

**PLAN DE CONTIGENCIA PARA CASOS POSIBLES DE UNA LIBERACION SÚBITA  
DE LAS FUENTES RADIOACTIVAS UBICADAS EN LAS PLANTAS DE  
POLIETILENO I Y II DE LA GERENCIA REFINERIA DE BARRANCABERMEJA**

**AUTORAS:**

**DERLY NEIRA MARTINEZ**

**LUCY YOHANA CORDERO CARDENAS**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA  
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERA AMBIENTAL  
BUCARAMANGA**

**2009**

**PLAN DE CONTIGENCIA PARA CASOS POSIBLES DE UNA LIBERACION SÚBITA  
DE LAS FUENTES RADIOACTIVAS UBICADAS EN LAS PLANTAS DE  
POLIETILENO I Y II DE LA GERENCIA REFINERIA DE BARRANCABERMEJA**

**AUTORAS:**

**DERLY NEIRA MARTINEZ  
LUCY YOHANA CORDERO CARDENAS**

**DIRECTORA:**

**ANA MARIA BETANCUR H**

**ENTIDADES INTERESADAS:**

**ECOPETROL S.A. GERENCIA REFINERIA DE BARRANCABERMEJA**

**Monografía presentada como requisito de grado para optar al título de  
Especialista en Ingeniería Ambiental**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA  
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERA AMBIENTAL  
BUCARAMANGA**

**2009**

## DEDICATORIA

*A mi madre María Martínez, quien con su apoyo, orientación, paciencia, amor y entrega incondicional me permitiste hoy culminar con este gran proyecto de vida y que a través de tu ejemplo inculcaste en mí el sentido de la excelencia y la perseverancia para ser una gran mujer.*

*A mis tíos Isauro Martínez y Rosario Sánchez e hijos Jhon Jairo y Mayerly Catherine, quienes fueron una parte importante en el desarrollo de este sueño aconsejándome en los momentos más críticos.*

*A la familia Caro Jiménez en especial a la Dra. Dory, por haberme brindado una mano amiga con hospitalidad y colaboración para la ejecución de esta meta.*

*A Jhon Edwin Medina C., quien fue parte importante en la ejecución de este ideal, ya que No hay mayor alegría que lograr cada triunfo al lado de las personas que nos aman.*

*Derly Neira Martínez*

## DEDICATORIA

*A mis padres, hermanos y sobrinos que me brindan su amor y apoyo incondicional.*

*A mi adorado esposo, que con su dulce compañía llena de alegría y color mi vida.*

*Lucy Yohana*

## CONTENIDO

### INTRODUCCION

<b>1</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>20</b>
1.1	OBJETIVO GENERAL.....	20
	<b>DESARROLLAR EL PLAN DE CONTIGENCIA POR UNA POSIBLE LIBERACION SUBITA DE LAS FUENTES RADIOACTIVAS DE LAS PLANTAS DE POLIETILENO I Y II DE LA GERENCIA REFINERIA DE BARRANCABERMEJA DE ECOPETROL S.A. E INCORPORARLO EN EL MANUAL DE MANEJO DE EMERGENCIAS VIGENTE.</b> .....	<b>20</b>
1.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	20
<b>2</b>	<b>JUSTIFICACION</b> .....	<b>21</b>
<b>3</b>	<b>MARCO DE REFERENCIA</b> .....	<b>22</b>
<b>4</b>	<b>LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO Y DESCRIPCION LAS FUENTES RADIOACTIVAS DE LAS PLANTAS DE POLIETILENO I Y II</b> .....	<b>25</b>
4.1	DESCRIPCION DE EQUIPOS EMISORES DE RADIACION IONIZANTE .....	26
4.2	CLASIFICACIÓN RADIOLÓGICA.....	29
4.2.1	Clasificación del Personal.....	29
4.2.2	Clasificación de Zonas. ....	29
4.2.3	Determinación de límites y niveles.....	29
<b>5</b>	<b>PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD</b> .....	<b>31</b>
5.1	CONDICIONES MÍNIMAS DE TRABAJO .....	31
5.2	INSTALACIONES FIJAS.....	31
5.3	El acceso a las zonas supervisadas deberá ser autorizado por el Responsable de PR y/o el Supervisor del trabajo a realizar según sea el caso..	32
5.4	ANALIZADORES POR FRX Y EQUIPOS DE INSPECCIÓN POR RAYOS X	33

5.5	DESMONTE Y TRANSPORTE DE FUENTES RADIATIVAS .....	33
5.6	REPORTE DE INCONFORMIDADES Y OPTIMIZACIÓN DE PROCEDIMIENTOS .....	34
6	VIGILANCIA RADIOLOGICA .....	35
6.1	VIGILANCIA RUTINARIA ( ZONAS DE TRABAJO).....	35
6.2	VIGILANCIA ESPECIAL.....	36
6.3	VIGILANCIA RADIOLÓGICA INDIVIDUAL.....	36
7	MANTENIMIENTO Y CALIBRACION DE INSTRUMENTOS Y EQUIPOS.....	37
7.1	MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN DE MEDIDORES FIJOS (DENSIDAD Y NIVEL).....	37
7.2	MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN DE ANALIZADORES Y EQUIPOS DE INSPECCIÓN.....	38
7.3	FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN .....	39
8	CAPACITACION DE PERSONAL .....	40
9	SEGURIDAD FISICA DE LAS FUENTES.....	41
9.1	FUENTES EN OPERACIÓN.....	41
9.2	FUENTES EN DESUSO .....	41
9.3	MANIPULACIÓN .....	42
9.4	PROHIBICIONES.....	42
10	TRANSPORTE DE MATERIAL RADIOACTIVO .....	43
11	PLAN DE EMERGENCIAS RADIOLOGICAS .....	45
11.1	EXTRAVÍO O ROBO DE UNA FUENTE .....	47
11.2	INCIDENTES EN ÁREAS CERCANAS A LAS FUENTES .....	48
11.3	FUENTE EXPUESTA A INCENDIO O EXPLOSIÓN .....	48
11.4	FUENTE AFECTADA POR CUALQUIER INCIDENTE.....	49
11.5	DIRECTORIO DE EMERGENCIA.....	51

<b>12</b>	<b>GESTION DE FUENTES EN DESUSO.....</b>	<b>52</b>
<b>13</b>	<b>REGISTROS .....</b>	<b>53</b>
<b>13.1</b>	<b>REPORTE DE DOSIS INDIVIDUAL .....</b>	<b>53</b>
<b>13.2</b>	<b>INFORMES DE MANTENIMIENTO, CALIBRACIÓN Y BITÁCORAS DE OPERACIÓN .....</b>	<b>53</b>
<b>13.3</b>	<b>DOCUMENTACIÓN DE LAS FUENTES .....</b>	<b>53</b>
<b>13.4</b>	<b>RESULTADOS DE LA COMPROBACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD, MONITOREOS Y PRUEBAS DE FUGAS.....</b>	<b>54</b>
<b>14</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>55</b>
<b>15</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>56</b>

**ANEXOS**

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ubicación de equipos emisores	23
Figura 2. Medidores de densidad	24
Figura 3. Fuentes para medición de nivel, al interior del tanque Utilizado en Polietileno.	24
Figura 4. Analizadores Utilizados en el laboratorio de control de calidad	25
Figura 5. Organigrama	26
Figura 6. Esquema mental de organización de los recursos y Establecimiento de las prioridades de atención en la emergencia.	44

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Límites recomendado por la ICRP	28
Tabla 2. Constantes y fórmulas útiles	30
Tabla 3. Equipos para protección radiológica	35
Tabla 4. Modelo de procedimientos de transporte	42
Tabla 5. Clasificación de emergencias	43
Tabla 6. Directorio	49

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>ANEXO 1.</b> Acta de recepción o entrega.	60
<b>ANEXO 2.</b> Modelo de registro.	62
<b>ANEXO 3.</b> Certificado de Hermeticidad	68
<b>ANEXO 4.</b> Acta de incidentes	70

## DEFINICIONES

**Absorción:** Transferencia de energía de la radiación ionizante a un material (por ejemplo. tejido biológico).

**Accidente:** Acontecimiento imprevisto incluyendo errores de operación, fallas de equipos u otros contratiempos que son susceptibles de acarrear para una o varias personas una dosis superior a las normales, pudiendo superarse los límites de dosis.

**Área controlada :** Zona donde se deben seguir procedimientos bien establecidos y donde se realizan sólo las prácticas autorizadas; en la cual se requieren medidas de protección y seguridad para controlar las exposiciones normales y prevenir o limitar el alcance de las exposiciones potenciales. Las áreas controladas deberán estar físicamente delimitadas y deberán colocarse señales de advertencia adecuadas en las entradas y en el interior de las mismas.

**Área supervisada :** Zona donde sólo se deben de cumplir ciertas condiciones de trabajo. Cualquier área no designada como un área controlada pero para la cual las condiciones de exposición ocupacional son mantenidas bajo vigilancia aunque no son necesarias medidas especiales de protección y seguridad.

**Atenuación :** Pérdida de energía de la radiación ionizante por dispersión y absorción al interaccionar con la materia.

**CIPR ó ICRP:** - Comité Internacional de Protección Radiológica - Organización cuyas recomendaciones acogen generalmente todos los entes reguladores.

**Contaminación :** Material radiactivo presente en un lugar no deseado, particularmente donde su presencia puede ser perjudicial.

**Detrimento :** Una magnitud multiatributo (probabilidad de cáncer fatal, probabilidad ponderada de cáncer no fatal, probabilidad ponderada de efectos hereditarios severos, y acortamiento de vida relativo) que expresa el perjuicio total que puede eventualmente ser experimentado por un grupo expuesto y sus descendientes como resultado de la exposición a una fuente de radiación.

**Dispersión :** Deflexión de la radiación por interacción con la materia.

**Dosimetría :** Técnica para determinar la dosis de radiación.

**Dosímetro personal :** Detector de radiación que es portado por los individuos expuestos a las radiaciones para medición de la dosis. Permite evaluar las condiciones de trabajo desde el punto de vista radiosanitario e implementar medidas para su optimización.

**Dosis, absorbida (D):** Es la medida de la radiación recibida o "absorbida" por un blanco. La unidad de Dosis en el S. I. es el Gray (Gy), la unidad tradicional es el rad y la equivalencia es: 1 Gy= 100 rad.

**Dosis Efectiva (E) :** La magnitud E, es definida como la sumatoria de las dosis equivalentes en los tejidos, cada una multiplicada por el factor de ponderación correspondiente al tejido.

$$E = \sum_T W_T \cdot H_T$$

donde  $H_T$  es la dosis equivalente en el tejido T y  $W_T$  es el factor de ponderación para el tejido T. La unidad de la dosis efectiva es el  $J.kg^{-1}$ , llamada sievert (Sv).

**Dosis equivalente (H) :** Es una magnitud que se define como  $H = \sum D_T \cdot W_R$ , donde  $D_T$  es el promedio de la dosis absorbida en un tejido u órgano T, y  $W_R$  es un factor de ponderación que depende de la calidad de la radiación incidente R. El valor de  $W_R$  para determinado tipo y energía de la radiación es representativo de la eficacia biológica de dicha radiación para inducir efectos estocásticos a bajas dosis. La unidad en el S. I. es el Sievert (Sv). La unidad tradicional es el rem, que equivale a 0,01 Sv.

