utilizado para determinar la viscosidad de los fluidos de perforación con el fin de aplicar el tratamiento adecuado acorde a la formación. La viscosidad Marsh de un fluido se expresa en segundos por cuarto de galón (seg/ct) o segundos por litro (s/L).

Procedimiento Operacional

- ✓ Verificar que el embudo se encuentre calibrado.
- ✓ Para la verificación de la calibración del embudo de Marsh, utilizar agua fresca, que a más o menos 70°F debe tener una viscosidad de 26 seg/ct.
- ✓ Cubrir el orificio inferior del tubo del embudo con un dedo y verter el fluido de perforación a través del tamiz de malla 10 con el fin de evitar que los “flocs” (producto de la preparación del mismo) impidan el paso del fluido por el orificio inferior de 3/16”.
- ✓ Llenar con fluido hasta la marca superior del embudo (1500 cc).
- ✓ Retirar el dedo del orificio inferior y dejar fluir 946 cc (1/4 de galón) midiendo el tiempo que tarda el este volumen de fluido en desocupar el embudo.
- ✓ Registrar la viscosidad embudo en segundos por cuarto de galón (seg/ct).
- ✓ Lavar el embudo, limpiar y secar.

2.5 KIT CONTENIDO DE ARENA

Figura 10. Kit contenido de Arena



Marca: Fann

Rango de Temperatura: Ambiente

El kit sirve para identificar el tipo de tratamiento que se le debe realizar a un fluido de perforación por medio de la determinación del porcentaje de arena. Esto se hace por medio de una lectura volumétrica en un tubo zanahoria, después de filtrar el lodo a través de una malla de 200 mesh para retener las partículas. Un límite aceptable de contenido de sólidos no debe exceder el 1%, en caso de sobrepasar este valor se debe hacer un tratamiento adecuado para evitar el desgaste de las bombas y las líneas de flujo.

Procedimiento Operacional

- ✓ El equipo debe estar completamente limpio, para su utilización.
- ✓ Para esta prueba se utiliza un recipiente de vidrio (tubo zanahoria), con un tamiz de 200 mesh y un cronómetro.

Con la obtención de una muestra del fluido de perforación recientemente agitada se procede a:

- ✓ Llenar el recipiente de vidrio hasta la marca “lodo hasta aquí”.
- ✓ Añadir agua fresca hasta la marca “agua hasta aquí”.
- ✓ Cubrir la boca del recipiente con el dedo pulgar y agitar.
- ✓ Verter la mezcla sobre la malla. Añadir más agua al recipiente, agitar y verter nuevamente la mezcla sobre la malla. Repetir este procedimiento hasta que el tubo zanahoria quede totalmente limpio.
- ✓ Montar el embudo sobre la malla y cuidadosamente invertir la unidad. Colocar el embudo en la boca del recipiente de vidrio y lavar la arena aplicando agua a presión (con cuidado) sobre la malla.
- ✓ Permitir que la arena se precipite y registrar el porcentaje de arena por volumen, tomando la lectura directamente del recipiente graduado. El lugar de procedencia de la muestra también debe ser registrado.

2.6 MEDIDOR PORTATIL DE PH

Figura 11. Medidor portátil de pH



Marca:	Hach
Modelo:	Sension 1
Rango de Temperatura:	23 – 25°C
Voltaje:	4 Baterías AA
Rangos:	pH: -2,00 – 19,99

Es un dispositivo portátil diseñado para medir el pH/mV de muestras ya sea en campo o laboratorio. Ofrece una lectura precisa ya que los valores de pH registrados son valores corregidos a la temperatura de la muestra o la temperatura por defecto. Es por lo tanto un equipo confiable para la determinación de los diferentes rangos de pH de los fluidos de perforación preparados en el laboratorio.

Procedimiento Operacional

- ✓ Mantener sumergido el electrodo en agua fresca.
- ✓ Evitar golpear el electrodo con las paredes o el fondo del recipiente que contiene las soluciones buffer.
- ✓ Calibrar la unidad con las siguientes soluciones buffer:

(pH = 7): Oprimir el botón “cal” en el equipo seguido de “enter” para estandarizar el electrodo. Esperar a que el equipo emita un sonido de calibración. Inmediatamente este solicitará la siguiente muestra buffer.
- ✓ Lavar el electrodo con agua destilada para continuar con el proceso de calibración.
- ✓ (pH = 4): Sumergir el electrodo en la solución, oprimir “enter” y esperar el sonido del equipo para pasar a la siguiente solución buffer.
- ✓ Volver a lavar por completo el electrodo con agua destilada para continuar con el proceso de calibración.
- ✓ (pH = 10): Sumergir el electrodo en la solución, oprimir “enter” y esperar el sonido del equipo. Una vez terminada la calibración, aparecerá en la pantalla la figura de un electrodo.
- ✓ Lavar el electrodo con agua destilada antes y después de cada medición.
- ✓ Para tomar lecturas a los fluidos, introducir el electrodo en la muestra a analizar y presionar “enter”. Esperar a que se estabilice la lectura y automáticamente el equipo emitirá un sonido indicando que el dato registrado es correcto.
- ✓ Lavar el electrodo con agua destilada y dejarlo sumergido en agua fresca.
- ✓ Apagar el equipo con la supervisión del técnico de laboratorio.

2.7 VISCOSÍMETROS

Figura 12. Viscosímetro



2.7.1 Viscosímetro Rotatorio

Marca:	Fann
Modelo:	35 A/ SR 12
Rango de Temperatura:	Hasta 200 F
Voltaje:	120/240 V

Viscosímetro de lectura directa con 12 velocidades, el cual es utilizado para determinar la reología de los fluidos de perforación ya sea a condiciones normales o a diferentes temperaturas. Funciona con un cilindro coaxial rotacional que determina el torque requerido para lograr una cierta rotación. Las unidades de medición del equipo están dadas en centipoises.

2.7.2 Viscosímetro Rotatorio (2 Velocidades)

Marca:	Fann
Modelo:	280
Rango de Temperatura:	Hasta 200 F
Voltaje:	120/240 V

Dispositivo de operación manual utilizado en laboratorios portátiles en campo para medir la viscosidad y ciertas propiedades reológicas de los fluidos de perforación, con velocidades de 600 y 300 rpm. Funciona con un cilindro coaxial rotacional que determina el torque requerido para lograr una cierta rotación. Las unidades de medición del equipo están dadas en centipoises.

2.7.3 Copa de Calentamiento Reómetro

Marca:	Fann
Rango de Temperatura:	Hasta 200 F (93°C)
Voltaje:	115/230 V

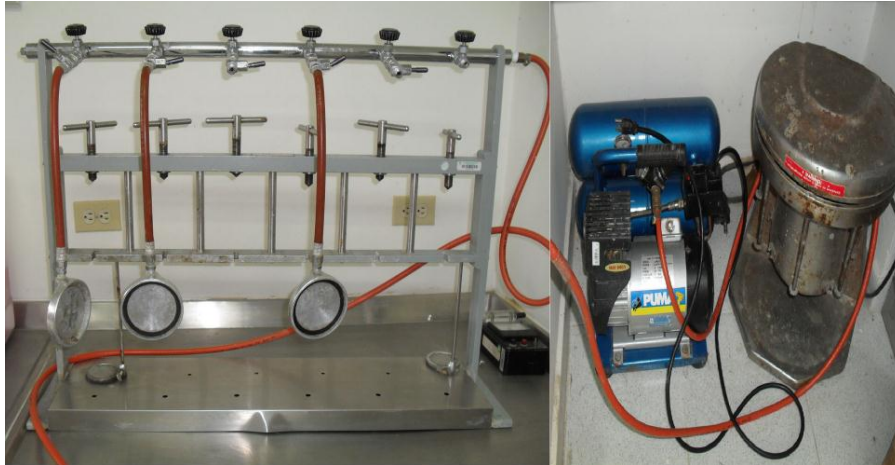
Es una copa utilizada para el calentamiento de las muestras de fluido de perforación cuando se requiere determinar su viscosidad y demás propiedades. Ayuda a simular las condiciones de temperatura de la formación para obtener resultados más reales a la hora de realizar las pruebas.

Procedimiento Operacional

- ✓ Conectar el Viscosímetro Fann calibrado a un tomacorriente de 115 voltios.
- ✓ Para trabajar reologías a altas temperaturas, conectar la termocupula y aplicar la temperatura a la cual se va a trabajar el fluido de perforación.
- ✓ Asegurarse que todos los elementos a utilizar se encuentren completamente limpios y secos.
- ✓ Proceder a colocar el rotor y la camisa exterior al viscosímetro.
- ✓ Llenar el vaso del viscosímetro con el fluido de perforación recién agitado hasta la marca indicada (350 mL).
- ✓ Elevar el vaso con el fluido hasta la marca que aparece en la camisa, con el fin de que el fluido ingrese por los orificios de la camisa y así obtener lecturas confiables.
- ✓ Realizar la prueba según las indicaciones del técnico de laboratorio para evitar daños al equipo.
- ✓ Después de terminar las lecturas en las velocidades dadas, proceder a retirar el rotor suavemente, manteniendo la lectura del dial en menos de cero, para evitar descalibrar el equipo.
- ✓ Limpiar el equipo lavando y secando la camisa y el rotor.
- ✓ Desconectar el equipo y realizar su limpieza exterior total.

2.8 FILTRO-PRENSA API

Figura 13. Filtro prensa API



Marca:	Fann
Modelo:	300
Rango de Temperatura:	API
Presión:	100 psi
Voltaje:	115/230 V

Equipo utilizado para realizar pruebas de filtrado a los fluidos de perforación a una presión de 100 psi y temperatura ambiente, con el fin determinar la cantidad (volumétrica) de pérdidas de fluido que se tiene en una formación durante su perforación. A partir de esta prueba, se puede también medir la textura de la torta y otras propiedades como la consistencia de la misma.

Procedimiento Operacional

- ✓ Asegurarse que cada parte de la filtro-prensa esté limpia, que los empaques no estén desgastados y que las mallas no se encuentren deterioradas.
- ✓ Una vez puesto el papel filtro, la malla y los empaques sobre la cara inferior, montar el vaso y proceder a llenar la cámara.
- ✓ Colocar el empaque, la tapa superior y cerrar.
- ✓ Una vez montada la celda se asegura con el tornillo en “T” teniendo la precaución de no apretar demasiado.
- ✓ Encender el compresor, el cual alcanzará automáticamente a una presión de 100 psi.
- ✓ Verificar que la llave de paso de aire y la válvula de seguridad estén cerradas para iniciar la prueba.
- ✓ Abrir la llave de paso de aire suavemente, realizando un giro de 90°.
- ✓ La prueba en prácticas de pregrado se realiza a 7.5 minutos, en pruebas para proyectos de grado se deben trabajar a 30 minutos como lo establece la norma API.
- ✓ Una vez culminada la prueba, cerrar la llave de paso de aire y luego abrir la válvula de seguridad asegurándose que toda la presión ha sido liberada.
- ✓ No siempre el aire sale por completo, por lo tanto al soltar el tornillo en “T” se debe hacer cuidadosamente para evitar algún golpe.
- ✓ Desarmar la celda y proceder con su limpieza.
- ✓ Desconectar el equipo.

2.9 FILTRO-PRENSA HPHT

Figura 14. Filtro-prensa HPHT



Marca:	Fann
Rango de Temperatura:	350 F
Presión:	600 psi
Voltaje:	115/230 V

Este equipo es usado para realizar pruebas de filtración de fluidos, cementos y fluidos fracturados, utilizando cápsulas de CO₂ como unidad de inyección de aire. La duración de la prueba es de 30 minutos a una presión y temperatura elevadas, permitiendo una evaluación con condiciones de formación más reales.

Procedimiento Operacional

- ✓ Revisar que el equipo se encuentre limpio y en perfectas condiciones.
- ✓ Conectar el equipo a un tomacorriente de 115 voltios, hasta que la camisa se caliente a la temperatura que se va a trabajar.
- ✓ Montar la válvula inferior a la celda y verter el fluido de perforación quedando como espacio 1 cm del tope de la misma.
- ✓ Introducir el papel filtro al tope de la línea de lodo, evitando que se moje.
- ✓ Lubricar la tapa alrededor de la celda con una crema que soporte altas temperaturas (opcional).
- ✓ Poner la tapa y hacer coincidir los orificios de la celda con los de la tapa.
- ✓ Apretar adecuadamente los tornillos de seguridad.
- ✓ Montar la válvula en la tapa.
- ✓ Voltear la celda y montarla sobre la camisa HPHT, girándola hasta que quede asegurada en un pin que se encuentra en la camisa de la filtro-prensa.
- ✓ Después proceder a colocar los reguladores de presión.
- ✓ Colocar el regulador que va en la parte superior de la válvula y asegurarlo con un pasador.
- ✓ Después se pone el regulador de la parte inferior de la celda, en donde se encuentra la recámara donde se deposita el filtrado.
- ✓ Poner el regulador de la parte superior a 100 psi.
- ✓ Abrir la válvula superior para que entren 100 psi de presión y cerrar.
- ✓ Mantener presión en 100 psi.