**Efecto determinístico:** Es un efecto biológico de la radiación para el cual existe un nivel de dosis umbral que determina con certeza la aparición del efecto, y cuya severidad aumenta con la dosis. Por ejemplo: eritema, depilación, esterilidad, cataratas, cambios en la composición de la sangre.

**Efecto estocástico:** Es un efecto biológico de carácter probabilístico que ocurre sin un nivel de dosis umbral, cuya probabilidad de manifestarse es proporcional a la dosis y cuya severidad es independiente de la dosis. Ejemplos de estos efectos son la carcinogénesis y las alteraciones genéticas.

**Ente regulador:** Entidad de nivel nacional que se encarga de vigilar y regular cierta actividad, para PR en Colombia es el Ministerio de Minas y Energía quien para tal efecto delega a INGEOMINAS.

**Exposición :** Magnitud que expresa la ionización producida en una masa específica de aire por radiación X o gamma, la cual puede ser usada como una medida de la radiación a la que un individuo está expuesto. La unidad de la exposición en el S. I. es Coulomb/kg, la unidad tradicional es el Roentgen (R), ( $1\text{C/kg} = 3.876\text{ R}$ ).

**Exposición crónica :** Exposición persistente en el tiempo.

**Exposición del público :** Exposición recibida por miembros del público de fuentes de radiación, excluyendo cualquier exposición médica u ocupacional y el fondo natural de radiación.

**Exposición médica :** Exposición recibida por los pacientes como parte de su propio diagnóstico o tratamiento y por las personas que voluntariamente ayudan en la asistencia y bienestar de los pacientes.

**Exposición natural :** La exposición producida por fuentes naturales de radiación que incluye la radiación cósmica y las fuentes de radiación terrestres. El promedio mundial de la dosis efectiva debida a la exposición natural es de  $2,4\ \mu\text{Sv}$  por año.

**Exposición ocupacional :** Exposición recibida en el trabajo como resultado directo de las actividades ocupacionales, ya sean a tiempo completo, parcial o temporal.

**Exposición potencial :** Exposición que no es esperada o producida con certeza pero que puede resultar de un accidente o una secuencia de eventos de naturaleza probabilística, incluyendo fallas de equipos y errores de operación.

**Emergencia:** Toda situación generada por la ocurrencia o inminente de un evento adverso, que requiere de una movilización de recursos sin exceder la capacidad de la respuesta.

**Plan de contingencias:** Componente del plan de emergencias y desastres que contiene los procedimientos para la pronta respuesta en caso de presentarse un evento específico.

**Plan de Emergencias:** Definición de políticas, organizaciones y métodos, que hincan la manera de enfrentar una situación de emergencia o desastre, en lo general y en lo particular, en sus distintas fases.

**Señal de advertencia:** Una señal que advierte de un riesgo o peligro.

**Señal de obligación:** Una señal que obliga a un comportamiento determinado.

**Señal de prohibición:** Una señal que prohíbe un comportamiento susceptible de provocar un peligro.

**Señal indicativa:** Una señal que proporciona otras informaciones distintas de las previstas las demás señales.

## **TITULO: PLAN DE CONTIGENCIA PARA CASOS POSIBLES DE UNA LIBERACION SÚBITA DE LAS FUENTES RADIOACTIVAS UBICADAS EN LAS PLANTAS DE POLIETILENO I Y II DE LA GERENCIA REFINERIA DE BARRANCABERMEJA**

Autores: NEIRA MARTINEZ, Derly, CORDERO CARDENAS, Lucy Yohana.

Palabras Claves: Plan de Contingencia, Fuentes Radioactivas, Factores de emergencia.

Este documento es el resultado de un arduo trabajo, donde se compila la información básica para el PLAN DE CONTIGENCIA PARA CASOS POSIBLES DE UNA LIBERACION SÚBITA DE LAS FUENTES RADIOACTIVAS UBICADAS EN LAS PLANTAS DE POLIETILENO I Y II DE LA GERENCIA REFINERIA DE BARRANCABERMEJA, teniendo en cuenta la descripción de los sistemas, la identificación de los puntos donde se puede evidenciar una liberación de fuentes radioactivas, paralelo a esto se hizo un análisis de la información empleada para determinar factores que puedan ocasionar una emergencia y a su vez de las estructuras de las planta.

El objetivo principal es realizar un Plan de Contingencia que involucra la optimización del manejo de sustancias radiactivas y establecer alternativas apropiadas para evitar tragedias en caso de que suceda una emergencia por la liberación de dichas fuentes radioactivas y así poderlo incorporar al manual de emergencias vigente en la Gerencia Refinería de Barrancabermeja de Ecopetrol s.a.

El desarrollo del estudio va asociada con una metodología que comienza con la recopilación de información primaria y secundaria del proceso para la producción de polietileno, siguiendo con una descripción general de la planta y la zona, a esto se suma el análisis de los componentes del sistema, cálculos y análisis de información.

Con base a la información se hizo una evaluación para determinar el Plan de Contingencia que conlleven al correcto manejo de los indicadores y las respuestas por parte de las autoridades competentes, para obtener resultados inmediatos necesarios para controlar y reducción la magnitud de una emergencia en caso de una liberación súbita de las fuentes radioactivas, en donde se establece que al implementar un Plan de Contingencia se garantiza a la empresa un impacto tanto en la empresa como económicamente.

**TITLE: CONTINGENCE PLAN FOR POSSIBLE CASES OF AN UNEXPECTED LEAKING FROM THE RADIOACTIVE SOURCES PLACED IN THE POLYETHYLENE PLANTS I AND II IN THE MANAGEMENT REFINERY OF BARRANCABERMEJA.**

Authors: NEIRA MARTINEZ, Derly, CORDERO CARDENAS, Lucy Yohana.

KEY WORDS: Contingence plan, Radioactive sources, Emergency factors.

This documentation is a difficult work result, where the basic information for the CONTINGENCE PLAN FOR POSSIBLE CASES OF AN UNEXPECTED LEAKING FROM THE RADIOACTIVE SOURCES PLACED IN THE POLYETHYLENE PLANTS I AND II IN THE MANAGEMENT REFINERY OF BARRANCABERMEJA is compiled, taking into consideration the systems description, localization of points where a leaking from the radioactive sources can be evident, in the same way an analysis of the used information to determine factors being able to cause an emergency and in turn that of the plant structures was done.

The main objective is to realize a Contingence Plan which involves the radioactive substances handling optimization and establish suitable alternatives to avoid tragedies in the case of an emergency due to those radioactive sources leaking and so making possible that it can be incorporated to the actual emergencies guide for the management refinery in Barrancabermeja of Ecopetrol s.a.

This study development is associated with a methodology which begins with the primary and secondary information recompilation of the process for the polyethylene production following the general description of the plant and the zone, to it the system components analysis, information calculations and analysis are added.

Taking as basis the information an evaluation to determine the Contingence Plan which can lead to the correct management of the indicators and the responses given by competent authorities was done in order to obtain immediate results that are necessary to control and diminish an emergency magnitude in the case of an unexpected leaking from the radioactive sources in which it establishes that establishing a Contingence Plan it makes sure to the enterprise an impact for both the enterprise and its economy.

Contingence plan for possible cases of an unexpected leaking from the radioactive sources placed in the polyethylene plants i and ii in the management refinery of Barrancabermeja

Physical-Chemical Engineering Faculty, School of Chemical Engineering, Director: JOHN H. SUAREZ G.

## INTRODUCCION

Desde principios del siglo XX el uso de fuentes radiactivas ha sido ampliamente difundido en diferentes ámbitos como la medicina moderna, radiodiagnóstico, radioterapia, uso de energía nuclear, agricultura y en general a nivel industrial. La aceptación de los riesgos asociados a la radiación está condicionada a los beneficios obtenidos por su uso. No obstante, los riesgos deben ser identificados y controlados mediante la aplicación de estándares de seguridad radiológica. La exposición a radiación ionizante puede ocurrir de manera accidental debido a falla de equipos, diseño o errores operativos y fenómenos ambientales, pero si la ocurrencia de estos eventos es prevista, la probabilidad de ocurrencia y las consecuencias pueden ser estimadas y mitigadas.

A nivel operativo es necesario implementar todos los controles que se requieran para prevenir accidentes radiológicos y adicionalmente se deben planear las acciones de emergencias para limitar los daños ocasionados en caso de que las prácticas operativas no hayan sido suficientes. Los planes de emergencia deben ser lo suficientemente amplios para cubrir los accidentes imprevistos o muy poco probables como también aquellos que sean considerados más comunes. Estos planes de emergencia deben ser establecidos por los usuarios del material radiactivo como también por los entes que responden en emergencias locales y por las autoridades a nivel nacional que tengan esta competencia.

En Colombia, es un requisito legal la elaboración de un Reglamento de Protección Radiológica donde se establezcan los requisitos mínimos, así como los procedimientos que deben cumplir los interesados en obtener licencia para el manejo de materiales radiactivos. El capítulo nueve de este reglamento debe contener el Plan de Emergencias Radiológicas determinando la categoría de los sucesos posibles que puedan ser considerados como incidentes y accidentes en la instalación, de acuerdo con la severidad o magnitud de sus consecuencias radiológicas. Para ello se debe tener en cuenta la extensión geográfica posiblemente afectada y las consecuencias radiológicas en los trabajadores, el público y el ambiente.

En la Refinería Barrancabermeja se cuenta con el Manual de Manejo de Emergencia con sus componentes preventivos y reactivos y diseñados la organización para la respuesta bajo la metodología internacional de la FEMA-USA Sistema de Comando de Incidentes (SCI). Incluye líneas de acción para los siguientes tipos de eventos: escapes, derrames, incendios, explosiones de hidrocarburos y/o productos químicos, residuos industriales, emisiones atmosféricas y acciones terroristas.

## **1 OBJETIVOS**

### **1.1 OBJETIVO GENERAL**

**DESARROLLAR EL PLAN DE CONTIGENCIA POR UNA POSIBLE LIBERACION SUBITA DE LAS FUENTES RADIOACTIVAS DE LAS PLANTAS DE POLIETILENO I Y II DE LA GERENCIA REFINERIA DE BARRANCABERMEJA DE ECOPETROL S.A. E INCORPORARLO EN EL MANUAL DE MANEJO DE EMERGENCIAS VIGENTE.**

### **1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Identificar y evaluar los riesgos derivados de la liberación súbita de las fuentes radioactivas de las plantas de Polietileno I y II, considerando la probabilidad de ocurrencia de un evento por las diversas causas que pudieran materializarlo, con sus potenciales consecuencias hacia la salud de los trabajadores y afectación de la comunidad.
- Diseñar, estructurar y documentar las estrategias y procedimientos operativos y administrativos que permitan mitigar y controlar los efectos de una liberación súbita de las fuentes radiactivas de las plantas de Polietileno I y II.
- Complementar la estructura actual de organización para la respuesta a emergencias en la GRB, con la de atención por una emisión o contaminación radioactiva, determinando roles y responsabilidades adicionales, de acuerdo con la capacidad de respuesta de cada uno de los actores dentro del plan de respuesta.
- Dimensionar la capacidad de respuesta ante la ocurrencia de un evento.