- ✓ Esperar que la temperatura en la parte superior alcance los 250F.
- ✓ Alcanzada esta temperatura, poner 600 psi de presión arriba y 100 psi de presión abajo, para que se tenga un diferencial de presión de 500 psi, en la celda.
- ✓ Abrir válvulas tanto abajo como arriba, al mismo tiempo.
- ✓ Realizar la prueba según las indicaciones de la guía.
- ✓ Después de cumplido el tiempo de prueba, recolectar el filtrado, desconectar el equipo, cerrar inmediatamente las válvulas y liberar presión.
- ✓ Retirar los reguladores, cuando las cápsulas de CO₂ estén vacías.
- ✓ Sacar la celda de la filtro-prensa y lavarla hasta que se enfríe y pueda manipularse.
- ✓ Aflojar la válvula que se encuentra en la tapa de la celda para liberar presiones de la misma, y también aflojar la válvula inferior con el fin de despresurizar la celda.
- ✓ Retirar la tapa de la celda y verter los residuos sólidos en el recipiente adecuado para su disposición final.
- ✓ Lavar el equipo hasta que este quede completamente limpio, seco y en su lugar habitual.

2.10 KIT RETORTA

Figura 15. Kit retorta



Marca:	Fann
Modelo:	871
Rango de Temperatura:	Hasta 930 F (498°C)
Voltaje:	115 V AC/DC
Volumen de Muestra:	10 mL

Es un equipo que consiste de un calentador eléctrico controlado termostáticamente, que permite mediante su fácil manipulación la determinación del porcentaje de agua, aceite y sólidos que tienen los fluidos de perforación. La prueba de contenido de sólidos se realiza a la temperatura especificada por el API de aproximadamente 498°C.

Procedimiento Operacional

- ✓ Revisar que el equipo esté en perfectas condiciones de limpieza y en buen estado.
- ✓ Limpiar y secar la cámara antes de cada prueba.
- ✓ Conectar el equipo a un tomacorriente de 115 voltios.
- ✓ Agitar de forma adecuada la muestra de fluido antes de realizar la prueba.
- ✓ Colocar 10 cc de lodo libre de aire en la cámara inferior de la retorta.
- ✓ Colocar la tapa sobre la cámara y limpiar el exceso de fluido que sale a través del orificio.
- ✓ Colocar un bon bril a la cámara superior, ejerciendo presión de manera que quede compacto.
- ✓ Ensamblar las cámaras, teniendo estas el líquido lubricante y conectarlas al condensador de la unidad.
- ✓ Colocar una probeta graduada de 10 cc debajo del condensador.
- ✓ Dejar que la retorta se caliente hasta que la condensación cese; cuando esto suceda, se debe verificar por 1 minuto que no haya goteo para poder dar por terminada la prueba.
- ✓ Las pruebas pueden durar entre 15 y 20 minutos dependiendo de la composición del fluido de perforación.
- ✓ Una vez finalizado el trabajo se debe desconectar el equipo dejar enfriar y proceder con la limpieza.

2.11 CONSISTÓMETRO ATMOSFERICO

Figura 16. Consistómetro Atmosférico



Marca:	Ofite
Modelo:	60
Rango de Temperatura:	Hasta 200F
Voltaje:	120 V
Rangos:	1 – 100 UC

Este equipo está desarrollado para acondicionar lechadas de cemento de acuerdo a la especificación API 10. Con el fin de determinar las propiedades reológicas, la examinación del contenido de agua libre y la evaluación del ensayo del filtrado API, es necesario que la lechada se encuentre acondicionada por un consistómetro atmosférico.

Procedimiento Operacional

- ✓ Verificar que el equipo se encuentre apagado antes de conectarlo.
- ✓ Conectar el equipo a un tomacorriente de 115V.
- ✓ Poner los switches “main” y “heat” en posición de encendido.
- ✓ Ajustar la temperatura apropiada en el controlador de temperatura.
- ✓ Llenar el cilindro de prueba hasta la marquilla indicada en su interior.
- ✓ Ajustar la tapa del cilindro y montarlo al equipo.
- ✓ Poner el switch del motor en posición encendido.
- ✓ La prueba dura 20 minutos, en donde se determina las unidades de consistencia (UC) de la lechada.
- ✓ Transcurrido este tiempo, se apaga el equipo y se saca el cilindro para verter la lechada en un erlenmeyer de 500 c.c. de capacidad.
- ✓ Cuando la prueba se haya completado, poner los switches “heat” y “motor” en posición de apagado.
- ✓ Asegurarse de remover cualquier residuo de cemento en el cilindro o equipo.
- ✓ Finalizar con la limpieza y desconectar el equipo.

2.12 ESPECTROFOTOMETRO

Figura 17. Espectrofotómetro



Marca:	Hach
Modelo:	DR/2000
Rango de temperatura:	0 – 40°C
Voltaje:	110/220 V
Rango de Longitud de Onda:	400 – 900 nm

Equipo con un microprocesador-controlador y un único haz de luz apropiado para campo o laboratorio. Sirve para dar información sobre la naturaleza de la sustancia en la muestra e indicar indirectamente que cantidad de la sustancia de interés está presente en la muestra. En el laboratorio se utiliza para analizar el agua de formación de yacimientos.

Procedimiento Operacional

- ✓ Conectar el equipo a un tomacorriente de 115V.
- ✓ Encender el equipo y esperar a que se active la pantalla.
- ✓ Alistar la muestra que se desea analizar.
- ✓ Verter la muestra en el recipiente de vidrio de 25 mL de capacidad.
- ✓ Seguir los procedimientos del manual dependiendo del tipo de prueba a realizar.
- ✓ Realizar los procedimientos con la asistencia del técnico de laboratorio.
- ✓ Una vez terminada la prueba, retirar el recipiente de vidrio, lavarlo y secarlo.
- ✓ Apagar y desconectar el equipo.

3. PROTOCOLO GENERAL DE SEGURIDAD

El laboratorio a pesar de ser un ambiente de trabajo altamente especializado, no deja de ser peligroso, en donde la probabilidad de sufrir un daño, lesión o accidente está siempre presente. Son múltiples los riesgos por exposición a agentes biológicos, a sustancias químicas y a agentes físicos, a los que se le suma como factor de riesgo, la conducta del hombre y la deficiente organización laboral.

La seguridad en general, apunta a mejorar las condiciones de trabajo y a disminuir al máximo los accidentes que tienen al personal como víctima, haciéndose necesario el cumplimiento de las buenas prácticas de laboratorio, el empleo de los equipos de seguridad; así como, un adecuado diseño de instalaciones y la formación continua de los recursos humanos. En este sentido, es propósito de este trabajo exponer algunas consideraciones para un adecuado manejo y prevención de los riesgos en dichas áreas.

Como primera medida preventiva de accidentes se tiene una inducción de seguridad dictada por el técnico de laboratorio durante la primera sesión de la asignatura en la cual se describen los riesgos a los cuales están expuestos todos los estudiantes cuando se encuentran realizando las prácticas. En esta inducción se hace una serie de recomendaciones generales en cuanto a comportamiento

apropiado en el laboratorio, uso de equipos, manipulación de sustancias peligrosas, equipos de protección personal, acciones a tomar en caso de emergencia y contenido de la asignatura.

Se debe mencionar que la inducción de seguridad anteriormente descrita se hace únicamente de forma verbal y no existe un documento que contenga toda esta información; por tanto este capítulo deja documentada toda la información correspondiente a la inducción de seguridad, para que se encuentre al alcance de todos los estudiantes en todo momento, de tal manera que pueda ser divulgada por medio magnético o físico.

3.1 SEGURIDAD PERSONAL

Durante muchos años los elementos de seguridad personal fueron omitidos en el uso laboral permitiendo la exposición a una alta accidentalidad por el no uso de elementos prácticos y adecuados que minimizaran los riesgos. Muchos riesgos con secuencias graves pueden reducirse, simplemente con el hecho de utilizar algunos elementos que comparados con otros difieren en su contextura. A continuación se presentan algunas normas que bien aplicadas pueden fomentar el uso adecuado del trabajo de laboratorio con un mínimo de riesgo:

- ✓ Utilizar en todo momento una bata de manga larga adecuada para el trabajo en laboratorio.
- ✓ Utilizar obligatoriamente guantes de nitrilo apropiados para realizar los procedimientos en el laboratorio, los cuales una vez utilizados, se retirarán de forma aséptica dándole paso al lavado de las manos.
- ✓ Utilizar gafas de seguridad en todo momento, para proteger los ojos y el rostro de salpicaduras o posibles riesgos.
- ✓ Utilizar obligatoriamente calzado cerrado preferiblemente botas de seguridad.
- ✓ Utilizar Tapa bocas en todo momento para evitar la inhalación de vapores.
- ✓ Utilizar respirador de doble filtro útil en caso de ser necesario.
- ✓ Utilizar careta para protección en pruebas de alta presión.
- ✓ Utilizar jeans como medio de protección en caso de derrame de sustancias peligrosas.
- ✓ Trabajar siempre con el cabello recogido.
- ✓ No utilizar relojes, anillos ni pulseras durante la realización de las prácticas.
- ✓ Prohibir dentro del laboratorio la ingesta de alimentos y bebidas, al igual que las prácticas de fumar, aplicarse cosméticos o manipular lentes de contacto.
- ✓ No está permitido almacenar alimentos o bebidas para consumo dentro del laboratorio.
- ✓ La bata de laboratorio y la ropa de calle no se podrán guardar en el mismo sitio.

3.2. NORMAS GENERALES PARA EL MANEJO DE MATERIALES QUÍMICOS⁷

El laboratorio contará con normas reguladas que permitan el adecuado manejo y utilización de todo tipo de material químico. Estas normas deberán ser divulgadas antes de realizar la primera práctica por parte de los estudiantes, generando así un nivel de alerta y responsabilidad por el cuidado de la salud, el medio ambiente y los equipos.

A continuación se mencionan una serie de normas mínimas que se deben cumplir a cabalidad mientras se realizan prácticas dentro del laboratorio:

- ✓ Únicamente se deberán manipular productos, cuyos recipientes se encuentren en buen estado y tengan la etiqueta de clasificación de riesgos HMIS® III legible.
- ✓ En caso que los recipientes presenten mal estado, se deberán reportar para que el técnico de laboratorio corrija las fallas adecuadamente.
- ✓ Mantener los envases bien tapados cuando no se estén utilizando.
- ✓ Utilizar únicamente las cantidades necesarias de cada producto químico.
- ✓ Manejar buenas prácticas para evitar al máximo derrames.
- ✓ Mantener las áreas del laboratorio en perfecto orden y aseo.

⁷CISTEMA-SURATEP S.A. Normas para la manipulación de sustancias químicas. SURATEP S.A. Bogotá: 2003. P. 1-2.

- ✓ Al terminar las labores se deben apagar los equipos eléctricos y electrónicos bajo la supervisión del técnico de laboratorio.
- ✓ Si los materiales químicos van a ser sometidos a cambios de temperatura y/o presión deben investigarse sus riesgos bajo dichas condiciones e implementar los sistemas de control que eliminen o reduzcan estos riesgos.
- ✓ Si se van a realizar mezclas de materiales químicos se deben conocer los riesgos a la salud, de inflamabilidad y reactividad de la mezcla; así como los elementos de protección personal y demás precauciones a tener en cuenta a fin de identificar apropiadamente dichos compuestos.
- ✓ Todo material químico solo puede ser manipulado y utilizado una vez los estudiantes hayan leído previamente y revisado las hojas de seguridad de los productos que se van a manejar.
- ✓ El estudiante que manipule o utilice materiales químicos debe utilizar los elementos de protección personal indicados en las etiquetas de los productos que maneja.
- ✓ Después de trabajar con materiales químicos, es obligatorio lavarse las manos para ingerir alimentos, bebidas e incluso fumar.
- ✓ Bañarse y cambiarse de ropa después de terminada la jornada académica.
- ✓ Las áreas de trabajo donde estén presentes materiales químicos deben señalizarse advirtiendo los riesgos e indicando las medidas de seguridad para cada caso. Además, deben indicarse y estar libres de obstáculos aquellos sitios en donde se ubiquen equipos de emergencia, salidas de

evacuación, botiquines, duchas, lavaojos, puestos de primeros auxilios y puntos de reunión para casos de emergencia.

Después de finalizar una tarea que genere residuos contaminados o sobrantes de producto limpio se procederá de la siguiente forma:

- ✓ No devolver sobrantes a los recipientes originales porque pueden alterarse las propiedades que se requieren para el proceso.
- ✓ Utilizar recipientes de seguridad adecuados y advertir para que en el turno de trabajo siguiente se utilice el sobrante o se reutilice el residuo.

3.3 NORMAS GENERALES PARA EL USO DE EQUIPOS DE LABORATORIO

En cuanto al uso de equipos de laboratorio es necesario conocer en su totalidad el dimensionamiento de cada uno de ellos con el fin de proporcionar el uso adecuado que evite errores que desencadenen efectos no deseables en la obtención de resultados o en la generación de accidentes por desconocimiento de la función que dicho equipo puede desarrollar; es por esto que a continuación se plantean una serie de normas generales para el uso de equipos que precedan una eficiencia adecuada:

- ✓ Utilizar en todo momento el equipo de protección personal.
- ✓ Verificar que el equipo a utilizar se encuentra en óptimas condiciones de uso para evitar accidentes o posibles daños.
- ✓ En caso que algún equipo se encuentre deteriorado o en mal estado, notificarlo de inmediato al técnico de laboratorio para su respectiva inspección.
- ✓ Limpiar el equipo y sus componentes antes y después de usarlo.
- ✓ Asegurarse que los equipos a utilizar estén apagados antes de conectarlos.
- ✓ Conectar el equipo en el toma corriente adecuado, si existe alguna duda consultarlo con el técnico del laboratorio.
- ✓ Seguir paso a paso las recomendaciones escritas en este protocolo para el uso de cada uno de los equipos.
- ✓ Asegurarse que el equipo a usar se encuentre calibrado.
- ✓ En caso de necesitar asistencia para realizar cualquier procedimiento, acudir al técnico de laboratorio.
- ✓ Trabajar los equipos dentro de los rangos recomendados en las guías de laboratorio y/o en el protocolo de uso de equipos y por parte del técnico.
- ✓ Tener especial cuidado con los equipos que manejan altas presiones y altas temperaturas usando los EPP adecuados.
- ✓ Siempre después de terminar de usar un equipo se debe limpiar y dejar en óptimas condiciones para un próximo uso.
- ✓ Al finalizar las actividades se deben apagar y desconectar todos los equipos usados, a menos que el técnico de laboratorio indique lo contrario.

3.4 PLANES DE CONTINGENCIA⁸

Es de gran importancia contar siempre con un plan de contingencia vigente, que permita una respuesta rápida, oportuna, adecuada y efectiva para afrontar incidentes, accidentes y/o estados de emergencias que puedan ocurrir dentro o fuera del laboratorio. Los objetivos de este plan de contingencia propuesto son planificar y describir la capacidad para respuestas rápidas, requerida para el control de emergencias. Se han identificado los posibles panoramas de riesgos que potencialmente podrían ocurrir en la Universidad Industrial de Santander y se han incorporado una estrategia de respuesta para cada uno de estos. A continuación se hace mención de unos aspectos generales a tener en cuenta:

Acciones preventivas:

Tener libre acceso a las puertas de emergencia y poseer duchas de seguridad claramente señalizadas. Implementar un plan de evacuación identificando claramente las salidas de emergencia. Disponer de todo el material de seguridad necesario, que esté en todo momento accesible y claramente señalado. Efectuar periódicos simulacros de incendio, sismos y situaciones de vandalismo para evaluar medidas preventivas y capacidad de reacción durante el evento (proponer mejoras de ser necesario). Mantener las condiciones generales de orden y limpieza, evitando la acumulación de elementos combustibles en el área

⁸CARDENAS, Ana. Guía para la formulación de planes de contingencia en el FPS. Fondo de Pasivo Social. Bogotá: 2010. P. 4-9.

de trabajo. Chequear en todo momento la accesibilidad de los elementos de seguridad, calidad, fecha de vencimiento, estado físico, etc. Mantener una actitud de trabajo seria y responsable. Revisar antes y después del uso del laboratorio las instalaciones, llaves principales, equipos y materiales propios de cada área. No recargar los enchufes con la conexión simultánea de varios equipos eléctricos. Sólo emplear material en perfecto estado y evitar conexiones eléctricas inseguras.

Capacitación y entrenamiento de las personas:

Desarrollar un plan de capacitación continua para todas las personas encargadas del laboratorio. Capacitar a estas personas también como brigadistas para atender una eventual emergencia.

Materiales específicos:

Contar con todos los materiales apropiados para atender una emergencia de cualquier tipo (extintores, ducha lava ojos, palas, baldes, etc.).

Botiquín de primeros auxilios:

Debe contener al menos los siguientes elementos; sales de rehidratación oral, tapa boca individual, curas, gasa estéril precortada, guantes quirúrgicos, alcohol o toallas de alcohol importado, algodón 5 gr, tijeras, agua oxigenada, jabón antiséptico e isodine.

Registros:

Registrar siempre todo tipo de incidentes dentro del laboratorio para su posterior investigación y determinación de la causa. Esto con el fin de tomarlo como lección aprendida para evitar que se presente nuevamente el evento.

3.4.1 Plan de Contingencia para Incendios

Clases de fuego:⁹

Clase A – En materiales sólidos comunes como: telas (cortinas y tapizados, ropa, guardapolvos, etc.), maderas (puertas y mobiliario), papeles, plástico etc. Se apaga con agua, manta, arena o con un extintor de polvo químico seco ABC, según localización y magnitud.

Clase B – En líquidos inflamables como hidrocarburos sólidos y líquidos, aceite, grasa, alcohol, etc y se apaga con extintor de polvo químico seco ABC. Se recomienda no usar agua.

Clase C– En equipos eléctricos. Para apagarlo debe usarse el extintor de polvo químico seco ABC. No usar agua ni manta ni otros elementos que sean conductores de electricidad.

⁹ DE FEX, Rafael. Manual de manejo de sustancias químicas. SURATEP. Medellín: 2000. 24 p.

Clase D – Se presenta en metales combustibles como aluminio, sodio, potasio y magnesio. Usar arena o manta.

Maneras de prevenir incendios:

- ✓ Inspeccionar todo equipo y sus conexiones antes de utilizarlos.
- ✓ No utilizar enchufes o equipos que puedan o estén defectuosos.
- ✓ Notificar a su supervisor sobre cualquier equipo, sistema eléctrico u otro, que aparente peligrosidad o riesgo.
- ✓ No unir más de una extensión eléctrica.
- ✓ No tratar de reparar equipo eléctrico que esté dañado o defectuoso.
- ✓ Leer las instrucciones antes de utilizar cualquier equipo eléctrico nuevo.
- ✓ Mantener extintores de fuego en áreas estratégicas.

3.4.1.1. Plan de Acción¹⁰

Acciones a tomar durante un incendio:

- ✓ Mantener la calma y seguir las instrucciones del docente a cargo del curso.
- ✓ Alertar a todas las personas presentes en el laboratorio.
- ✓ Evacuar el área con prontitud y sin generar pánico.
- ✓ Cerrar las llaves de paso del gas y apagar los interruptores de la luz.
- ✓ Usar extintores adecuados al tipo de fuego.

¹⁰CRUZ ROJA COLOMBIANA. Incendios estructurales. Publicaciones Cruz Roja. Bogotá: 2011. P. 1-2.

- ✓ No emplear el extintor sobre una persona. Emplear agua (ducha de seguridad) o manta de seguridad, siguiendo el proceso de detener, derribar y hacer rodar.
- ✓ No emplear agua en incendios del tipo C.
- ✓ Al emplear el extintor dirigir la tobera hacia la base del fuego, situándose a 3 metros de distancia.
- ✓ Conseguir otro matafuegos en caso que la situación lo requiera.

Acciones a tomar después de un incendio:

- ✓ Evaluar las causas del siniestro y consecuentemente, perfeccionar las medidas preventivas.
- ✓ Evaluar el comportamiento de las personas mientras ha tenido lugar el siniestro para mejorar las medidas de prevención.
- ✓ Reponer los elementos de seguridad.
- ✓ Eliminar y/o reponer los objetos dañados durante el incendio.

3.4.1.2 Contactos

Dirección de Escuela de Ingeniería de Petróleos. Tel. 634 4000 Ext: 2304.

Secretaria de Escuela de Ingeniería de Petróleos. Tel. 634 4000. Ext 2305.

Jefe División Planta Física. Tel: 634 4000. Ext: 2153.

Bomberos. Calle 44 No. 10-13 Tel: 652 6242- 642 2450

Hospital Universitario de Santander. Carrera 33 No 28 – 126. Tel: 634 6110.

3.4.2 Plan de Contingencia para Sismos

Con el propósito de prevenir daños mayores durante un terremoto se deben llevar a cabo las siguientes acciones:

- ✓ El mobiliario del laboratorio debe estar ubicado de manera que permanezca estable durante un terremoto.
- ✓ Los gabinetes y estanterías se deben atornillar a las paredes. Los objetos pesados deben estar situados en las repisas más bajas.
- ✓ Las puertas de los gabinetes y armarios deben mantenerse cerradas con llave de manera que su contenido no se caiga durante la sacudida del terremoto.
- ✓ Los enseres que estén sobre ruedas deben estar asegurados.

3.4.2.1 Plan de Acción¹¹

Durante el terremoto los estudiantes deben seguir las siguientes instrucciones:

- ✓ Conservar la calma, pensar con claridad es lo más importante que se debe hacer. No se debe dejar dominar por el pánico.
- ✓ Seguir las rutas de evacuación.
- ✓ Refugiarse en un lugar seguro, no correr hacia las escaleras.

¹¹CRUZ ROJA COLOMBIANA. Terremoto. Publicaciones Cruz Roja. Bogotá: 2011. P. 1-2.

- ✓ Avisar a las personas que se encuentran alrededor que se cubran de los objetos que puedan caer.
- ✓ Refugiarse debajo de un escritorio, mesa de madera u otro mueble fuerte dentro del laboratorio.
- ✓ Colocarse en cuclillas o sentado, agarrado del mueble y cubriéndose la cabeza y el rostro.
- ✓ Los marcos de las puertas no son lugares seguros para refugiarse.
- ✓ Evitar acercarse a paredes, ventanas, estanterías, escaleras y al centro del laboratorio.

Después de un terremoto las personas deben prepararse para recibir más temblores debido a las ondas de choque que siguen al primer terremoto. Su intensidad puede ser moderada pero aun así causa daños. Las siguientes son instrucciones a seguir por parte del personal competente de la división de planta física y demás brigadas:

- ✓ Verificar si hay heridos.
- ✓ Llamar inmediatamente médicos o paramédicos para que atiendan a los lesionados.
- ✓ No mover las personas con heridas graves a menos que estén en peligro y ofrecerles primeros auxilios y atención a reacciones emocionales.
- ✓ Evaluar los daños causados a la planta física mientras las otras personas abandonan las áreas con cuidado, en caso que resulte peligroso

permanecer en ellas, siguiendo las instrucciones del técnico de laboratorio y/o docente encargado.

- ✓ Verificar si hay escapes de gas; si se detecta alguno, se debe proceder a cerrar de inmediato la válvula del tanque de gas.
- ✓ Cerrar las llaves de paso del agua y desconectar la electricidad.
- ✓ Tomar precauciones con los cristales rotos.
- ✓ No tocar las líneas del tendido eléctrico derribadas o enseres eléctricos dañados.
- ✓ Verificar los lugares de almacenamiento de sustancias químicas y residuos para constatar que no hay derrames. De haberlos, seguir las practicas correspondientes en el plan de contingencias para derrames.
- ✓ Inspeccionar con precaución los gabinetes.

3.4.2.2 Contactos

Dirección de Escuela de Ingeniería de Petróleos. Tel. 634 4000 Ext: 2304.

Secretaria de Escuela de Ingeniería de Petróleos. Tel. 634 4000. Ext 2305.

Jefe División Planta Física. Tel: 634 4000. Ext: 2153.

Bomberos. Calle 44 No. 10-13 Tel: 652 6242- 642 2450

Hospital Universitario de Santander. Carrera 33 No 28 – 126. Tel: 634 6110.