## 2 JUSTIFICACION

El Plan de Contingencia elaborado aplica a los accidentes radiológicos ocurridos en las plantas de Polietileno I y II y que sean derivados de una liberación no esperada de las fuentes radiactivas allí utilizadas.

El Manual de Emergencias de la Gerencia Refinería Barrancabermeja establece los principales lineamientos para coordinar y dar respuesta a las emergencias que se puedan presentar en sus instalaciones, por lo tanto, el Plan de Contingencia para la atención de emergencias radiológicas en las plantas de Polietileno I y II deberá acogerse a los mismos.

Las directrices trazadas en el Plan de Contingencia aplicarán para trabajadores propios de ECOPETROL S.A., contratistas, proveedores, residentes y/o visitantes de la Gerencia Refinería Barrancabermeja.

La liberación de las fuentes radiactivas de las Plantas de Polietileno I y II puede ocurrir debido a eventos incontrolables como los sismos, los cuales provocan colapso de las estructuras que mantienen aisladas las fuentes, de igual forma esta liberación también se puede ocasionar por una incursión terrorista.

De presentarse los escenarios anteriores es posible que simultáneamente a la liberación de las fuentes radioactivas, ocurran en cadena otras emergencias como: incendios, explosiones, colapso en las estructuras y emergencias médicas, por lo tanto, las líneas de acción para la atención de estas emergencias se activan en la primera respuesta y posteriormente se procederá a atender la emergencia por la liberación de las fuentes radiactivas, aplicando el Plan de Contingencia que en este trabajo se propone.

### 3 MARCO DE REFERENCIA

El objetivo principal del Sistema de Gestión de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional de la Gerencia Refinería Barrancabermeja es el de controlar los peligros a los cuales se encuentran expuestos sus trabajadores; esta actividad demanda la identificación de los peligros, sus eventos de ocurrencia, el análisis del riesgo y el establecimiento e implementación de controles de carácter preventivo, protectivo y reactivo.

El uso de fuentes radiactivas en la Refinería introduce el peligro de “Emisión de Radiaciones Ionizantes”, el análisis de riesgo y el establecimiento de controles para este peligro ha sido documentado en el caso HRA (Health Risk Assessment)<sup>[7]</sup> y caso HEMP (Hazard and effects Management Process)<sup>[8]</sup> de la planta de Polietileno I y II.

La Legislación Colombiana mediante la Resolución 181434 de 2002 exige a todo usuario de fuentes radiactivas tramitar una Licencia de Manejo de Material Radiactivo. La Gerencia Refinería Barrancabermeja actualmente tiene vigente la licencia No. 2148 emitida por INGEOMINAS el 30 de Agosto de 2008, esta autorización le permite el uso de cuarenta fuentes distribuidas en toda la Refinería catorce de la cuales se encuentran ubicadas en las plantas de Polietileno I y II.

En el Título VIII de la mencionada Resolución se exige que el titular de la licencia elabore un plan de emergencias con el fin de dar una respuesta oportuna, adecuada y coordinada en una situación de emergencia causada por fenómenos destructivos de origen natural o humano. Según el artículo 191 de la Resolución 181434 de 2002, el plan de emergencias debe tener como mínimo los siguientes puntos:

1. Características generales de la actividad que se realiza;
2. Descripción de los locales y/o áreas de la instalación en los que se llevan a cabo trabajos con fuentes de radiación ionizante;
3. Descripción de posibles accidentes o situaciones anormales y sus consecuencias;
4. Acciones protectoras inmediatas a tomar por el personal, ante la ocurrencia de una situación de emergencia;
5. Los niveles de intervención basados en las recomendaciones de la Autoridad Reguladora, o su delegada, correspondientes a las acciones protectoras;

6. Medidas con vista a garantizar el apoyo exterior en caso de emergencias radiológicas;
7. Organización y orden de ejecución del aviso a todas las Entidades Intervinientes;
8. Medidas para garantizar la mitigación o eliminación de las consecuencias de los accidentes previstos;
9. Apoyo logístico material, asistencia de profesionales de la medicina, la salud y evacuación del público;
10. Participación del personal responsable de protección radiológica y de los trabajadores ocupacionalmente expuestos de la instalación en los trabajos de mitigación o eliminación de las consecuencias de los accidentes radiológicos previstos;
11. Programa de preparación del personal para dar respuesta a las emergencias radiológicas;
12. Responsabilidad de la administración de la instalación en la ejecución de las medidas para prever y eliminar los aspectos de los accidentes radiológicos;
13. Criterios para poner fin a cada acción protectora;
14. Descripción de las disposiciones relativas a información de los trabajadores y el público en caso de accidentes.

ECOPETROL S.A. ha adoptado como metodología para la elaboración de sus planes de emergencia o también llamados planes de contingencia, los requerimientos del Decreto 919 de 1989 donde se establecen el Sistema Nacional para la Prevención y atención de desastres y para la organización en la respuesta sigue los lineamientos del Sistema de Comando de Incidentes (SCI), modelo internacional establecido por la FEMA (Federal Emergency Management Agency de USA) para el manejo de emergencias mayores. El SCI contiene una estructura de organización flexible, expandible y reducible, que proporciona un marco de referencia estandarizado en el cual se logra la intervención de múltiples instituciones y dependencias, de manera efectiva, sin serias limitaciones derivadas de sus respectivas jurisdicciones.

Un plan de contingencia consta de tres componentes:

1. Componente estratégico
2. Componente operativo
3. Componente informático

**El componente estratégico** contiene la filosofía, los objetivos y alcances del Plan. Este documento establece las bases del diseño del Plan de Contingencia, como son el análisis / evaluación del riesgo, la definición de los niveles de respuesta y los esquemas de organización con la definición de roles y responsabilidades. El énfasis del Componente Estratégico se centra en las actividades de prevención y preparación para las situaciones de emergencia. Incluye otros elementos relacionados con la descripción del entorno y el manejo de comunicaciones. Adicionalmente aborda aspectos de sostenimiento y seguimiento del Plan de Contingencia, tales como capacitación / entrenamiento, evaluación / actualización del PDC y su socialización / divulgación.

**El Componente Operativo** contiene el conjunto de acciones y decisiones reactivas que han sido formuladas para atender de manera adecuada y eficaz las emergencias potenciales identificadas.

El enfoque del Componente Operativo del Plan de Contingencia es completamente reactivo y apunta a proporcionar los elementos de respuesta operativa en para la atención de los eventos que han sido identificados como de potencial ocurrencia en el desarrollo del análisis de riesgos.

**El Componente Informático** establece los lineamientos relacionados con el manejo de la información que alimenta el Plan, ya sea ésta almacenada en medio físico o en medio digital.

La información se convierte en este sentido en un activo importante para la organización responsable del Plan de Contingencia y a la vez en una herramienta fundamental para el proceso de análisis, seguimiento y toma de decisiones en situaciones de emergencia.

La recolección de información propia del Plan de Contingencia comienza desde el mismo momento en que se decide elaborar o actualizar el Plan de Contingencia. La información que se consulta, descarga y obtiene constituye la base para la estructuración de los componentes del Plan y como tal debe ser debidamente almacenada y conservada, de tal forma que pueda ser consultada o revisada en la medida de las necesidades <sup>[14]</sup>.

Para la elaboración del Plan de Contingencia para la liberación súbita de las fuentes radioactivas de las plantas de Polietileno I y II de la Gerencia Refinería de Barrancabermeja se seguirá el cumplimiento de los requisitos exigidos en el artículo 191 de la Resolución 181434 de 2002.y se organizará el esquema de respuesta de acuerdo con la metodología del Sistema de Comando de Incidentes.

#### 4 LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO Y DESCRIPCIÓN LAS FUENTES RADIOACTIVAS DE LAS PLANTAS DE POLIETILENO I Y II

Figura 1. Ubicación de equipos emisores de radiación.



#### 4.1 DESCRIPCION DE EQUIPOS EMISORES DE RADIACION IONIZANTE

Básicamente se pueden distinguir los siguientes tipos de equipos:

- **Medidores Fijos**

**Medidores de densidad de fluidos** en poliductos que utilizan fuentes de  $^{137}\text{Cs}$  de actividad inferior a 20GBq; las fuentes se encuentran al interior de un blindaje de plomo, poseen un seguro accionado por una llave.

Figura 2. Medidores de densidad de fluidos



**Medidores de nivel** con fuentes similares de  $^{137}\text{Cs}$  o de  $^{226}\text{Ra}$  de actividad inferior a 1GBq, las fuentes normalmente no tienen blindaje y se encuentran confinadas en varilla de acero inoxidable que a su vez se instala dentro del recipiente que contiene el material objeto de medición y que hace las veces de blindaje.

Figura 3. Fuentes para medición de nivel, al interior del tanque utilizada en Polietileno



**Analizadores:** Analizadores por Fluorescencia de Rayos X (**FRX**) con fuente de excitación por Tubo de Rayos X y en algunos casos con fuente radiactiva, utilizados intensivamente en actividades de control de calidad, incluso para control en línea. Los tubos de Rayos X (energía máxima de 50 keV) y las fuentes, se encuentran al interior de una sonda metálica que sirve de blindaje, poseen un seguro activado por un gatillo y los tiempos de exposición son normalmente de un minuto.

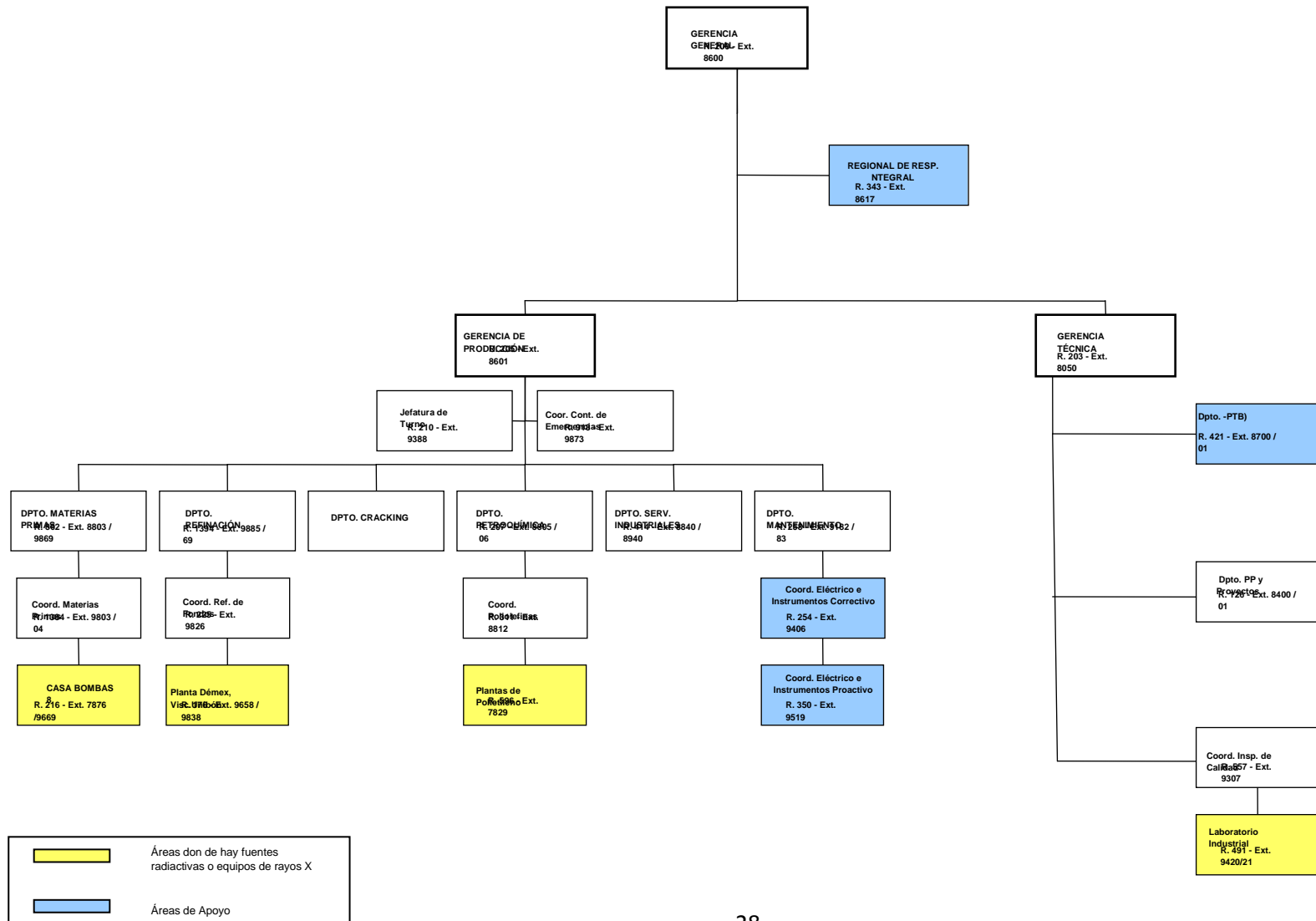
**Figura 4. Analizadores utilizados en el Laboratorio de Control de Calidad**



Generalmente las fuentes cuentan con señalización y se encuentran en sitios aislados que limitan el acceso al público en general, aún en caso de mantenimiento. Todos los equipos antes relacionados solo representan riesgo por irradiación externa; el trabajar con fuentes selladas o tubos de rayos X hacen que la posibilidad de riesgo de contaminación, en condiciones rutinarias, sea prácticamente nula.

El estudio de sitios de trabajo y los resultados de las inspecciones realizadas a las diferentes instalaciones de la Empresa, permiten definir que el **único personal susceptible de recibir algún tipo de dosis de radiación es el dedicado a labores de mantenimiento**. Sólo en casos especiales de mantenimiento es probable recibir tasas de dosis bajas durante cortos períodos de tiempo. Para dichas actividades específicas, será programado personal capacitado, con carné vigente de protección radiológica y con equipos para dosimetría.

**Figura 5. ORGANIGRAMA GRB – GESTIÓN PROTECCIÓN RADIOLÓGICA**



## 4.2 CLASIFICACIÓN RADIOLÓGICA

### 4.2.1 Clasificación del Personal.

El personal de ECOPETROL S. A. que realiza labores de mantenimiento ocasional cerca de las fuentes de  $^{137}\text{Cs}$  o  $^{226}\text{Ra}$ , en razón de su trabajo, podría recibir “exposiciones ocupacionales” por lo que se clasifica como **Trabajador Ocupacionalmente Expuesto (TOE)**. El personal con actividades administrativas, técnicos de Laboratorio, Supervisores, Operadores y Auxiliares involucrados en las operaciones son considerados **Público en General**.

En el evento en que se requiera el desmonte y transporte de material radiactivo se debe contratar, en forma temporal, personal externo (profesionales y técnicos) con experiencia que cuenten con la capacitación en Protección Radiológica y con el carnet de manejo de Fuentes Radiactivas expedido por la autoridad competente.

### 4.2.2 Clasificación de Zonas.

La experiencia operacional permite clasificar estas instalaciones como **Supervisadas** ya que no requieren de procedimientos especiales, sólo cumplir unas condiciones mínimas de trabajo.

### 4.2.3 Determinación de límites y niveles

**Límites operacionales** (límites de dosis): En los anexos **EVALUACION DE FUENTES DE RADIACION IONIZANTE DE LA COMPAÑÍA ECOPETROL S. A.** se detallan los valores de tasas de dosis en diferentes puntos de cada instalación (de fuente y de área) que servirán de referencia para estimar las dosis operacionales y detectar condiciones anormales.

Se acogerán los límites recomendados por la ICRP 60, para TOEs y Público en General. Se utilizarán límites derivados de  $10 \mu\text{Sv/h}$  para cálculos de tiempo de permanencia en el caso de ser necesario.

**Tabla 1. Límites recomendados por la ICRP 60**

<b>Aplicación</b>	<b>Ocupacionalmente expuesto</b>	<b>Público en general</b>
Dosis efectiva (en todo el cuerpo)	20 mSv por año promediado sobre un período de 5 años (*)	1 mSv por año (**)
Dosis equivalente anual		
Cristalino del ojo	150 mSv/a	15 mSv/a
Piel	500 mSv/a	50 mSv/a
Extremidades	500 mSv/a	50 mSv/a

(\*) Con la condición adicional de no sobrepasar 50 mSv en un solo año

(\*\*) En circunstancias especiales una dosis efectiva de 5 mSv en un solo año; siempre que la dosis media en 5 años consecutivos no sea superior a 1 mSv por año.

**Niveles de referencia:** Evaluando las dosis por dosimetría personal (OLD o película y lectura directa) se controlará que las mismas no sobrepasen un **nivel de investigación equivalente a 400 µSv/mes.**

El Responsable de protección radiológica de ECOPETROL, sobre la base de los resultados de la vigilancia radiológica individual, verificará el cumplimiento de los límites de dosis especificados en este Reglamento y los mismos serán objeto de seguimiento por parte de la Entidad Reguladora.

## 5 PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD

De acuerdo al numeral 4.3 las zonas de la GCB se clasifican como **Áreas Supervisadas** y como tal **no se requieren procedimientos específicos, únicamente se deben seguir ciertas condiciones de trabajo** . En estas áreas las condiciones de exposición ocupacional deben ser mantenidas bajo vigilancia, aunque no son necesarias medidas especiales de protección y seguridad.

El operador de una fuente radiactiva debe ser capaz de calcular la dosis que puede producir la fuente que manipula, así como los métodos para su racional minimización, no sólo a los límites legales, sino también a los niveles operacionales fijados por la empresa.

Los **procedimientos operacionales básicos** que permiten reducir razonablemente la exposición ocupacional están basados en:

- Tiempo mínimo de operación
- Distancia razonablemente máxima entre el operador y la fuente
- Blindaje adecuado entre el operador y la fuente
- Monitoreos individuales y de las áreas de trabajo

### 5.1 CONDICIONES MÍNIMAS DE TRABAJO

Dirigidas a : todo el personal de las plantas.

Todo el personal que realice actividades en áreas cercanas a las fuentes de radiación ionizante deberá conocer y aplicar las **Reglas Básicas de Seguridad** establecidas en este reglamento.

### 5.2 INSTALACIONES FIJAS

Dirigidas a: personal de mantenimiento y asesores externos.

Las actividades de mantenimiento en zonas situadas a distancia mayor de 1 metro pueden ser realizadas sin ningún riesgo de irradiación, aún con la fuente expuesta; en el caso de actividades de mantenimiento sobre algunos sensores (por ejemplo de temperatura y presión) situados en cercanía a una fuente, las condiciones mínimas indican que se debe portar dosímetro y monitor de radiaciones, cerrar el seguro con la llave (si aplica) y hacer uso de los procedimientos operacionales básicos cuando sea necesario.

Para facilitar los cálculos de tasas de dosis, tiempos de operación, distancias y espesores de blindaje a continuación, en la **Tabla 2**, se dan las ecuaciones a utilizar y las constantes para cada uno de los radionúclidos utilizados en la GCB.

**Tabla 2. Constantes y fórmulas útiles**

Radionúclido	Emisor	Período (años)	Energías gamma (keV)	Constante gamma [ Rm <sup>2</sup> / (hCi )	Espesor (Pb) hemireductor (cm)
<sup>137</sup> Cs	β,γ	30.17	661.6	0.32	0.64
<sup>226</sup> Ra	α,β,γ	1600	186,609,1764, ...	0.825	1.3

$A = A_0 e^{-\frac{\ln 2 \cdot t}{T}}$	$\dot{X} = \frac{\tau A}{d^2}$	$\dot{X}_1 d_1^2 = \dot{X}_2 d_2^2$	$\dot{X} = \dot{X}_0 e^{-\frac{\ln 2 \cdot x}{x_{1/2}}}$
--	--------------------------------	-------------------------------------	--

Donde

A:	Actividad en tiempo t	A <sub>0</sub>	Actividad inicial
X <sub>i</sub>	Exposición a distancia d	τ	Constante específica gamma
χ	Espesor de blindaje	χ <sub>1/2</sub>	Espesor hemirreductor

### 5.3 El acceso a las zonas supervisadas deberá ser autorizado por el Responsable de PR y/o el Supervisor del trabajo a realizar según sea el caso.

Con periodicidad no mayor de 1 año se deberán efectuar pruebas de integridad a cada una de las fuentes, para esta actividad la toma de muestras de frotis se efectuará en superficies accesibles de la fuente o del blindaje; por cada fuente se tomarán dos muestras: en seco y en húmedo; las dos muestras serán unificadas y remitidas para análisis.

Normalmente esta actividad se realiza a través de un asesor externo que toma las muestras, efectúa el análisis y expide el certificado respectivo.

En condiciones incidentales o accidentales, además de los procedimientos señalados, se deberá contemplar el contar con un grupo de apoyo en emergencias (externo o de la Autoridad Reguladora) que podría intervenir oportunamente tomando las acciones correctivas. El incidente o accidente deberá ser objeto de investigación, reporte y evaluación con el fin de optimizar el diseño de los procedimientos.

#### **5.4 ANALIZADORES POR FRX Y EQUIPOS DE INSPECCIÓN POR RAYOS X**

Dirigidos a : técnicos de laboratorio, personal de vigilancia y de mantenimiento

No se requiere ningún procedimiento específico ni condiciones especiales de trabajo. Los emisores de radiación ionizante (fuentes o rayos X) en estos equipos están debidamente confinados por diseño al interior del mismo, cuentan con sensores que al detectar situaciones anormales interrumpen la dirección del haz de radiación y en ningún caso podrán ser bloqueados por los operadores.

Las condiciones de trabajo diseñadas para la operación normal requieren que cuando se esté efectuando medición con el haz de Rayos X siempre deberá estar ubicada una muestra en la ventana de medición.

En mantenimiento preventivo se deberá probar la correcta operación de los mecanismos de protección y de los indicadores. El mantenimiento correctivo será desarrollado exclusivamente por personal externo debidamente acreditado.

#### **5.5 DESMONTE Y TRANSPORTE DE FUENTES RADIATIVAS**

Dirigidos a : personal de mantenimiento y asesores externos.