3.4.3 Plan de Contingencia para Situaciones de Vandalismo

Las universidades colombianas y por ende sus laboratorios no son ajenos a algunos actos de vandalismo, producto de protestas estudiantiles originadas por diferentes causas tanto internas como externas. Por ello es necesario tomar una serie de precauciones para estar atentos ante eventuales ataques con materiales explosivos. Las acciones a tenerse en cuenta para minimizar posibles riesgos de lesiones personales y daños a equipos son entre otras las siguientes:

3.4.3.1 Plan de Acción

- ✓ Suspender de forma inmediata las actividades que se estén realizando.
- ✓ Apagar todos los equipos utilizados y ponerlos a salvaguarda de acciones violentas.
- ✓ Desalojar de forma segura e inmediata el laboratorio.
- ✓ No caer en provocaciones verbales ni físicas por parte de los manifestantes.
- ✓ Conservar la calma en todo momento y liderar un desalojo pacífico de los compañeros de laboratorio.
- ✓ Utilizar la salida más cercana para evacuar la universidad
- ✓ Evitar todo tipo de contacto con los manifestantes y alejarse del sitio que ellos hayan escogido como lugar de reunión, así esta sea pacífica.

- ✓ Evitar los tumultos de personas y dirigirse de manera segura hacia el lugar de residencia.

3.4.3.2 Contactos

Dirección de Escuela de Ingeniería de Petróleos. Tel. 634 4000 Ext: 2304.

Secretaría de Escuela de Ingeniería de Petróleos. Tel. 634 4000. Ext 2305.

Jefe División Planta Física. Ext: 2153.

Policía Nacional. Tel: 112.

Hospital Universitario de Santander. Carrera 33 No 28 – 126. Tel: 634 6110.

3.4.4 Plan de Contingencia para Derrames

El uso diario de fluidos dentro de las prácticas de laboratorio genera potenciales riesgos de derrames. Sin importar el volumen, si de compararlo con la industria se trata, no deja de ser un peligro eventual para la salud humana cualquier contacto que pueda tenerse con estos químicos. Por ello es indispensable conocer las medidas de aseguramiento a aplicar en caso que esto suceda.

3.4.4.1 Plan de Acción

- ✓ Reportar inmediatamente el hecho al técnico de laboratorio o en caso de ausencia al docente encargado.
- ✓ Advertir calmadamente del incidente a las personas que se encuentren en el laboratorio para prevenir situaciones de riesgo.
- ✓ Suspender las actividades que se lleven a cabo cerca al área afectada por el derrame, hasta tanto no se conozca y prevenga el riesgo.
- ✓ Verificar los componentes del fluido derramado, consultar las fichas de seguridad y tomar las medidas de precaución necesarias.
- ✓ Siguiendo las indicaciones del técnico del laboratorio o del docente encargado proceder a limpiar las zonas afectadas, conteniendo el fluido dentro de un recipiente seguro para su posterior disposición.
- ✓ Utilizar en caso de ser necesario, los equipos de protección y el personal idóneo para contener el derrame y ejecutar la asepsia del lugar.
- ✓ Solicitar la colaboración del personal encargado del aseo para realizar la limpieza final del área afectada.
- ✓ Reanudar las actividades de la práctica de laboratorio con extremo cuidado.
- ✓ Realizar un análisis de las causas que generaron el incidente, reportar las posibles consecuencias, detallar la forma en que fue atendido el derrame y escribir recomendaciones para evitar nuevos incidentes de este tipo.

3.4.4.2 Contactos

Técnico de laboratorio de lodos y cementos. Tel: 634 4000 Ext: 1338.

Dirección de Escuela de Ingeniería de Petróleos. Tel. 634 4000 Ext: 2304.

Secretaría de Escuela de Ingeniería de Petróleos. Tel. 634 4000. Ext 2305.

4. APLICACIÓN DEL PROTOCOLO GENERAL DE SEGURIDAD EN LAS PRÁCTICAS DEL LABORATORIO DE LODOS Y CEMENTOS

Los estudiantes al ingresar al laboratorio llevarán consigo únicamente los elementos requeridos y necesarios, dejando sus pertenencias fuera del área de procesos. Es indispensable que todo el personal utilice adecuadamente los elementos de protección exigidos para proceder a la manipulación de los insumos y equipos de trabajo, manteniendo igualmente una buena y fluida comunicación entre los participantes.

La puntualidad es esencial para el inicio de toda práctica de laboratorio. Cada estudiante debe poseer sus elementos de protección personal, siempre se debe hacer uso de guantes de nitrilo para la manipulación de insumos como bentonita, barita y otros materiales de alto riesgo con el fin de evitar el contacto con dichas sustancias. Se colocarán las gafas de protección para evitar posibles salpiques de lodo durante la preparación de mezclas y la entrada de partículas volátiles desprendidas al agregar los insumos.

Utilizarán entre otros elementos: gafas de seguridad necesarias para evitar el ingreso de material micro-particulado y fluidos, la bata de laboratorio como medida cautelar que evite cualquier contacto de la piel con cualquier derrame de fluido de perforación u otra sustancia; el tapa bocas para evitar ingerir e inhalar el material

micro-particulado de la mezcla; jeans cómodos para el trabajo y zapatos cerrados para aislar posibles contactos directos con las sustancias que puedan potencialmente caer al piso.

De modo particular se detalla la preparación de las siguientes prácticas, que son consideradas las más críticas en términos de seguridad para los estudiantes e integridad para los equipos:

4.1 PRUEBA DE REOLOGÍA

Equipos y elementos:

- ✓ Agitador de lodos.
- ✓ Viscosímetro Fann 35.
- ✓ Termocúpula.
- ✓ Termómetro.

Condiciones de uso:

- ✓ Presión: Ambiente.
- ✓ Temperatura: Hasta 200 F.

Elementos de Protección:

- ✓ Guantes de nitrilo.

- ✓ Gafas de protección.
- ✓ Bata de laboratorio.
- ✓ Tapa bocas.
- ✓ Jeans y zapatos cerrados.

Preparación:

- ✓ Se seleccionó el viscosímetro calibrado.

Figura 18. Selección del viscosímetro



- ✓ Se verificó el estado general del equipo y se conectó a un tomacorriente previa confirmación de encontrarse apagado.
- ✓ Se limpió cada uno de los componentes del viscosímetro.

Figura 19. Preparación del viscosímetro



- ✓ Se hizo uso de un termómetro para comparar temperaturas.

Procedimiento:

- ✓ Conectar el Viscosímetro Fann calibrado a un tomacorriente de 115 voltios.
- ✓ Asegurarse que todos los elementos a utilizar se encuentren completamente limpios y secos.
- ✓ Se preparó y mezcló el fluido de perforación de forma adecuada siguiendo las indicaciones del técnico de laboratorio.

Figura 20. Vertimiento del fluido de perforación



- ✓ Se procedió a colocar el rotor y la camisa exterior al viscosímetro.
- ✓ Se llenó el vaso del viscosímetro con el fluido de perforación recién agitado hasta la marca indicada.
- ✓ Se sumergió la camisa rotaria en la muestra del fluido hasta la señal indicada.

Figura 21. Prueba reológica del fluido de perforación



- ✓ Con la camisa rotando a 600 rpm, se registró la lectura del dial una vez se encontrara estable.
- ✓ Se cizalló la muestra de lodo por 10 segundos a alta velocidad y se dejó sin perturbar por 10 segundos más. Se hizo girar el rotor lentamente para producir una lectura del dial positiva.

- ✓ Después de terminar las lecturas en las velocidades dadas, se procedió a retirar el rotor suavemente, manteniendo la lectura del dial en menos de cero, para evitar descalibrar el equipo.
- ✓ Una vez terminada la prueba, se hizo la debida limpieza de todo el equipo, se apagó y se desconectó del tomacorriente.

Precauciones:

- ✓ En esta práctica existe un potencial riesgo de daño al equipo utilizado, por lo que se hace necesario tener en cuenta las siguientes indicaciones para minimizar un posible daño: Hacer el montaje y desmontaje del rotor teniendo cuidado en su ubicación y ajuste. La perilla básica debe accionarse encendida y la perilla adicional con el equipo apagado, evitando así afectar el normal funcionamiento del equipo o un posible daño de este. El personal no podrá despojarse de ningún elemento de protección por el discomfort térmico que prevalece en el laboratorio.

4.2 PRUEBA FILTRADO API

Equipos y elementos:

- ✓ Soporte para celda de lodos.
- ✓ Papel filtro.
- ✓ Probeta graduada.
- ✓ Filtro-prensa API (con todos sus accesorios).

Condiciones de uso:

- ✓ Presión: 100 psi.
- ✓ Temperatura: Ambiente.
- ✓ Tiempo: 30 min.

Elementos de Protección:

- ✓ Guantes de nitrilo.
- ✓ Gafas de protección.
- ✓ Bata de laboratorio.
- ✓ Respirador de doble filtro.
- ✓ Careta.
- ✓ Jeans y zapatos cerrados.

Preparación:

- ✓ Se verificó el estado del equipo con el técnico de laboratorio.

Figura 22. Filtro-prensa API



Figura 23. Compresor de la filtro-prensa API



- ✓ Se agitó la muestra justo antes de realizar la prueba.

Procedimiento:

- ✓ Se aseguró que cada parte de la filtro-prensa esté limpia, que los empaques no estén desgastados y que las mallas no se encuentren deterioradas.

Figura 24. Preparación de la cámara



- ✓ Se colocó el papel filtro y el empaque sobre la cara inferior junto con el vaso.
- ✓ Se procedió a llenar la cámara con lodo.

Figura 25. Llenado de cámara con fluido de perforación



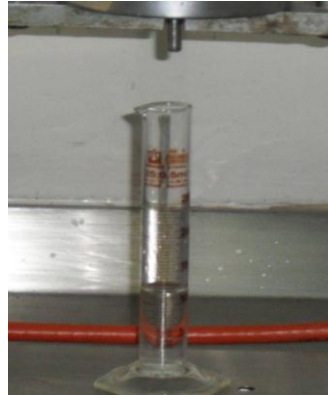
- ✓ Se colocó el empaque y la tapa superior asegurándola con el tornillo vertical, teniendo la precaución de no apretar demasiado.
- ✓ Se encendió el compresor, el cual alcanzará automáticamente a una presión de 100 psi.

Figura 26. Presurización de la cámara



- ✓ Se colocó una probeta graduada seca bajo el tubo de drenaje para recibir el filtrado.

Figura 27. Probeta con filtrado



- ✓ Se cerró la válvula de alivio/seguridad y se ajustó el regulador hasta una presión de 100 psi.
- ✓ Una vez ajustada la presión a 100 psi, se contabilizaron 30 minutos y se despresurizó el sistema abriendo la válvula de alivio hasta que toda la presión fuera liberada.

Figura 28. Finalización de filtrado



- ✓ Después de culminada la prueba, se cerró la llave de paso de aire y se abrió la válvula de seguridad asegurándose que la presión ha sido liberada.

- ✓ Se procedió a remover la cámara del soporte y se desarmó el equipo.
- ✓ Se lavó el revoque cuidadosamente haciendo uso de los guantes.
- ✓ Se efectuó la respectiva limpieza de todos los equipos usados y se hizo entrega de los mismos al técnico de laboratorio.

Figura 29. Entrega de laboratorio



Precauciones:

- ✓ En esta práctica el riesgo inminente procede del riesgo de presurizar la muestra de lodo en la capsula, para lo cual debe tenerse en cuenta las siguientes recomendaciones: El giro de la válvula de bola en posición abierta permitiendo el flujo de aire debe ser cuidadoso; la válvula de seguridad debe accionarse después de haber puesto en cierre la válvula de bola. El tornillo en forma de “T” debe accionarse lentamente para liberar la presión almacenada en la capsula. Durante la práctica debe observarse que se mantengan puestos los elementos de protección personal.

4.3 PRUEBA DE RETORTA

Equipos y elementos:

- ✓ Kit retorta.
- ✓ Probeta de 10 mL.
- ✓ Bon bril

Condiciones de uso:

- ✓ Presión: Atmosférica.
- ✓ Temperatura: Hasta 180 F.

Elementos de Protección:

- ✓ Guantes de carnaza (resistentes al calor).
- ✓ Guantes de nitrilo.
- ✓ Gafas de protección.
- ✓ Bata de laboratorio.
- ✓ Jeans y zapatos cerrados.

Para la prueba de retorta se incluye un elemento no utilizado con anterioridad. Son los guantes de carnaza, necesarios para asir objetos que por sus altas temperaturas alcanzadas pueden ocasionar quemaduras.

Preparación:

- ✓ Se revisó que el equipo se encontrara limpio y en buen estado.
- ✓ La mezcla a analizar fue agitada justo antes de iniciar la prueba.

Procedimiento:

- ✓ Se sacó y se limpió la cámara antes de realizar la prueba.
- ✓ Se obtuvo una muestra bastante agitada para garantizar que el gas que contenga en solución fuera liberado.
- ✓ Se colocó un volumen de 10 cc de fluido de perforación libre de aire en la cámara inferior de la retorta.