El desmonte de las fuentes utilizadas en equipos de medición de densidad en ductos y las externas de medición de nivel, puede ser realizado por personal de mantenimiento y sólo requiere cerrar y bloquear el seguro mediante un candado. Esta actividad será realizada al menos por dos personas: una para operar y la otra para la medición y control de las tasas de dosis.

Por el contrario el desmonte de las fuentes que se encuentran al interior de recipientes de proceso y utilizadas para medición de nivel, implica que las fuentes en algún momento quedarán expuestas y las tasas de exposición aumentarán considerablemente. Se requiere para esta actividad asesoría específica de expertos en el tema y contar con los blindajes apropiados.

El desmonte de cualquier fuente deberá ser un procedimiento justificado y se deberá establecer un lugar apropiado para su almacenamiento temporal,. Este tipo de actividad se efectúa generalmente cuando se han definido políticas de reposición de fuentes o para gestión temporal o definitiva.

El transporte de material radiactivo está reglamentado según resolución 18-1682 de diciembre 9 del 2005 del Ministerio de Minas y Energía y para este servicio se debe contratar con personal calificado. Los responsables de protección radiológica de la instalación y de la Empresa velarán para que el contratista cumpla los requerimientos establecidos por la Entidad Reguladora.

## **5.6 REPORTE DE INCONFORMIDADES Y OPTIMIZACIÓN DE PROCEDIMIENTOS**

Cualquier anomalía, deficiencia o falla encontrada en las condiciones de trabajo debe ser informada a los responsables de protección radiológica de la Instalación y de la Empresa. Los procedimientos pueden ser objeto de evaluación y de optimización.

## 6 VIGILANCIA RADIOLOGICA

### 6.1 VIGILANCIA RUTINARIA ( ZONAS DE TRABAJO)

- **Inspecciones externas:**

Las instalaciones deberán ser inspeccionadas periódicamente a través de la medición de Tasas de Dosis en diversos puntos (en promedio 8) cercanos a la fuente de radiación ionizante. Las mediciones en contacto de la fuente o del blindaje se denominarán de fuente y las de sitios aledaños se denominarán de área y permitirán la correcta designación, demarcación y señalización de áreas. La ubicación de la fuente, de los puntos de medición y de las áreas aledañas debe ser registrada en un plano esquemático para facilitar su correcta identificación al interior de la Planta y posteriores acciones de verificación.

En estas inspecciones se deberá verificar la información existente de cada fuente teniendo en cuenta el fabricante, modelo y número de serie, igualmente se efectuarán pruebas de los mecanismos de seguridad diseñados por el fabricante.

En todas las instalaciones se realizarán periódicamente (mínimo una vez por año) inspecciones midiendo las tasas de dosis en puntos de fuente y de área (**monitoreo**) según se detalla en los anexos. Esta actividad normalmente es realizada por un Asesor Externo.

- **Inspecciones internas :**

Con periodicidad no mayor a tres meses o cuando se requiera realizar alguna intervención ( mantenimiento o calibración de equipos asociados con las fuentes), se efectuará monitoreo en los puntos referenciados y se compararán con los consignados en los informes de inspección. Esta actividad será realizada por personal de mantenimiento debidamente capacitado y carnetizado en el tema de protección radiológica. Todos los monitoreos serán realizados con intensímetros con calibración vigente.

## 6.2 VIGILANCIA ESPECIAL

En caso de incidentes o accidentes en lugares cercanos a las fuentes se deberá efectuar: una inspección visual, una revisión de los mecanismos de seguridad y mediciones de tasas de dosis en los puntos de fuente y de área ya designados. Los valores de tasas de dosis obtenidos serán comparados con los reportados en las inspecciones y permitirán definir si la fuente resultó o no afectada.

## 6.3 VIGILANCIA RADIOLÓGICA INDIVIDUAL

La vigilancia radiológica individual comprende todas aquellas actividades que tienen por objeto la evaluación de la dosis equivalente e implica la medición directa o indirecta de niveles de radiación en puestos de trabajo. Este tipo de vigilancia busca:

- Reducir las exposiciones individuales y colectivas al nivel mas bajo que sea razonable de alcanzar.
- Dar la seguridad de no sobrepasar los límites autorizados.
- detectar altos niveles de sobre-exposición que puedan presentarse en caso de emergencias.

Los planes de vigilancia radiológica requieren la determinación de dosis absorbida por exposición a **irradiación externa** en todo el cuerpo y a tal efecto se contratará con una empresa autorizada, el servicio de **Dosimetría** (suministro de dosímetro, lectura y evaluación de dosis) para radiación gamma que puede ser del tipo película, termo u opto luminiscente) con frecuencia mensual. Cualquiera de las tecnologías mencionadas generará registros de los resultados mensuales, acumulado anual y acumulado total.

Los registros referentes a las dosis de cada trabajador deberán conservarse durante su vida laboral y posteriormente hasta 30 años después de terminada su vinculación.

El programa de vigilancia deberá ser implementado para todos los TOEs a menos que claramente se demuestre que las dosis son consistentemente bajas.

El prestador del servicio informará oportunamente los casos en que se sobrepasen los niveles de investigación de la Empresa o de intervención fijados por la Entidad Reguladora. En cualquiera de los casos se deberá efectuar investigación y reporte.

## 7 MANTENIMIENTO Y CALIBRACION DE INSTRUMENTOS Y EQUIPOS

En la actualidad se cuenta con los equipos relacionados en la Tabla 3.

**Tabla 3. Equipos para protección radiológica**

EQUIPOS PARA PROTECCION RADIOLOGICA EN LA GCB					
Casa Fabricante	Modelo	Ind. Mínima	Ind. Máxima	Serie	Radiación
Mini Instruments	SMART ION2100	0.02 mR/h	500 mR/h	02445	B, X, G
STEPHEN	6000	0 mSv/h	999.9 mSv/h	1003436	X, G
STEPHEN	6000	0 mSv/h	999.9 mSv/h	1002825	X, G

Estos equipos se encuentran bajo custodia de la Regional de Responsabilidad Integral y serán suministrados en calidad de préstamo a las dependencias que lo requieran; los otros dos equipos deberán ser dedicados al control y verificación de parámetros radiológicos en la Empresa y en especial para el control de actividades realizadas por contratistas como es el caso de las Gammagrafías.

Se debe contar con al menos dos ejemplares de los manuales de operación de los equipos uno en poder del usuario final y otro en Responsabilidad Integral.

Las copias de los registros de calibración emitidos por INGEOMINAS deben ser mantenidos en igual forma.

Para mantenimiento y calibración de equipos se deben seguir o tener en cuenta los siguientes pasos o recomendaciones.

### 7.1 MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN DE MEDIDORES FIJOS (DENSIDAD Y NIVEL)

- Antes de realizar cualquier intervención asegúrese de contar con un intensímetro y con los datos de medición de dosis efectuadas en inspecciones anteriores, normalmente las inspecciones externas, para determinar por comparación posibles anomalías o fallas.

- Realizar monitoreos de niveles de radiación en las zonas que ya han sido referenciadas en anteriores inspecciones, verificar que dichos valores estén dentro de lo estimado.
- Antes de iniciar la revisión del estado físico de un equipo cerrar el mecanismo obturador o seguro.
- Examinar que el bloque obturador no presente suciedades y otros objetos que impidan su accionamiento.
- Realizar limpieza y mantenimiento al equipo.
- Todo inconveniente que observe y que no pueda ser corregido o intervenido inmediatamente, dé aviso al Responsable de protección radiológica de la instalación.
- Restituir mecanismos de obturación o seguro.
- Para calibrar medidores de densidad tomar muestra y determinar la densidad del producto en tubería, anotar el dato visible en el transductor; con el personal de operaciones ajustar dato en canal respectivo para calibración.
- Para calibrar medidores de nivel sitúe el bloque de calibración en el nivel deseado y anote el dato visible en el transductor; con operaciones ajustar dato en canal respectivo para calibración.
- Registre las actividades de mantenimiento realizadas en el equipo en las hojas de vida respectivas.

## **7.2 MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN DE ANALIZADORES Y EQUIPOS DE INSPECCIÓN**

- Las tasas de dosis al exterior de los equipos, por diseño, son bajas o nulas.
- En condiciones normales no se requiere uso de intensímetro ni de dosímetro.
- Se entiende por este mantenimiento el mantenimiento preventivo ya que el correctivo será realizado por personal externo o del fabricante.

- Se deben chequear periódicamente que los mecanismos de seguridad incorporados en los equipos (gatillos, obturadores, bloqueadores, sensores) estén cumpliendo su función.
- Los equipos de FRX, según procedimientos de Aseguramiento de Calidad, son chequeados periódicamente contra estándares secundarios con el fin de garantizar precisión y reproducibilidad de las mediciones. La calibración de estos equipos es realizada por personal de **ECOPETROL S. A.** bajo protocolos diseñados para tal efecto.
- En los equipos de Inspección, al interior del túnel, las tasas de dosis aumentan considerablemente.
- Se debe efectuar registro de las actividades realizadas en el equipo en las hojas de vida respectivas.

### **7.3 FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN**

Cada año o después de una reparación, se realizará la calibración de los intensímetros ante INGEOMINAS

## 8 CAPACITACION DE PERSONAL

Al ingresar a laborar en ECOPETROL, con radiaciones ionizantes, toda persona recibirá el Reglamento de Protección Radiológica y el mismo será de obligatorio cumplimiento.

Con el fin de garantizar la seguridad del trabajador como del Público en General todo el personal que labora con radiaciones ionizantes deberá estar capacitado en protección radiológica y en el caso de los TOEs, carnetizado por INGEOMINAS.

El curso de protección radiológica tendrá será dictado por una empresa autorizada o por la Entidad Reguladora y tendrá una intensidad mínima de 24 horas y será objeto de continua actualización. La Entidad Reguladora será la única instancia que evaluará y carnetizará el personal.

El contenido del curso deberá contemplar como mínimo los siguientes temas:

- Estructura atómica
- Interaccion de las radiaciones con la materia
- Magnitudes y unidades.
- Efectos Biologicos.
- Instrumentacion Nuclear.
- Fundamentos de protección radiololgica.
- Parámetros operacionales en protección radiológica.
- Riegos.
- Gestion de fuentes en desuso.
- Vigilancia Radiologica Individual.
- Transporte de material radioactivo.
- Emergencia y Accidentes.
- Aplicaciones

## **9 SEGURIDAD FISICA DE LAS FUENTES**

### **9.1 FUENTES EN OPERACIÓN**

Todas las fuentes en uso, de ECOPETROL, son fuentes selladas y se encuentran en línea de proceso, con sistema de fijación por pernos y tuercas a estructuras y la señal se hace llegar a cuarto de control donde un cambio de lecturas alerta sobre cualquier anomalía. El acceso a zonas cercanas a las fuentes se efectúa solo con autorización del Supervisor del trabajo a realizar.

La mayor parte de las fuentes poseen un seguro y un candado que deben ser habilitados para cualquier manipulación con las fuentes, las llaves de los candados deben estar disponibles en todo momento de tal manera que permitan el control rápido de situaciones anormales.

Cualquier traslado o transporte de fuentes deberá ser justificado con antelación, autorizado por los responsables de protección radiológica de la instalación y de ECOPETROL y la actividad será realizada por personal capacitado.