Figura 30. Llenado cámara retorta con fluido de perforación



- ✓ Se colocó la tapa sobre la cámara y se limpió el exceso de fluido que salió a través del orificio.
- ✓ Se colocó un tapón de esponjilla (bon bril) a la cámara superior, ejerciendo presión para que quedara compacto.
- ✓ Se ensamblaron las cámaras y se conectaron al condensador de la unidad.

Figura 31. Armado de equipo de retorta



- ✓ Se colocó una probeta graduada de 10 cc y se conectó la unidad al tomacorriente.

Figura 32. Recolección de filtrado prueba retorta



- ✓ Se dejó que la retorta se calentara hasta que la condensación parara y luego se dejó 10 minutos más en calentamiento.

Figura 33. Filtrado final prueba retorta



- ✓ Al finalizar la prueba se hizo la respectiva limpieza del equipo y los elementos usados, se desconectó el equipo y se le hizo entrega al técnico de laboratorio.

Precauciones:

- ✓ En esta práctica el mayor riesgo presentado es el de las altas temperaturas alcanzadas por lo tanto deben tomarse las siguientes precauciones para minimizar los riesgos de quemaduras graves: El equipo alcanza una temperatura de hasta 180° C en el interior de la celda de calentamiento. Las manipulaciones en esta prueba se efectuaran utilizando guantes de carnaza. En ningún momento debe retirarse cualquier elemento de protección personal aunque se presente un alto discomfort térmico.

4.4 PRUEBA HPHT

Equipos y elementos:

- ✓ Filtro-prensa HPHT (con todos sus accesorios).
- ✓ Capsulas de CO₂.

Condiciones de uso:

- ✓ Presión: 500 psi.
- ✓ Temperatura: Hasta 300 F.
- ✓ Tiempo: 30 min.

Elementos de Protección:

- ✓ Guantes de carnaza (resistentes al calor).
- ✓ Guantes de nitrilo.
- ✓ Gafas de protección.
- ✓ Careta.
- ✓ Respirador con doble filtro.
- ✓ Bata de laboratorio.
- ✓ Jeans y zapatos cerrados.

Preparación:

- ✓ Se puso a calentar la camisa antes de iniciar la prueba.
- ✓ Se verificó que los componentes de la celda se encontraran en buen estado y limpios.

Procedimiento:

- ✓ Se llenó la celda con fluido de perforación, se puso el papel filtro sobre la tapa y se tapó la celda.

Figura 34. Cerrado de cámara HPHT con fluido de perforación



- ✓ Posteriormente se volteó la celda (filtrado hacia abajo) y se conectaron los reguladores arriba y abajo de ésta.
- ✓ El regulador de la parte superior se ajustó a una presión de 100 psi.
- ✓ Se abrió la válvula superior para permitir la entrada de las 100 libras de presión y posteriormente se procedió a su cerramiento.
- ✓ Manteniendo la presión en 100 psi, se esperó a que se alcanzara una temperatura alrededor de 250 F en la parte superior.

Figura 35. Presurización de la cápsula prueba HPHT



- ✓ Posteriormente se pusieron 100 psi en la parte inferior y se aumentó a 600 psi en la parte superior.
- ✓ Se abrieron las válvulas superior e inferior y se esperó 30 minutos a que terminara la prueba.

Figura 36. Filtrado final prueba HPHT



- ✓ Se cerraron las válvulas, se liberó la presión y se cerraron los pistones.
- ✓ Una vez terminada la prueba, se limpiaron todos los equipos y se le hizo entrega al técnico de laboratorio.

Precauciones:

- ✓ El riesgo de mayor presencia es la presión y temperatura con que se desarrolla la prueba por tanto debe tenerse en cuenta las siguientes precauciones: liberar presiones primero en la válvula de la tapa y luego en la parte inferior. Por otra parte si al soltar los tornillos de seguridad de la tapa se siente presión, dejar que ésta desaparezca en un tiempo prudente (45 minutos aproximadamente). Usar guantes de carnaza cuando se retire la capsula para evitar quemaduras, mantener los elementos de protección personal siempre puestos aunque se presente discomfort térmico.

5. MEDICIÓN DEL IMPACTO DE SEGURIDAD

En cumplimiento a la normatividad sobre medición del impacto de seguridad, se han identificado y determinado las actividades que potencialmente pueden generar peligro en el laboratorio de lodos y cementos. En tal sentido y con el fin de minimizar el impacto que ello pueda ocasionar, se ha elaborado el panorama de riesgos que identifica las falencias y debilidades particulares que pueden estar presentes en el lugar de trabajo, buscando disminuir aquellos elementos que puedan afectar la seguridad de los estudiantes y el estado de los equipos e instalaciones.

5.1 METODOLOGÍA¹²

Para el propósito de este manual, el análisis y evaluación de los riesgos asociados al funcionamiento del laboratorio de lodos y cementos se realizó elaborando la matriz de riesgos ocupacionales bajos los criterios de la Guía Técnica Colombiana para la elaboración de panoramas de riesgos (GTC 45). Los criterios usados para la identificación y valorización de los riesgos fueron establecidos por la GTC 45 de la siguiente manera.

¹²INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Guía técnica colombiana para la elaboración de panoramas de riesgos y el programa de salud ocupacional. GTC 45. Bogotá D.C.: ICONTEC, 1997. 19 p.

Determinación del grado de peligrosidad (GP):

Tabla 5. Grado de peligrosidad

GP. Bajo	GP. Medio	GP. Alto
1-300	600	1000

Fuente: GTC 45.

Determinación del Factor de Ponderación (FP):

Tabla 6. Factor de ponderación

Porcentaje de personas expuestas	Factor de ponderación (FP)
1-20%	1
21-40%	2
41-60%	3
61-80%	4
81-100%	5

Fuente: GTC 45.

Determinación del Grado de Repercusión (GR = GP*FP):

Tabla 7. Grado de repercusión

GR. Bajo	GR. Medio	GR. Alto
1-1500	3500	5000

Fuente: GTC 45.

A continuación se ilustra en la tabla 8 una escala de valorización para calificar las consecuencias, la probabilidad y el tiempo de exposición de acuerdo a los posibles efectos que puedan generar las fuentes de los factores de riesgo.

Tabla 8. Escala de valorización

Valor	Consecuencias
10	Muerte y/o daños mayores a 400 millones de pesos
6	Lesiones incapacitantes permanentes y / o daños entre 40 y 399 millones de pesos
4	Lesiones con incapacidades no permanentes y / o daños hasta 39 millones de pesos
1	Lesiones con heridas leves, contusiones, golpes y / o pequeños daños económicos
Valor	Probabilidad
10	Es el resultado más probable y esperado si la situación de riesgo tiene lugar
7	Es completamente posible. Tiene una probabilidad de ocurrencia del 50%
4	Sería una coincidencia rara. Tiene una probabilidad del 20%
1	Nunca ha sucedido en muchos años de exposición riesgo, pero es concebible. Probabilidad del 5%
Valor	Tiempo de Exposición
10	La situación de riesgo ocurre continuamente o muchas veces al día
6	Frecuentemente o una vez al día
4	Ocasionalmente o una vez por semana
1	Remotamente posible

Fuente: GTC 45.

En la tabla 9 se mencionan los equipos con los cuales se realizan las prácticas de laboratorio rutinarias que pueden resultar dañados o que pueden generar un accidente.

Tabla 9. Equipos y Usos

Equipo	Uso
Kit contenido de arena	Permite la determinación del contenido de arena de un fluido de perforación
Copa de calentamiento reómetro	Se utiliza para fijar la temperatura cuando se determina viscosidad en el viscosímetro fann 35 ^a
Medidor portátil de pH	Utilizado para determinar los diferentes rangos de pH de los fluidos de perforación
Embudo marsh	Determina la viscosidad de un fluido en seg/ct
Viscosímetro rotario (2 velocidades)	Mide la viscosidad de fluidos de perforación
Balanza de lodos	Determina la densidad de los fluidos de perforación
Filtro -prensa HPHT	Permite determinar las pérdidas de filtrado de los fluidos de perforación a altas presiones y temperaturas
Filtro-prensa API	Determina la cantidad de pérdida de filtrado de un fluido de perforación
Viscosímetro rotario	Determina las propiedades que presentan los fluidos de perforación a condiciones normales y altas temperaturas
Espectrofotómetro	Mide la concentración de partículas en el agua
Kit retorta	Determina los porcentajes de agua, aceite y sólidos que tiene el fluido de perforación
Multimixer	Aplica velocidad de agitación a cualquier fluido de perforación permitiendo verter productos para su preparación
Balanza electrónica	Mide el peso de los aditivos para la preparación del fluido de perforación
Consistómetro	Mide propiedades reológicas de la lechada de cemento y contenido de agua libre

La tabla 10 muestra los insumos que representan mayor grado de peligrosidad y los cuales se tienen almacenados de forma inadecuada en el laboratorio.

Tabla 10. Insumos peligrosos

Clasificación	Producto
Solvente	Tolueno
	Benceno
	Varsol
	Hexano
	Acpm
Ácidos, bases y corrosivos	Ácido clorhídrico
	Ácido sulfúrico
	Cloruro de amonio
	Amoniaco
	Deha 2 reagent
	Peróxido de hidrogeno
	Potasio reagent

5.2 EVALUACIÓN DE RIESGOS

A partir de las directrices de la Norma GTC 45 se establecieron las asignaturas categóricas de riesgo con sus factores y riesgos asociados para elaborar una lista de chequeo que permitió el análisis preliminar de los aspectos más sobresalientes del laboratorio. La siguiente tabla especifica cada uno de los aspectos evaluados en cada uno de los factores de riesgo asociados al funcionamiento del laboratorio en temas de seguridad.

Tabla 11. Condiciones de riesgo GTC 45

Condición	Factor de Riesgo	Aspectos a evaluar
Seguridad	Locativos	Distribución de áreas
		Superficie de trabajo
		Orden y aseo
		Solidez, estructura y diseño
		Servicios básicos
		Señalización
	Mecánicos	Uso de equipos de laboratorio y exposición física
		Equipamiento individual y general
	Eléctricos	Exposición a cables y redes eléctricas
		Mantenimiento de redes eléctricas
		Señalización del sistema eléctrico
	Químicos	Almacenamiento
		Etiquetas y fichas de seguridad
Manejo		

Fuente: GTC 45.

Las condiciones laborales tienen relación con el ambiente de trabajo en el laboratorio y toma en consideración las observaciones hechas durante las inspecciones a las instalaciones y las inquietudes formuladas. Se considera que la falta de atención en algunas condiciones desfavorables, puede repercutir en un tiempo futuro en la seguridad de las personas y de los equipos usados en las prácticas de laboratorio.

5.3 IDENTIFICACIÓN DE FACTORES DE RIESGO.

Los factores de riesgo identificados durante la inspección del laboratorio para las condiciones de trabajo general se presentan clasificados en la siguiente tabla:

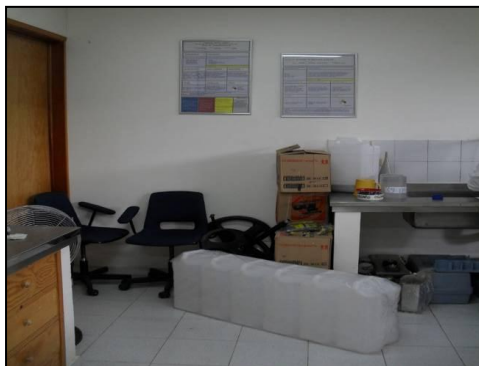
Tabla 12. Factores de riesgo identificados

Factor de riesgo	Clasificación
No hay área designada para dejar los bolsos	Locativos
No se cuenta con baldosas anti-deslizables	
El área de trabajo no es pertinente para el desarrollo de las prácticas.	
Las manijas de la tapa de drenaje se encuentran levantadas	
Existe ubicación inadecuada de algunas cajas, recipientes y otros materiales	
Falta de adecuación de los mesones de trabajo	
Agrietamiento de paredes	
Faltan extractores de vapores	
Falta ducha y lavaojos de emergencia	Mecánicos
Falta de protocolos de seguridad y uso de equipos actualizados para los estudiantes	
Uso de equipos de laboratorio	
Exposición a altas presiones de operación	
Exposición a altas temperaturas de operación	
Falta de un programa escrito de mantenimiento preventivo de equipos	Eléctricos
Cables expuestos en el piso	
Falta de mantenimiento preventivo de las redes eléctricas	
Tomas de corriente sin protección	Químicos
Los productos peligrosos no se almacenan en armarios protegidos	
El almacenamiento de los residuos químicos no se hace en un lugar apropiado	
Algunos productos químicos no disponen de las hojas de datos de seguridad	
Algunos envases de productos químicos no están etiquetados de forma reglamentaria	
No hay procedimientos de trabajo por escrito para la manipulación y la utilización de sustancias peligrosas	
No se dispone de medios específicos para limpiar o neutralizar los derrames y/o fugas de sustancias peligrosas	

Realizada la inspección al laboratorio e identificados los factores de riesgo en materia de seguridad, se procedió al diligenciamiento de la matriz de valoración de riesgos asociada al ambiente general de trabajo en el laboratorio en lo referente a factores de riesgo locativos, eléctricos, mecánicos y químicos. En esta se pudo observar que las condiciones de seguridad en todos los sectores de riesgo identificados inicialmente fueron calificadas con un grado de riesgo bajo y algunos cercanos a medio y solamente uno calificado en nivel medio.