La salida de equipos es controlada con procedimientos implementados por los servicios de vigilancia privada. La revisión y actualización periódica del inventario del almacenamiento disminuyen la probabilidad de pérdida o robo de las fuentes en uso.

### **9.2 FUENTES EN DESUSO**

Las fuentes selladas que salgan de uso deberán ser gestionadas en el Almacenamiento Temporal que para ese propósito posee ECOPETROL, ubicado en Planta Mansilla en Facatativá, Cundinamarca. Este almacenamiento cuenta con las especificaciones necesarias y la seguridad física es efectuada por tres anillos de seguridad: candado a entrada de Patio 3, puerta metálica con candado en Bodega de Transformadores, puerta metálica con candado en entrada a Almacenamiento Temporal.

La salida de equipos es controlada con procedimientos implementados por los servicios de vigilancia privada. La revisión y actualización periódica del inventario del almacenamiento disminuyen la probabilidad de pérdida o robo de las fuentes en uso.

En caso de requerirse, por falta de disponibilidad de espacio en el lugar de almacenamiento, se evaluará la opción de re-exportación de las fuentes en desuso con un tercero.

### **9.3 MANIPULACIÓN**

Las fuentes radiactivas en uso, de la Gerencia Complejo Barrancabermeja, normalmente son manipuladas por personal de mantenimiento. Este personal debe contar con capacitación en protección radiológica y autorización de la Empresa, poseer carné de protección radiológica expedido por INGEOMINAS y conocer los procedimientos de seguridad radiológica; este personal es responsable de su cuidado y debe informar oportunamente cualquier incidente.

### **9.4 PROHIBICIONES**

Las resoluciones 18-1434-202 y 18-1304-2004 describen las obligaciones y responsabilidades de los Titulares de Licencia de Manejo de Material Radiactivo y de ellas se infieren las siguientes prohibiciones y responsabilidad:

- El abandono de cualquier fuente radiactiva está prohibido y afectaría el inventario.
- El robo o extravío deberá ser investigado y reportado a INGEOMINAS.
- La responsabilidad de ECOPETROL por todo el material radiactivo a su cargo solo cesa cuando se haya efectuado, previa autorización, la gestión definitiva ante un tercero, el fabricante o la Entidad Reguladora Nacional.

## 10 TRANSPORTE DE MATERIAL RADIOACTIVO

ECOPETROL S.A. normalmente no efectúa traslados de fuentes radiactivas al interior de la empresa, sin embargo si es requerido trasladar un equipo de medición a otra planta se deberá elaborar el procedimiento respectivo el cual debe ser aprobado por el Responsable de protección radiológica de la Empresa. Adicionalmente, se elaborará un acta firmada por los responsables de cada una de las instalaciones involucradas (envío y recibo) y se notificará a INGEOMINAS de la actualización del inventario de las plantas involucradas.

Si se requiere prescindir del uso de alguno de los equipos de medición , esto deberá, ser definido con suficiente antelación y se deben contemplar los medios para disposición final de la fuente . En ningún caso se deberá efectuar el desmonte de la fuente hasta que se hayan suplido todos los requisitos para su gestión definitiva.

El transporte de material radiactivo está reglamentado nacionalmente según la resolución 18-1682 del 2005 del Ministerio de Minas y Energía la cual será de obligatorio cumplimiento por parte de las personas naturales o jurídicas que participen en el transporte de materiales radiactivos en cualquier calidad en Colombia.

El transporte de material radiactivo será contratado normalmente por ECOPETROL S.A con Asesores Externos debidamente acreditados, quienes lo efectuarán según los procedimientos diseñados para cada caso, con el Manual de Seguridad para Transporte y la correspondiente Licencia aprobada por INGEOMINAS.

Debido a que no existe un modelo de procedimientos para transporte, la entidad reguladora exige que para cada transporte se elabore un reglamento específico y se tramite una licencia para cada caso. El reglamento a elaborar deberá contener la siguiente información:

**Tabla 4.** Modelo de procedimientos de transporte

CAPITULO	TÍTULO	SI	NO
1	ASPECTOS GENERALES		
2	MATERIAL RADIATIVO A SER TRANSPORTADO		
3	EMBALAJE		
4	MEDIO DE TRANSPORTE (DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL VEHÍCULO)		
5	ETIQUETAS Y DOCUMENTOS		
6	MEDIDAS DE VIGILANCIA Y SEGURIDAD DURANTE EL TRANSPORTE		
7	ORIGEN Y DESTINO DEL MATERIAL RADIATIVO (INDICANDO LAS RUTAS A SEGUIR)		
8	PLAN OPERATIVO		
9	INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS PARA ATENCIÓN DE EMERGENCIAS.		

Las actas de envío y recepción resultado del transporte deberán ser remitidas a INGEOMINAS para la actualización del inventario de material radiactivo correspondiente. **(Ver Anexo 1)**.

## 11 PLAN DE EMERGENCIAS RADIOLOGICAS

**Tabla 5.** Clasificación de Emergencias

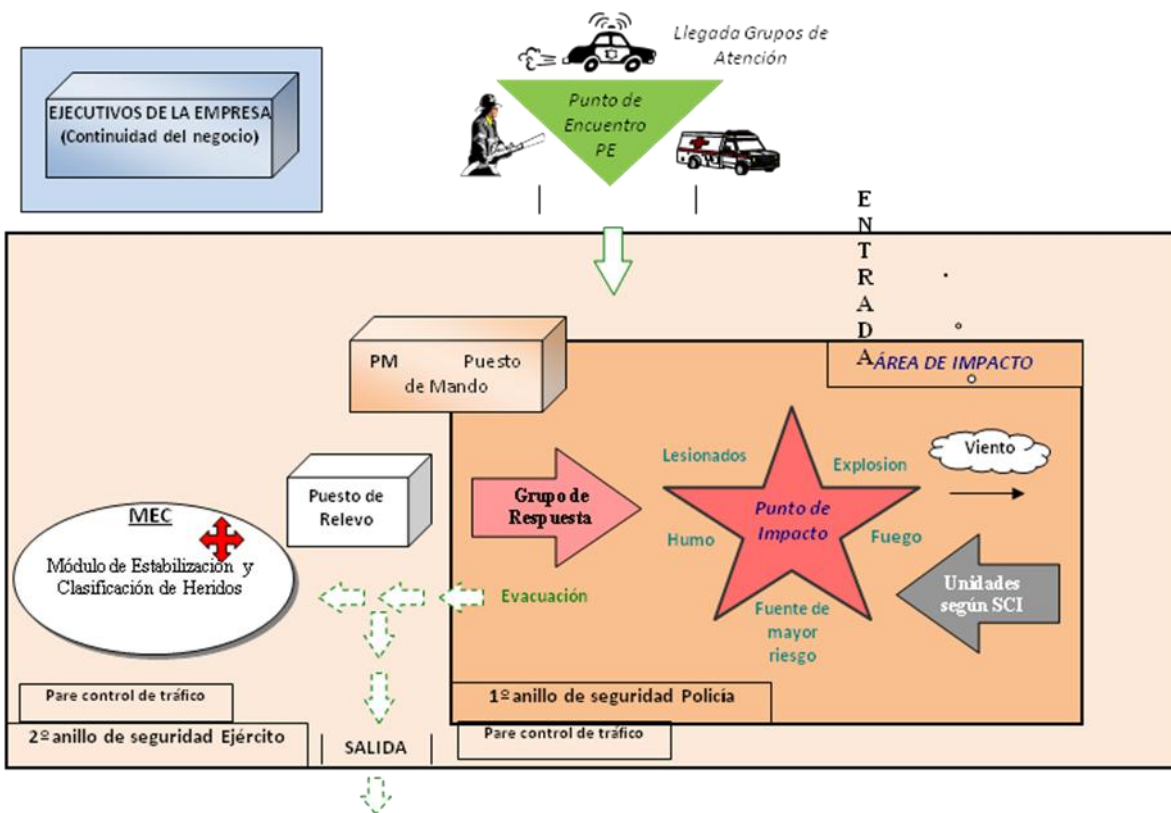
CRITERIOS	NIVEL DE CLASIFICACIÓN DE LA EMERGENCIA	
	MAYOR	REGIONAL
Definición	Emergencia que por su magnitud, duración y consecuencias potenciales, requieren la participación de recursos externos a la GRB de orden municipal (Entidades del CLOPAD, ARP, EPS, Planes de ayuda mutua Locales)	Emergencia que por su magnitud, duración y consecuencias potenciales, requieren la participación de recursos externos a la GRB de orden municipal y Departamental (Entidades del CREPAD, Entidades de Salud del Orden Regional, Planes de ayuda mutua Regionales)
Consecuencias	Con nivel de consecuencias de Nivel 4 - Matriz RAM	Con nivel de consecuencias Nivel 5 – Matriz RAM
Evacuación	Puede requerir la evacuación parcial o total de la GRB y/o la evacuación de áreas externas a la GRB	No aplica

Los procedimientos generales de emergencia para casos de derrames, incendios u explosiones se encuentran establecidos en el manual No. 48 del National Bureau of Standards. Para casos de emergencia específicos se deben tomar medidas adicionales .

El tipo de material y las operaciones realizadas no implican el manejo de fuentes abiertas, por lo que no se contemplan problemas de contaminación externa o interna por derrames de material radiactivo.

En principio la emergencia deberá ser manejada y controlada por la misma Empresa y en caso de ser necesario contar con la asistencia de Asesores Externos con capacidad de respuesta inmediata. INGEOMINAS solo intervendrá en los casos en que la magnitud o las consecuencias superen las previsiones iniciales.

**Figura 6.** Esquema mental de organización de los recursos y establecimiento de las prioridades de atención en la emergencia



Los planes de emergencia serán flexibles y objeto de actualizaciones y optimización y sus objetivos son:

- Restringir las exposiciones al nivel más bajo que sea razonable.
- Restablecer el control de la situación.
- Obtener información para evaluar causas y consecuencias

Y deberán contemplar aspectos como:

- Identificación de personas y organizaciones capacitadas para el manejo.
- Procedimientos que lleven a una pronta detección de la emergencia.
- Identificación del equipo necesario (monitoreo y protección).
- Identificar el tipo de asistencia requerida.
- Notificaciones necesarias.
- Identificar responsables.
- Planear entrenamientos y simulacros

Los planes serán elaborados, evaluados y actualizados por Responsabilidad Integral y difundidos a todo el personal involucrado en la operación de las fuentes y al personal de Apoyo en Emergencias.

Los equipos cuya fuente de excitación son Tubo de Rayos X no representan riesgo radiológico y cualquier emergencia involucrando estos equipos será manejada en forma convencional.

Los accidentes o incidentes que pueden representar riesgo radiológico serán aquellos que involucren el uso de fuentes radiactivas y se pueden presentar debidos a extravío o robo, fuente expuesta a incendio o explosión (medidores de densidad y nivel). Las acciones específicas a tomar se enuncian a continuación:

### **11.1 EXTRAVÍO O ROBO DE UNA FUENTE**

- En primera instancia se debe notificar a la entidad reguladora en materia de Protección Radiológica, INGEOMINAS, informando del evento y medidas de control a tomar.
- Instaurar el denuncia ante una autoridad competente e iniciar una investigación interna rigurosa con el soporte de Responsabilidad Integral.
- Hacer una difusión por los medios escritos, radiales y de televisión de los peligros que supone el manejo de este material por personal no entrenado para este fin.