Dentro de los factores de riesgos locativos encontrados en el laboratorio de lodos y cementos se observa que el área designada para que los estudiantes dejen los bolsos y pertenencias no es la adecuada, ésta se encuentra próxima a los recipientes de los residuos peligrosos (ver figura 37). En este mismo espacio también existe una serie de implementos y materiales que no cumplen ninguna función y que como tal reducen los espacios, generando además de obstrucción, dificultad para realizar la limpieza, el aseo y el respectivo ordenamiento físico del laboratorio.

Figura 37. Espacio designado para que los estudiantes dejen sus pertenencias



A la hora de realizar la adecuación del laboratorio no se tuvo en cuenta el espacio necesario para el número de estudiantes que diariamente hacen uso de las instalaciones, para el almacenamiento de los diferentes productos químicos, realizar las prácticas (ver figura 38), ni tampoco la importancia de contar con baldosas anti-deslizables para evitar accidentes durante las prácticas.

Figura 38. Espacio de trabajo en el laboratorio



En el piso se encuentra una tapa de drenaje con las manijas en hierro levantadas (ver figura 39), impidiendo una libre circulación del personal en caso de evacuación y/o desplazamiento. Se han presentado incidentes menores en el pasado con estudiantes que durante la manipulación de sustancias químicas tropiezan con estas manijas y no se han tomado medidas correctivas.

Figura 39. Manijas levantadas en vía de evacuación



Se encontró también que hace falta la adecuación de los mesones de trabajo donde se encuentran todos los equipos del laboratorio. Es indispensable contar con un área adecuada, estable y segura para el trabajo que garantice la disminución de los riesgos. El agrietamiento de las paredes (ver figura 40) es otro factor de riesgo a tener en cuenta debido a la inestabilidad que le puede generar a las mismas. La falta de mantenimiento preventivo a las instalaciones e inmuebles puede ocasionar daños materiales e incluso lesiones personales.

Figura 40. Agrietamiento en pared y techo.



La evidencia en la falta de una ducha y un lavaojos de emergencia no solamente es de carácter necesario en lo preventivo, sino que se hace obligatoria cuando de manipular sustancias químicas se trata, máxime si estas pueden ser consideradas como peligrosas. La falta de extractores de vapores en el laboratorio también se considera un riesgo para la salud ya que los estudiantes que se encuentran realizando prácticas están expuestos a la inhalación de vapores generados tanto por los residuos químicos peligrosos allí almacenados como por el manejo de sustancias químicas volátiles.

En la tabla 13, se puede evidenciar la matriz de riesgos realizada para las fuentes de riesgos locativos hallados en el laboratorio de lodos y cementos. Esta describe los posibles efectos que puede generar cada una de las fuentes y los controles existentes actuales. Cuantifica las consecuencias, exposición y probabilidad de los posibles efectos mediante las directrices de la Guía Técnica Colombiana 45 y

determina el grado de peligrosidad (GP) y el grado de repercusión (GR). El número de personas expuestas se determina a partir de un promedio semestral de estudiantes que matriculan la asignatura de laboratorio de lodos y cementos, los cuales se encuentran expuestos cuatro horas semanales a los diferentes riesgos existentes en las instalaciones.

Tabla 13. Riesgos locativos actuales en el laboratorio de lodos y cementos

RIESGOS LOCATIVOS ACTUALES EN EL LABORATORIO DE LODOS Y CEMENTOS																	
ÁREA DE TRABAJO	ACTIVIDAD	CONDICION	FACTOR DE RIESGO	FUENTE	EFECTOS POSIBLES	NE	TE	C	E	P	Grado de peligrosidad G.P=C*E*P		CONTROLES EXISTENTES				
											GP	FP		GR	Grado de repercusión GR=GP*FP		
AMBIENTE GENERAL DE TRABAJO				C=Consecuencia, E=Exposición, P=Probabilidad, NE=Nº personas expuestas frecuentemente, TE=Tiempo de exposición en horas semanales, FP=Factor de ponderación													
Actividades generales realizadas durante las diferentes prácticas del laboratorio.				Localivos													
SEGURIDAD				Localivos													
Localivos				Localivos													
				No hay área designada para dejar los bolsos.	Daño a las pertenencias personales.	120	4	1	10	1	10	5	Bajo	Bajo	50	Bajo	Dejar los bolsos en un rincón del laboratorio.
				No se cuenta con baldosas anti-deslizables.	Lesiones personales y daños materiales.	120	4	1	10	4	40	5	Bajo	Bajo	200	Bajo	Recomendar usar calzado anti-deslizante.
				Área de trabajo por persona no es pertinente para el desarrollo de las prácticas.	Daños en equipos y/o derrames de fluidos.	120	4	1	10	4	40	5	Bajo	Bajo	200	Bajo	No hay control.
				Manijas de tapa de drenaje sin ajustar.	Lesiones personales y daños materiales.	120	4	1	10	7	70	5	Bajo	Bajo	350	Bajo	Evitar el paso por dicha zona.
				Falta de orden (ubicación inadecuada de cajas, recipientes y otros materiales).	Tropiezos y daños materiales.	120	4	1	10	1	10	5	Bajo	Bajo	50	Bajo	Ubicación en rincones y áreas de poco acceso.
				Falta de adecuación de los mesones de trabajo.	Daños a los inmuebles y equipos.	120	4	4	10	4	160	5	Bajo	Bajo	800	Bajo	Mantenimiento correctivo.
				Agrupamiento en las paredes.	Desestabilización de las paredes.	120	4	4	10	1	40	5	Bajo	Bajo	200	Bajo	No hay control.
				Falta de extractores de vapores.	Inhalación de vapores de sustancias químicas.	120	4	1	10	7	70	5	Bajo	Bajo	350	Bajo	Dejar puertas abiertas.
				Falta de ducha y lavaojos de emergencia.	Lesiones en piel y ojos permanentes.	120	4	6	10	7	420	5	Medio	Medio	2100	Medio	Uso de agua corriente del grifo.

En cuanto a riesgos locativos eléctricos, se evidencian cables expuestos sobre un área de acceso hacia la salida de emergencia (ver figura 41), convirtiéndose ello, en un riesgo potencial en caso de presentarse una evacuación de emergencia. Dentro de los accidentes que pudiesen presentarse se incluyen no solo los estudiantes sino también los equipos. Es prerequisite para la seguridad, tener los pasillos destinados como vías de evacuación libres de obstáculos y elementos que impida el libre acceso o circulación.

Figura 41. Cableado expuesto en el laboratorio



La falta de mantenimiento preventivo de las redes eléctricas puede generar cortos circuitos y ocasionar el daño de los equipos del laboratorio. Es indispensable realizar la inspección y el mantenimiento de las redes eléctricas periódicamente, con el fin de detectar a tiempo anomalías que puedan convertirse en riesgos. Los tomacorrientes descubiertos (ver figura 42) cercanos a fuentes de agua también pueden ser un riesgo a la hora de realizar el lavado y limpieza de los equipos, ya que puede salpicar agua dentro de estos.

Figura 42. Tomacorriente descubierto



En lo referente a los riesgos mecánicos, se observa que el manual de procedimientos de operación de equipos elaborado en el año 1998 no se encuentra actualizado con los nuevos equipos que hay en el laboratorio, lo que puede generar el mal uso de los equipos por parte de los estudiantes. Se evidencia también la falta de un programa escrito de mantenimiento preventivo de cada uno de los equipos para prolongar la vida útil de estos.

La exposición a altas presiones es inevitable durante ciertas prácticas de laboratorio, lo que genera un alto riesgo para la integridad física de los estudiantes que se encuentran manipulando los equipos. Sin embargo, las medidas de seguridad adoptadas para trabajar con presiones en el laboratorio ayudan a la disminución del riesgo. En cuanto al manejo de altas temperaturas, es necesaria la implementación de guantes protectores que permitan la fácil manipulación de los elementos calientes evitando así posibles accidentes.

En la tabla 14, se puede evidenciar la matriz de riesgos realizada para las fuentes de riesgos eléctricos y mecánicos hallados en el laboratorio de lodos y cementos. Al igual que la matriz anterior, se describen los posibles efectos que puede generar cada una de las fuentes y los controles existentes actuales. Cuantifica las consecuencias, exposición y probabilidad de los posibles efectos mediante las directrices de la Guía Técnica Colombiana 45 y determina el grado de peligrosidad (GP) y el grado de repercusión (GR).

Tabla 14. Riesgos eléctricos y mecánicos actuales en el laboratorio de lodos y cementos

RIESGOS ELÉCTRICOS Y MECÁNICOS ACTUALES EN EL LABORATORIO DE LODOS Y CEMENTOS																
ÁREA DE TRABAJO	ACTIVIDAD	CONDICION	FACTOR DE RIESGO	FUENTE	EFECTOS POSIBLES	NE	TE	C	E	P	Grado de peligrosidad G.P=C*E*P			CONTROLES EXISTENTES		
											GP	FP	GR			
C=Consecuencia, E=Exposición, P=Probabilidad, NE=Nº personas expuestas frecuentemente, TE=Tiempo de exposición en horas semanales, FP=factor de ponderación																
AMBIENTE GENERAL DE TRABAJO	Actividades generales realizadas durante las diferentes prácticas del laboratorio.	SEGURIDAD	Eléctricos	Cables expuestos en el piso. Falta de mantenimiento preventivo a las redes eléctricas. Tomas de corriente sin protección.	Daños a equipos y lesiones personales. Daños en equipos. Corto circuito.	120	4	1	10	4	4	Bajo	5	200	Bajo	Evitar el paso por el sitio de riesgo.
						120	4	4	10	4	Bajo	5	800	Bajo	Mantenimiento correctivo.	
						120	4	4	10	7	Bajo	5	1400	Bajo	Tener precaución.	
						120	4	4	10	7	Bajo	5	1400	Bajo	Recomendaciones verbales.	
						120	4	4	10	7	Bajo	5	1400	Bajo	Manuales desactualizados de equipos.	
			Mecánicos	Uso de equipos de laboratorio. Exposición a altas presiones de operación. Exposición a altas temperaturas de operación. Falta de un programa escrito de mantenimiento preventivo de equipos.	Daños en equipos y lesiones personales. Daños en equipos y lesiones personales. Lesiones personales. Daños en equipos.	120	4	4	10	4	Bajo	5	800	Bajo	Recomendaciones verbales.	
						120	4	1	10	7	Bajo	5	350	Bajo	Recomendaciones verbales.	
						120	4	4	10	7	Bajo	5	1400	Bajo	Mantenimiento correctivo.	
						120	4	4	10	7	Bajo	5	1400	Bajo		
						120	4	4	10	7	Bajo	5	1400	Bajo		

Continuando con la búsqueda de factores de riesgo químicos en el laboratorio, se evidencia el incumplimiento a las normas en cuanto al almacenamiento de productos peligrosos, las cuales se encuentran organizadas con las demás sustancias en un estante sin un debido aseguramiento. Es imperativo tener un control sobre el almacenamiento de este tipo de sustancias debido al inminente peligro que representan para la salud de las personas.

Figura 43. Almacenamiento indebido de productos peligrosos



Hacen falta procedimientos escritos para los estudiantes donde se describa la correcta manipulación de las sustancias peligrosas presentes en el laboratorio. La documentación de las hojas de datos de seguridad de todos los materiales se encuentra incompleta, por lo que se hace necesaria una revisión de cada una de estas hojas para complementar la información requerida en términos de seguridad. Se presentan algunas falencias en el etiquetado de los diferentes productos químicos manipulados semanalmente por unos 120 estudiantes, sin que se cuente

con un sistema estricto de clasificación de químicos en materia de HSEQ. Algunos productos cuentan con el etiquetado pero en inglés o francés, lo cual puede resultar peligroso en un caso de emergencia para un estudiante que no conozca estos idiomas.