- El objetivo esencial será la localización y recuperación de la fuente
- Una vez controlada la situación se terminará la investigación interna pertinente y se enviará a INGEOMINAS un informe completo del análisis del evento y los niveles de acción tomados.
- Los equipos contemplados para el manejo de la emergencia serán intensímetros y dosímetros personales.

## **11.2 INCIDENTES EN ÁREAS CERCANAS A LAS FUENTES**

En caso de incidentes o emergencias en lugares cercanos a las fuentes se deberá:

- Esperar a que la emergencia sea superada.
- Realizar inspección visual de los equipos de medición con fuentes radiactivas para detectar si la fuente resultó o no afectada.
- Revisar los mecanismos de seguridad de la fuente.
- Efectuar mediciones de tasas de dosis en los puntos de fuente y de área ya designados. Los valores de tasas de dosis obtenidos serán comparados con los reportados en las inspecciones previas y permitirán definir si la fuente resultó o no afectada.
- En caso de sospecha de que la fuente haya sido afectada se debe seguir el procedimiento 11.4.

## **11.3 FUENTE EXPUESTA A INCENDIO O EXPLOSIÓN**

- Notificar a todo el personal del área.
- Evacuar el personal no necesario para las tareas de emergencia.
- Llamar al personal de control de incendios y notificarles los peligros de radiación.
- Informar al grupo de atención de emergencias de la posibilidad de que la fuente sea afectada.

- Se debe esperar a que el incendio sea controlado si no hay peligro inmediato de radiación o buscar un medio de refrigerar el área cercana a la fuente.
- Dirigir la lucha contra el incendio de acuerdo con las restricciones específicas de seguridad.
- Una vez controlado el incendio, monitorear el área y determinar si la fuente fue afectada, en cuyo caso se debe seguir el procedimiento 11.4.

#### 11.4 FUENTE AFECTADA POR CUALQUIER INCIDENTE

- Se supondrá el caso extremo en el cual el blindaje se haya fundido (fuentes externas) o que el tanque objeto de medición de nivel (internas) explote. En ambos casos es posible que la fuente quede expuesta y las tasas de dosis se incrementen.
- Los equipos contemplados para el manejo de la emergencia serán intensímetros y dosímetros personales.
- Se deberá contemplar el contar con bolsas de granalla de plomo que puedan suplir la pérdida del blindaje al ser lanzadas sobre la fuente.
- El objetivo esencial será disminuir las tasas de dosis al personal involucrado en la emergencia.
- Se deberá contar con implementos para demarcación y señalización de áreas.
- Se deberá tener estimados de tasas de dosis a diversas distancias, áreas a demarcar, tiempos de permanencia y blindaje a incorporar. Para facilitar los estimados referidos se tomará como ejemplo una fuente de  $^{137}\text{Cs}$  de 300 mCi similar a las usadas en medidores de densidad y de nivel y se usaran las constantes y fórmulas de la tabla 2.

$$A = 300 \text{ mCi}$$

$$\tau = 0.32 \text{ Rm}^2 / (\text{hCi})$$

$$X_{1/2} = 0.64 \text{ cm}$$

Tasa de dosis a 1 metro. =  $X = 96 \text{ mR/h}$

Tasa en contacto (1cm)  $X \approx 960 \text{ R/h}$

Área a delimitar para (TOE) con límite derivado de  $10\mu\text{Sv/h}$  ( $1\text{ mR/h}$ ) = 9.8m

Área a delimitar para (público) con límite derivado de  $1\mu\text{Sv/h}$  ( $0.1\text{ mR/h}$ ) = 31m

Tiempo de permanencia a 1 metro (arrojar bolsas con plomo)  $\leq 36$  segundos

16 espesores hemirreductores de plomo (10.24cm) reducen tasa de dosis a unos 15 mR/h, similar a cuando cuenta con blindaje.

Para este caso el plan a implementar sería:

- Notificar a la entidad reguladora en materia de Protección Radiológica, INGEOMINAS, informando del evento y medidas de control a tomar.
- Solicitar el apoyo de otras personas que cuenten con capacitación en protección radiológica.
- Delimitar áreas para TOE (10m) y público en general (31m).
- Verificar tasas de dosis con intensímetro y si es necesario efectuar una nueva delimitación.
- Desde una distancia aproximada de 1 metro arrojar bolsas con granalla de plomo, rotando el personal (máximo 36 segundos por persona) hasta completar un espesor de plomo de unos 10 centímetros.
- Verificar tasas de dosis y delimitar nuevas áreas para TOE y público.
- Si se considera necesario recurrir a asesores externos para concluir la emergencia (retiro y gestión del residuo radiactivo).
- Una vez controlada la situación se efectuará la investigación interna pertinente y se enviará a INGEOMINAS un informe completo del análisis del evento y los niveles de acción tomados.

## 11.5 DIRECTORIO DE EMERGENCIA

**Tabla 6.** Directorio de ECOPETROL S.A

<b>Dependencia</b>	<b>Contacto</b>	<b>Teléfono</b>
Responsabilidad Integral	Ana María Cogan	8875
Contraincendio	Orlando Padilla	9270
Casa Bombas 8	Carlos Arturo Salazar	8699
Polietileno	Carlos Alberto Quintero	9336
Refinación de Fondos	Vladimir Beleño	9838
VIT	Darío Buitrago	(1) 234 31 64
ICP	Martín Mojica	

### **Asesor Externo**

NUCLEOTECNICA Ltda.                      Omar Espinosa                      (300) 55 111 04

### **Entidad Reguladora**

INGEOMINAS                                      Bogotá Tel. (1) 3242279 -3153059

POLICIA NACIONAL                              Tel. 112

EMERGENCIAS Y MEDIO AMBIENTE Tel. (1) 4270404 ext. 118

DEFENSA CIVIL                                      Tel. 144

## 12 GESTION DE FUENTES EN DESUSO

Las fuentes de  $^{137}\text{Cs}$  y  $^{226}\text{Ra}$  fueron adquiridas hace bastante tiempo y no existe compromiso para que la gestión se efectúe a través del fabricante. Los períodos de semidesintegración de este radionúclido son altos lo cual dificulta su gestión por parte de ECOPETROL S.A. , en particular las de  $^{226}\text{Ra}$  para las cuales se plantea su reemplazo por  $^{60}\text{Co}$ . Para estas fuentes se efectuará la gestión ante el fabricante o en el Almacenamiento Temporal en el Patio 3 de la Planta Mansilla en Facatativa, Cundinamarca. Igualmente, la Entidad Reguladora podría contar con capacidad para recibir nuevas fuentes y efectuar la gestión definitiva en esta forma.

Los altos riesgos que implica el trabajar con  $^{226}\text{Ra}$  han hecho que prácticamente sea abolido de todas las aplicaciones y remplazadas por técnicas convencionales.. Los largos períodos de semidesintegración hacen imposible la gestión del  $^{226}\text{Ra}$  en Almacenamiento Temporal y se está tratando de efectuar convenios con la Entidad Reguladora y/o con algunos proveedores de dicha tecnología para gestión definitiva .

Para cada una de las alternativas de gestión es posible encontrar disponibilidad presupuestal.

En adelante para la adquisición de nuevos equipos se estipulará una cláusula contractual donde el fabricante se encargue de la gestión definitiva.

## **13 REGISTROS**

Los documentos que se tendrán en cuenta para efectos de protección radiológica en la GCB serán:

### **13.1 REPORTE DE DOSIS INDIVIDUAL**

La GCB iniciará la contratación del servicio mensual de dosimetría por optoluminiscencia para todo el personal considerado TOE.

La prestación de este servicio de dosimetría se hará de acuerdo a lo reglamentado en la Resolución 18-1289-2004 del Ministerio de Minas y Energía.

Los reportes suministrados por los prestadores de estos servicios deberán contener al menos las dosis del periodo monitoreado (normalmente un mes), las dosis acumuladas anuales y las dosis acumuladas durante el tiempo laborado con radiaciones dentro de la Empresa. Los registros resultantes se archivarán y custodiarán bajo supervisión de la Regional de Responsabilidad Integral (DRI) sin límite de tiempo.

Es importante mantener disponibles para INGEOMINAS los registros de todos los TOEs para los últimos doce meses.

### **13.2 INFORMES DE MANTENIMIENTO, CALIBRACIÓN Y BITÁCORAS DE OPERACIÓN**

Cada uno de los equipos (intensímetros y de detección) cuenta con su manual de operación y en él se consignan los informes de mantenimiento preventivo, correctivo, las calibraciones y las bitácoras de operación. Se conservarán bajo supervisión de la Regional de Responsabilidad Integral los manuales e informes en archivador por todo el tiempo de vida útil del equipo.

### **13.3 DOCUMENTACIÓN DE LAS FUENTES**

Las fuentes de  $^{137}\text{Cs}$  y  $^{226}\text{Ra}$  fueron adquiridas largo tiempo atrás y no existe ninguna documentación confiable.

Para las fuentes externas de  $^{137}\text{Cs}$  se conservan las etiquetas originales con número de serie y modelo lo que facilita la revisión periódica y la actualización del INVENTARIO DE MATERIAL RADIATIVO.

Para el caso de las fuentes internas se efectuará en parada de planta la extracción de las varillas y el levantamiento de la información correspondiente.

#### **13.4 RESULTADOS DE LA COMPROBACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD, MONITOREOS Y PRUEBAS DE FUGAS**

En las inspecciones anuales realizadas por el Asesor Externo, se chequean todos los requerimientos de protección radiológica y si se cumplen se emite el correspondiente Concepto Favorable. En el anexo también se encuentran los resultados de pruebas de fugas para cada fuente. Los resultados se archivan sin límite de tiempo. En **Anexo 2** se presentan modelos de los registros utilizados.

## 14 CONCLUSIONES

- El Responsable de la protección radiológica de ECOPETROL, sobre la base de los resultados de la vigilancia radiológica individual, debe verificar el cumplimiento de los límites de dosis especificados en este Plan de Contingencia y los mismos serán objeto de seguimiento por parte de la Entidad Reguladora.
- El personal encargado de el manejo del material radioactivo debe contar con capacitación en protección radiológica y autorización de la Empresa, poseer carné de protección radiológica expedido por INGEOMINAS y conocer los procedimientos de seguridad radiológica; este personal es responsable de su cuidado y debe informar oportunamente cualquier incidente
- Las emergencias deberán ser manejadas y controladas por la misma Empresa y en caso de ser necesario contar con la asistencia de Asesores Externos con capacidad de respuesta inmediata. INGEOMINAS solo intervendrá en los casos en que la magnitud o las consecuencias superen las previsiones iniciales.
- En las inspecciones anuales realizadas por el Asesor Externo, se chequean todos los requerimientos de protección radiológica y si se cumplen se emite el correspondiente Concepto Favorable.