Figura 44. Etiquetado de envases químicos



El manejo de los desechos químicos registra algunas fallas en su almacenamiento ya que se realiza dentro del mismo laboratorio, exponiendo a los estudiantes a la emisión de gases que estos generan. Se considera de carácter obligatorio la adecuación de un área fuera del laboratorio y en lo posible lejos de instalaciones que sean frecuentadas, para el almacenamiento de estos desechos por el periodo de tiempo que tardan en ser recogidos para su disposición final. En cuanto a la disposición de los residuos sólidos, el laboratorio cuenta con tres recipientes de desechos (riesgo biológico, papel-cartón y no reciclable) los cuales deben estar retirados del área de almacenamiento de los productos químicos.

Figura 45. Recipientes para disposición de desechos sólidos



No se cuenta con medios específicos para limpiar o neutralizar los derrames y/o fugas de las sustancias peligrosas, lo que dificultaría la atención de una emergencia de este tipo, afectando posiblemente la salud de las personas encargadas de atender esta situación. Es necesario tener dentro del laboratorio un kit de derrames acorde al tipo de sustancias que en este se manejan.

En la tabla 15, se puede evidenciar la matriz de riesgos realizada para las fuentes de riesgos químicos hallados en el laboratorio de lodos y cementos. Se considera que es el área donde más riesgos se registraron y que pueden ser corregidos de forma inmediata siguiendo la propuesta ambiental descrita en el capítulo 1 e implementando el protocolo de seguridad general descrito en el capítulo 3.

Tabla 15. Riesgos químicos actuales en el laboratorio de lodos y cementos

RIESGOS QUÍMICOS ACTUALES EN EL LABORATORIO DE LODOS Y CEMENTOS (GTC 45)																
AREA DE TRABAJO	ACTIVIDAD	CONDICION	FACTOR DE RIESGO	FUENTE	EFECTOS POSIBLES	NE	TE	C	E	P	Grado de peligrosidad G-P-C-E-P		Grado de repercusión GR-GP-FP		CONTROLES EXISTENTES	
											GP	FP	GR	CALIFICACION		
AMBIENTE GENERAL DE TRABAJO	Actividades generales realizadas durante las diferentes prácticas del laboratorio	SEGURIDAD	Químicos	Los productos peligrosos no se guardan o se almacenan en armarios protegidos.	Lesiones personales.	120	4	4	10	1	40	Bajo	5	200	Bajo	Aplicación de medidas básicas de almacenamiento de sustancias químicas, fuera de las normas establecidas.
				El almacenamiento de los residuos químicos se hace en un lugar inapropiado.	Lesiones personales.	120	4	1	10	4	40	Bajo	5	200	Bajo	Materiales capaces de mantener los productos, pero no en el lugar adecuado.
				Algunos productos químicos no disponen de las fichas de seguridad.	Lesiones personales.	120	4	4	10	4	160	Bajo	5	800	Bajo	Fichas de seguridad para la mayoría productos químicos.
				Algunos envases de productos químicos no están etiquetados de forma reglamentaria.	Lesiones personales.	120	4	4	10	4	160	Bajo	5	800	Bajo	Etiquetado en inglés y en algunos casos no hay control.
				No hay procedimientos de trabajo por escrito para la manipulación y la utilización de sustancias peligrosas.	Lesiones personales.	120	4	4	10	7	280	Bajo	5	1400	Bajo	Recomendaciones verbales.
				No se dispone de medios específicos para limpiar o neutralizar los derramamientos y/o fugas de sustancias peligrosas.	Lesiones personales y daños	120	4	4	10	4	160	Bajo	5	800	Bajo	Uso de trapos y demás implementos de aseo general.

Luego de aplicar los protocolos tanto de uso de equipos del capítulo 2 como de protección personal del capítulo 3 y suponiendo la implementación de la propuesta ambiental del capítulo 1, se procedió a re-evaluar los factores de riesgo que se tienen presentes en el laboratorio dando como resultado una disminución en el grado de peligrosidad (GP) y en el grado de repercusión (GR) en lo referente a los factores mecánicos y químicos. Comparando las nuevas matrices de riesgos con las anteriores (Ver tablas 13, 14 y 15) se puede observar que los riesgos de tipo locativos (ver tabla 16) no tendrán un cambio positivo mientras no se lleve a cabo una mejora en el diseño, estructuración y mantenimiento del área.

En cuanto a los riesgos de tipo eléctricos presentes (ver tabla 17), podrían desaparecer si el cableado expuesto es reorganizado de forma tal que no interfiera en caso de evacuación, si se adopta como medida de seguridad la realización de un mantenimiento preventivo periódico de las redes eléctricas y si se compran tomacorrientes con tapas de protección. Los riesgos mecánicos (ver tabla 17) como el uso de equipos y la exposición a altas presiones y temperaturas seguirán existiendo a pesar de las medidas tomadas, sin embargo con los protocolos de seguridad personal y de uso de equipos implementados se logra disminuir en un porcentaje los grados de peligrosidad (GP) y repercusión (GR) en esta área.

Por último los riesgos de tipo químico (ver tabla 18) son los más diezmados con la propuesta ambiental elaborada, mejorando aspectos como etiquetado, almacenamiento y manipulación de sustancias químicas, y almacenamiento de

residuos. No obstante queda por mejorar aspectos como la neutralización de derrames, limpieza y manejo de sustancias peligrosas con lo que a futuro y una vez logrado, servirá para mejorar la eficiencia en el uso del laboratorio de lodos y cementos.

Para finalizar con la evaluación de riesgos, cabe mencionar que el objetivo de esta matriz no es únicamente el de cuantificar los riesgos encontrados en el laboratorio y el impacto que genera la implementación de los protocolos y la propuesta ambiental, si no también realizar una serie de recomendaciones (Ver capítulo 7) que puedan ayudar a disminuir el grado de peligrosidad (GP) y el grado de repercusión (GR) en el futuro para la seguridad y el bienestar de los estudiantes y demás personas que hacen uso de las instalaciones y equipos.

Tabla 16. Riesgos locativos en el laboratorio de lodos y cementos después de la re-evaluación de los factores de riesgo

RIESGOS LOCATIVOS EN EL LABORATORIO DE LODOS Y CEMENTOS DESPUES DE LA RE-EVALUACION DE LOS FACTORES DE RIESGO																	
AREA DE TRABAJO	ACTIVIDAD	CONDICION	FACTOR DE RIESGO	FUENTE	EFECTOS POSIBLES	NE	TE	C	E	P	CALIFICACION		CONTROLES EXISTENTES				
											GP	FP		GR	Grado de repercusión GR=GP*FP		
C=Consecuencia, E=Exposición, P=Probabilidad, NE=N° personas expuestas frecuentemente, TE=Tiempo de exposición en horas semanales, FP=Factor de ponderación																	
AMBIENTE GENERAL DE TRABAJO	Actividades generales realizadas durante las diferentes prácticas del laboratorio.	SEGURIDAD	Locativos	No hay área designada para dejar los bolsos.	Daño a las pertenencias personales.	120	4	1	10	1	1	Bajo	5	50	Bajo	Dejar los bolsos en un rincón del laboratorio.	
				No se cuenta con baldosas anti-deslizables.	Lesiones personales y daños materiales.	120	4	1	10	4	4	40	Bajo	5	200	Bajo	Recomendar usar calzado anti - deslizante.
				Área de trabajo por persona no es pertinente para el desarrollo de las prácticas.	Daños en equipos y/o derrames de fluidos.	120	4	1	10	4	4	40	Bajo	5	200	Bajo	No hay control.
				Manijas de tapa de drenaje sin ajustar.	Lesiones personales y daños materiales.	120	4	1	10	7	7	70	Bajo	5	350	Bajo	Evitar el paso por dicha zona.
				Falta de orden (ubicación inadecuada de cajas, recipientes y otros materiales).	Tropiezos y daños materiales.	120	4	1	10	1	1	10	Bajo	5	50	Bajo	Ubicación en rincones y áreas de poco acceso.
				Falta de adecuación de los mesones de trabajo.	Daños a los inmuebles y equipos.	120	4	4	10	4	4	160	Bajo	5	800	Bajo	Mantenimiento correctivo.
				Agrietamiento en las paredes.	Desestabilización de las paredes.	120	4	4	10	1	1	40	Bajo	5	200	Bajo	No hay control.
				Falta de extractores de vapores.	Inhalación de vapores de sustancias químicas.	120	4	1	10	7	7	70	Bajo	5	350	Bajo	Dejar puertas abiertas.

Tabla 17. Riesgos eléctricos y mecánicos en el laboratorio de lodos y cementos después de la re-evaluación de los factores de riesgo

RIESGOS ELÉCTRICOS Y MECÁNICOS EN EL LABORATORIO DE Lodos Y CEMENTOS DESPUÉS DE LA RE-EVALUACIÓN DE LOS FACTORES DE RIESGOS																		
ÁREA DE TRABAJO	ACTIVIDAD	CONDICION	FACTOR DE RIESGO	FUENTE	EFECTOS POSIBLES	NE	TE	C	E	P	Grado de peligrosidad G _P =C ² E ² P		CONTROLES EXISTENTES					
											GP	FP		GR	CALIFICACION			
AMBIENTE GENERAL DE TRABAJO	Actividades generales realizadas durante las diferentes prácticas del laboratorio.	SEGURIDAD	Eléctricos	Cables expuestos a la altura del piso y pared.	Daños en equipos y lesiones personales.	120	4	1	10	4	4	Bajo	5	50	Bajo	Evitar el paso por el sitio de riesgo.		
						120	4	4	10	7	Bajo	5	1400	Bajo	Mantenimiento correctivo.			
						120	4	4	10	7	Bajo	5	1400	Bajo	Tener precaución.			
				Mecánicos	Uso de equipos de laboratorio.	Daños en equipos y lesiones personales.	120	4	4	10	1	Bajo	5	200	Bajo	200	Bajo	Protocolo de uso de equipos.
							120	4	4	10	1	Bajo	5	200	Bajo	Protocolo de uso de equipos.		
							120	4	4	10	1	Bajo	5	50	Bajo	Protocolo de uso de equipos.		
							120	4	1	10	1	Bajo	5	50	Bajo	Protocolo de uso de equipos.		

Tabla 18. Riesgos químicos en el laboratorio de lodos y cementos después de la re-evaluación de los factores de riesgo

RIESGOS QUÍMICOS DESPUÉS DE IMPLEMENTAR LA PROPIUESTA DEL PROYECTO EN EL LABORATORIO DE LODOS Y CEMENTOS																
AREA DE TRABAJO	ACTIVIDAD	CONDICION	FACTOR DE RIESGO	FUENTE	EFECTOS POSIBLES	NE	TE	C	E	P	Grado de peligrosidad GPC*EP		Grado de repercusión GR*GPRFP			
											GP	FP	GR	CALIFICACION		
AMBIENTE GENERAL DE TRABAJO	Actividades generales realizadas durante las diferentes prácticas del laboratorio.	SEGURIDAD	Químicos	Manipulación de sustancias peligrosas.	Lesiones personales.	120	4	4	10	1	40	Bajo	5	200	CALIFICACION	
				Derrames y/o fugas de sustancias peligrosas.	Lesiones personales y daños	120	4	4	10	1	40	Bajo	5	200	CALIFICACION	
																Protocolo general de seguridad actualizado.
																Elementos adecuados para atender derrames.

6. CONCLUSIONES

Las hojas de datos de seguridad de productos químicos son de vital importancia en los laboratorios porque permiten identificar los peligros a los cuales se exponen las personas durante el manejo y almacenamiento de estas sustancias, además de suministrar la información necesaria para tomar medidas en caso de primeros auxilios. Es por esto que se hace obligatoria la actualización de estos documentos en las áreas donde estén presentes productos químicos para garantizar la seguridad de las personas y así cumplir con los requisitos que exigen las normas para la certificación del laboratorio en HSEQ.

El sistema de identificación de materiales peligrosos HMIS® III es totalmente recomendado porque es un etiquetado fácil de leer y entender para cualquier persona, menciona el equipo de protección personal que se debe usar para la manipulación de las diferentes sustancias químicas, ilustra mediante iconos el tipo de órganos que se pueden ver afectados e informa la clase de peligro físico al cual se encuentra expuesta la persona.

Es indispensable contar con un protocolo de uso de equipos actualizado para proteger los equipos, prolongar su vida útil y al mismo tiempo disminuir cualquier riesgo que se tenga cuando sean manipulados. Con estos protocolos se puede garantizar la obtención de buenos resultados mientras se sigan las instrucciones a

cabalidad, mantener en un óptimo estado los equipos siempre y cuando se le realice mantenimiento preventivo periódico y disminuir la probabilidad de lesiones o accidentes en las personas por motivos operacionales.

Es de carácter obligatorio la documentación de un protocolo general de seguridad porque tiene en cuenta los factores de riesgo más críticos que representan el mayor peligro dentro del laboratorio para disminuir su probabilidad de ocurrencia y así evitar en lo posible que se presenten incidentes y/o accidentes que puedan poner en peligro el desarrollo de las prácticas, el estado de los equipos y la integridad de las personas.

Igualmente se hace necesario la existencia de un plan de contingencia actualizado para cada uno de los posibles panoramas de riesgos dentro de la universidad que permita una respuesta rápida, oportuna, adecuada y efectiva para afrontar incidentes, accidentes y/o emergencias que puedan ocurrir dentro y fuera del laboratorio.

La implementación del protocolo de uso de equipos generó un alto grado de seguridad y confiabilidad a la hora de operar los equipos, clarificando los procedimientos a seguir para evitar errores durante las mediciones y disminuyó el riesgo potencial de generar daños a los equipos y materiales del laboratorio.

Al seguir las recomendaciones y los lineamientos estipulados en el protocolo general de seguridad se les garantiza a los estudiantes una forma segura y confiable para la manipulación de sustancias químicas y/o operaciones con altas presiones y elevadas temperaturas que puedan afectar la integridad física.

El laboratorio no evidenció riesgos ambientales mayores, pero se hace necesaria la adecuación de un área para el almacenamiento de residuos que permita un mejor manejo ambiental de los desechos líquidos generados en el laboratorio con el fin de cumplir con las exigencias de las normas y así lograr la certificación del laboratorio en HSEQ.

RECOMENDACIONES

Rediseñar la distribución de los usos del laboratorio y adecuar las nuevas instalaciones de trabajo acorde al número de estudiantes que en un futuro se encontrarán matriculados en la asignatura. Esto incluye la implementación de un tipo de baldosa que sea anti-deslizable para evitar el riesgo de caídas por deslizamiento.

Llevar un control y seguimiento al plan de mantenimiento preventivo de equipos e infraestructura para garantizar el buen funcionamiento de los dispositivos electrónicos y el buen estado de los inmuebles. Dentro de estos controles se deben establecer una serie de normas que favorezcan el orden y la limpieza dentro del laboratorio y encontrarle una ubicación adecuada a los implementos y materiales que no sean necesarios dentro del laboratorio.

Es importante que todo incidente que se presente en el laboratorio sea registrado con el fin de hallar las consecuencias que llevaron a que esto se produjera y adicionalmente para encontrar una solución viable que sea implementada de inmediato para evitar futuros accidentes.

Realizar mantenimiento preventivo periódico a las redes eléctricas. Organizar todos los cables que se encuentren expuestos en el piso del laboratorio, proteger los tomacorrientes con tapas de seguridad y señalar su respectivo voltaje para evitar futuros incidentes.

Diseñar e implementar un programa de mantenimiento preventivo de equipos para garantizar su buen funcionamiento. Divulgar entre los estudiantes los protocolos actualizados de seguridad en las prácticas de laboratorio y uso de cada uno de los equipos.

Implementar procedimientos seguros para el almacenamiento de sustancias químicas teniendo como referencia la propuesta del capítulo 1. Adquirir los estantes adecuados y necesarios para el almacenamiento de sustancias químicas y definir un lugar aislado para el almacenamiento adecuado de sustancias peligrosas.

Estandarizar las hojas de datos de seguridad de todos los productos químicos presentes en el laboratorio de acuerdo a la NTC 4435. Rotular y etiquetar todos los envases de productos químicos con HMIS III en español. Divulgar los procedimientos escritos para el manejo seguro de sustancias químicas peligrosas.

Contar con un kit de derrames acorde a los productos químicos usados en las prácticas y capacitar al técnico del laboratorio en el manejo de este.

BIBLIOGRAFIA

ARBOLEDA TAMAYO, Rosa Estela y GÓMEZ CEBALLOS, José Omar. Seguridad e higiene ocupacional: panorama de factores de riesgo. Medellín: Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid Institución Universitaria. 2005.

ASOCIACION NACIONAL DE PINTURAS Y RECUBRIMIENTOS. Sistema de identificación de materiales peligrosos: Guía del empleado para el HMIS. 3 ed. Neenah, WI: J.J. Keller & Associates, Inc., 2001.

BELTRAN, Alexander. Hoja de vida de equipos, Laboratorio de Lodos y Cementos. Bucaramanga: Escuela de Ingeniería de Petróleos, 1998.

BELTRAN, Alexander. Manual de procedimientos de ensayo, Laboratorio de Lodos y Cementos. Bucaramanga: Escuela de Ingeniería de Petróleos, 1998.

BELTRAN, Alexander. Procedimientos de operación de equipos, Laboratorio de Lodos y Cementos. Bucaramanga: Escuela de Ingeniería de Petróleos, 1998.

CARDENAS DIAZ, Ana Cecilia. Guía para la formulación de planes de contingencia en el FPS. (online) [Bogotá D.C.] FONDO DE PASIVO SOCIAL.

Ferrocarriles Nacionales de Colombia, 2010. [Citado, Marzo 2011] Disponible en internet: <http://extranet.fps.gov.co/GUIAPLANCONTINGENCIA.pdf>

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Ley 55 de 1993. Por medio de la cual se aprueba “Convenio Numero 170 y la Recomendación Numero 177 sobre la seguridad en la utilización de los productos químicos en el trabajo”, adoptados por la 77ª Reunión de la Conferencia General de la OIT, Ginebra, 1990. Bogotá 1993.

COLOMBIA.MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. CONSEJO COLOMBIANO DE SEGURIDAD. Guías ambientales de almacenamiento y transporte por carretera de sustancias químicas peligrosas y residuos peligrosos. Bogotá D.C.: 2003.

DE FEX ANICHIARICO, Rafael L, Manual de manejo de sustancias químicas, SURATEP. Medellín: Litotipo Ltda, 2000.

DIRECCION GENERAL DEL SOCORRO NACIONAL. Incendios estructurales. (online) [Bogotá D.C.]CRUZ ROJA COLOMBIANA, 2009. [Citado, Marzo 2011] Disponible en internet: http://www.cruzrojacolombiana.org/publicaciones/pdf/incendios_estructurales_3112011_101855.pdf.

DIRECCION GENERAL DEL SOCORRO NACIONAL. Terremotos. (online)
[Bogotá D.C.]CRUZ ROJA COLOMBIANA, 2009. [Citado, Marzo 2011]Disponible en
internet: http://www.cruzrojacolombiana.org/publicaciones/pdf/terremoto_3112011_102338.pdf

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Guía técnica colombiana
para la elaboración de panoramas de riesgos y el programa de salud ocupacional.
GTC 45. Bogotá D.C.: ICONTEC, 1997.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Sistemas de gestión
ambiental. Requisitos con orientación para su uso. NTC ISO 14001. Bogotá D.C.:
ICONTEC, 2004.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Sistemas de gestión de la
calidad. Requisitos. NTC ISO 9001. Bogotá D.C.: ICONTEC, 2000.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Sistemas en gestión de
seguridad y salud ocupacional. Requisitos. NTC OHSAS 18001. Bogotá D.C.:
ICONTEC, 2007.

INSTITUTO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION. Transporte de
mercancías. Hojas de seguridad para materiales. Preparación. NTC 4435. Bogotá
D.C.: ICONTEC, 1998.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Transporte. Transporte de mercancías peligrosas. Definiciones, clasificación, marcado, etiquetado y rotulado. NTC 1692. Bogotá D.C.: ICONTEC, 2005.

NATIONAL PAINT AND COATINGS ASSOCIATION. Hazardous Materials Identification system Implementation Manual. 3 ed. Neenah, WI: J.J. Keller & Associates, Inc., 2001.

QUIJANO, Gerson y GUERRERO, Efraín. Sistema de identificación de materiales peligrosos HMIS Versión III. (online) [Santa Mónica, CA. E.U.] DOCSTOC. Documents For Small Business Professionals, 2010. [Citado, Febrero 2011] Disponible en internet: <http://www.docstoc.com/docs/45514838/hmis-III>.

ANEXOS

Anexo A.

NTC 4435. TRANSPORTE DE MERCANCÍAS. HOJAS DE SEGURIDAD PARA MATERIALES. PREPARACIÓN.

ORGANIZACIÓN DE LAS HOJAS DE SEGURIDAD PARA MATERIALES¹³

En esta norma se recomiendan títulos y un orden específico para las secciones de una hoja de seguridad para materiales. Los títulos y secuencia son los siguientes:

Sección 1. Identificación del producto químico y la compañía.

- ✓ Relaciona la hoja de seguridad con el material.
- ✓ Identifica el proveedor de la hoja de seguridad para materiales.
- ✓ Identifica una fuente de más información.
- ✓ Suministra números telefónicos para casos de emergencia.

Sección 2. Composición e información sobre los ingredientes.

- ✓ Enumera los componentes peligrosos de acuerdo con las Naciones Unidas.

¹³ INSTITUTO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION. Transporte de mercancías. Hojas de seguridad para materiales. Preparación. NTC 4435. Bogotá D.C.: ICONTEC, 1998. P. 4-8.

- ✓ También puede incluir componentes importantes no peligrosos.
- ✓ También puede incluir información adicional sobre los componentes (por ejemplo: orientación sobre exposición).

Sección 3. Identificación de peligros.

- ✓ Puede proporcionar una visión general en caso de emergencia.
- ✓ Proporciona información sobre los efectos potenciales adversos sobre los humanos y síntomas que podrían dar como resultado uso y mal uso del material, previsible razonablemente.

Sección 4. Medidas de primeros auxilios.

- ✓ Proporciona instrucciones para tener en cuenta si por exposiciones accidentales se requiere tratamiento inmediato.
- ✓ También puede incluir instrucciones para los profesionales de medicina.

Sección 5. Medidas para extinción de incendios.

- ✓ Suministra orientación básica para extinción de incendios, incluyendo los medios de extinción apropiados.
- ✓ Describe otras propiedades de inflamación y explosión útiles para evitar y extinguir incendios, tales como el punto de inflamación o los límites explosivos.

Sección 6. Medidas para fugas accidentales.

- ✓ Describe las acciones que se deben seguir para minimizar los efectos adversos de un derrame, fuga o liberación accidental del material.

Sección 7. Manejo y almacenamiento.

- ✓ Proporciona información sobre las prácticas apropiadas para un manejo y almacenamiento seguros.

Sección 8. Controles de exposición y protección personal.

- ✓ Proporciona información sobre las prácticas o equipo, o ambos, útiles para minimizar la exposición en el trabajo.
- ✓ También puede incluir directrices sobre exposición.
- ✓ Proporciona orientación sobre el equipo de protección personal (EPP).

Sección 9. Propiedades físicas y químicas.

- ✓ Suministra datos adicionales que se pueden usar para ayudar a caracterizar el material y diseñar prácticas de trabajo seguras.

Sección 10. Estabilidad y reactividad.

- ✓ Describe las condiciones que se deben evitar u otros materiales que pueden causar una reacción que cambiaría la estabilidad intrínseca del material.

Sección 11. Información toxicológica.

- ✓ Se puede usar para brindar información toxicológica básica sobre el material, sus componentes o ambos.

Sección 12. Información ecológica.

- ✓ Se puede usar para brindar información sobre los efectos que el material puede tener sobre plantas o animales y sobre el destino ambiental del material.

Sección 13. Consideraciones sobre disposición.

- ✓ Se puede brindar información útil para determinar las medidas de disposición apropiadas.

Sección 14. Información sobre transporte.

- ✓ Se puede brindar información básica para clasificación de embarques.

Sección 15. Información reglamentaria.

- ✓ Se puede usar para suministrar información adicional sobre las reglamentaciones que afectan el material.

Sección 16. Información adicional.

- ✓ Se puede usar para brindar cualquier otra información.

La inclusión de todos los 16 títulos de las secciones en el orden anterior fomentará la coherencia internacional. La persona encargada de preparar las hojas de seguridad para materiales puede introducir una pausa visual después de la sección 10 para ayudar a identificar la información reglamentaria y técnica en las secciones que siguen. La información que se puede suministrar en las últimas seis secciones (11-16) es posible que no se aplique siempre en Colombia, pero se puede exigir internacionalmente. Si quien elabora la hoja de seguridad para materiales no incluye información bajo ninguna de las últimas seis secciones, se recomienda incluir los títulos de la sección, con una leyenda que indique que la información no se suministra ahí o que no está a disposición. En algunos casos, las compañías pueden suministrar esta información a través de otros vehículos, tales como boletines o a través de una lista de teléfonos en las hojas de seguridad.

Anexo B.

Plano de distribución de los usos del laboratorio de lodos y cementos