## 15 BIBLIOGRAFÍA

- [1] Aceros, M; Alvarez, S. (2009), *Manual para el manejo de emergencias en la Gerencia Refinería de Barrancabermeja de la Vicepresidencia de Refinación y Petroquímica (GRB-DHS-M-002)*.
- [2] Aceros, M; Betancur, A.M. (2009), *Procedimiento para la atención médica y evacuación del personal afectado o lesionado en el sitio de trabajo (ECP-DHS-P-004)*.
- [3] Aguilar, H., (2005), *Radiaciones ionizantes: usos racionales, efectos y accidentes*, [En línea] Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos41/radiaciones-ionizantes/radiaciones-ionizantes.shtml>, (consultado el 20 de mayo del 2009).
- [4] Burbano, H., (2006), *Procedimiento para la realización de procedimientos operativos normalizados contra incendios (ECP-DRI-P-010)*.
- [5] Barrios, R.A; Galeano, P; Giardelli, M. (2009), *Procedimiento para la elaboración y control de documentos (ECP-DTI-P-010)*.
- [6] Cateriano M.A y Ruiz M.M, *Situaciones incidentales con fuentes radiactivas utilizadas en la industria*, [En línea] Disponible en: <http://74.125.93.132/search?q=cache:-ZRW2tb8AIJ:200.0.198.11/MenoriaT/Mt-1/MT64A-01.pdf+fuentes+radiactivas&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=co>, (consultado el 17 de julio de 2009).
- [7] Departamento de Petroquímica de la Gerencia Refinería Barrancabermeja, *Caso HRA - Health Risk Assessment – Actualización 1. 2009*.
- [8] Departamento de Petroquímica de la Gerencia Refinería Barrancabermeja, *Caso HEMP - Hazard and effects Management Process – 2006*.
- [9] Dirección de HSE y Gestión Social con el apoyo del Consorcio Gradex-C&ma, (2008), *Plan de contingencia para emisiones atmosféricas de la Gerencia Refinería Barrancabermeja*.

[10] Dirección de HSE y Gestión Social con el apoyo del Consorcio Gradex-C&ma, (2008), *Plan de contingencia para el transporte de residuos sólidos industriales*.

[11] International Atomic Energy Agency, (1996), *International Basic Safety Standards For Protection Against ionizing Radiation And For The Safety Of Radiation Sources*

[12] International Atomic Energy Agency, (1989), *Emergency Planning and Preparedness for Accidents Involving Radioactive Materials Used in Medicine, Industry, Research and Teaching. Safety Series No. 91*.

[13] Leal, L.A, (2005), *Directriz Responsabilidad de Atención y Respuesta en caso de derrame o escape de hidrocarburo (ECP-DRI-D-001)*.

[14] Miranda, D., (2008), *Guía para la construcción de Planes de Contingencia en la Vicepresidencia de Transporte (VIT-DHS-G-005)*.

[15] Ortiz, O. (2008), *Manual de descripción de procesos de la unidad de Polietileno I y II*.

[16] Ramirez, N., (2006), *Reglamento de protección radiológica de la Gerencia Refinería Barrancabermeja*.

#### **REFERENCIA NORMATIVA**

[17] Decreto 919 de 1989 – Por el cual se organiza el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres y se dictan otras disposiciones.

[18] Decreto 321 de 1999 – Por el cual se adopta el Plan Nacional de Contingencias contra derrame de hidrocarburos, derivados y sustancias nocivas.

[19] Decreto 070 de 2001 – Por el cual se modifica la estructura del Ministerio de Minas y Energía.

[20] Directiva Presidencial 33 del año 1991 – Responsabilidades de los organismos y entidades del sector público en el desarrollo y operación del Sistema Nacional para la Prevención y Atención de desastres.

[21] Política de Responsabilidad Integral de ECOPETROL S.A. (2008).

[22] Resolución 181434 de 2002 – Por la cual se adopta el Reglamento de Protección y Seguridad Radiológica.

[23] Resolución 181304 de 2004 – Por el cual se reglamenta la expedición de la Licencia de Manejo de Materiales Radioactivos.

[24] Resolución 181478 de 2004 – Por el cual se reglamenta el procedimiento para la evaluación de las inspecciones a las instalaciones donde se gestionen materiales radiactivos y nucleares.

[25] Resolución 180208 de 2005 – Por la cual se modifican y adicionan las Resoluciones 181304 y 181478 de 2004

## **ANEXOS**

**ANEXO 1**

**ACTA DE RECEPCIÓN O ENTREGA**

## ACTA DE RECEPCIÓN O ENTREGA

Entre los suscritos \_\_\_\_\_, en representación de \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_ en representación de \_\_\_\_\_ se efectuó la entrega oficial de \_\_\_\_\_ fuentes de \_\_\_\_\_ que han sido transportadas desde \_\_\_\_\_ hasta \_\_\_\_\_ bajo Licencia de Transporte No. \_\_\_\_ otorgada por INGEOMINAS.

En constancia se firma a los \_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Quien recibe

\_\_\_\_\_

Quien entrega

## **ANEXO 2**

### **MODELOS DE REGISTROS**

**ACTAS No. \_\_\_\_\_ DE INSPECCION DE INSTALACION RADIATIVA**

EMPRESA: <u>ECOPETROL S.A.</u>	CIUDAD: <u>BARRANCABERMEJA</u> FECHA _____
REPRESENTANTE LEGAL: _____	DIRECCION: _____
	TELEFONO: _____
RESPONSABLE PROTECCION RADIOLOGICA : _____	INSTALACION No.: _____
	INSPECCION No. : _____
RESPONSABLE DE LA INSATACION : _____	
<b>EQUIPOS EMISORES DE RADIACIONES IONIZANTES</b>	
RX Tipo: _____	
Acelerador: _____	
Unidad de Co-60: _____	
Otros: _____	
<b>CARACTERISTICAS DEL EQUIPO</b>	
Marca del Equipo: _____	Modelo: _____

**FUENTES RADIOACTIVAS EN LA INSTALACION**

	Isótopo	Emisor	Actividad (mCi)	Fecha	Serie	Modelo
1.	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
2.	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
3.	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
4.	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
5.	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
6.	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
7.	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
8.	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
9.	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
10.	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

**CARACTERISTICAS DE LA INSTALACION**

SI NO

Dimensiones de la Sala: \_\_\_\_\_

Control en Sala:

Area Ventana de Observ.: \_\_\_\_\_

Blindaje:

Espesor Equiv. en Pb: \_\_\_\_\_

Señalización:

Material blindante: \_\_\_\_\_

Material muros: \_\_\_\_\_

Material puertas: \_\_\_\_\_

Otras características: \_\_\_\_\_

### ELEMENTOS DE PROTECCION RADIOLOGICA

	SI	NO	NUMERO
DELANTALES PLOMADOS:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
PROTECTORES ORGANOS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
GUANTES PLOMADOS:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
GAFAS :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
PINZAS DE EXTENSION:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

Nota: \_\_\_\_\_

EMPRESA: ECOPETROL S.A.

CIUDAD: BARRANCABERMEJA

FECHA \_\_\_\_\_

**PERSONAL OCUPACIONAL DE LA INSTALACION**

	HORAS/DIA			DOSIMETRO		CARNE		EXPOSICION
	H	M	TOTAL	SI	NO	SI	NO	
PROFESIONAL	_____	_____	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
TECNICO :	_____	_____	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
AUXILIAR	_____	_____	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
MANTENIMIENTO	_____	_____	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
SERVICIO	_____	_____	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

PERSONAL TRABAJANDO EN OTRO CENTRO \_\_\_\_\_ CON DOSIMETRIA \_\_\_\_\_

**CALIBRACION CONTROL Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS EMISORES**

	SI	NO			
INSPECCION:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	FECHA INSPECCION:	_____	ACTA: _____
C. DE CALIDAD:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	FECHA DE ULTIMO CONTROL:	_____	
MANTENIMIENTO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	FECHA ULTIMO MANTENIMIENTO:	_____	

EMPRESA: ECOPETROL S.A.

CIUDAD: BARRANCABERMEJA

FECHA \_\_\_\_\_

### PROCEDIMIENTOS

DOSIMETRIA INDIVIDUAL: \_\_\_\_\_

SI NO

MANUALES DE PROCEDIMIENTOS:

LICENCIA DE MANEJO

OTORGADA POR \_\_\_\_\_

### EQUIPOS DE MEDICION

FABRICANTE: \_\_\_\_\_

TIPO DE DETECTOR: \_\_\_\_\_

MARCA: \_\_\_\_\_

MODELO: \_\_\_\_\_ SERIE: \_\_\_\_\_

FECHA DE CALIBRACION: \_\_\_\_\_ PERIODOS DE CALIBRACION: \_\_\_\_\_

### FUENTES RADIOACTIVAS

SI NO

CONTENEDOR DE TRANSPORTE:

FROTIS PERIODICO:

PLAN DE GESTION PARA DESUSO:

CON QUIEN

**ANEXO 3**

**CERTIFICADO DE PRUEBA DE HERMETICIDAD**

## CERTIFICADO DE PRUEBA DE HERMETICIDAD

EMPRESA: **ECOPETROL S.A.**  
DIRECCION: **Gerencia Complejo Barranca. Barrancabermeja, Santander**  
INSTALACIÓN:

Persona de contacto: \_\_\_\_\_

**EQUIPO**      Aplicación: \_\_\_\_\_  
Fabricante:                      Modelo:                      Serie:

**FUENTE**      Fabricante : \_\_\_\_\_  
Modelo :                      Serie :                      Identificación :  
Radionúclido                      Actividad                      Estado actual :

Comentarios:

TIPO DE PRUEBA :  
\_\_\_\_\_

RESULTADOS :                      CONTAMINACION REMOVIDA : \_\_\_\_ Bq

**Nota: Un nivel mayor o igual a 185 Bq constituye una fuga o escape de la fuente.**

**Este documento certifica que la fuente antes referenciada ha sido probada en la fecha especificada y los resultados muestran el nivel de contaminación removida en el momento que se realizó la prueba.**

**ANALIZADA POR:**

**ANEXO 4**  
**NOTIFICACION INMEDIATA DE INCIDENTES**

	DIRECCIÓN DE RESPONSABILIDAD INTEGRAL	ECP-DRI-F-014	
	NOTIFICACIÓN INMEDIATA DE INCIDENTES	ACT: 2	1/1
		23/01/2008	

En caso de duda consulte el procedimiento ECP-DRI-P-006

LUGAR: _____	FECHA DE REMISION	D	M	A	A			
	FECHA DEL INCIDENTE	D	M	A	A			
	HORA DEL INCIDENTE						AM	PM
NOMBRE DEL ACCIDENTADO/ EQUIPO:								
DEPENDENCIA: REGISTRO O _____ CC: _____ CARGO: _____ EMPRESA _____ CONTRATISTA: _____								
VALORACIÓN RAM DEL INCIDENTE: <input type="text"/> <input type="text"/>								
1. PERSONAS			2. PROPIEDAD			3. AMBIENTE		
<input type="checkbox"/>	CON LESION PERSONAL		<input type="checkbox"/>	CON DAÑO A LA PROPIEDAD		<input type="checkbox"/>	FUGA	
<input type="checkbox"/>	MUERTE		<input type="checkbox"/>	INCENDIO		<input type="checkbox"/>	DERRAME/ AMBIENTAL	
<input type="checkbox"/>	LESIONES A TERCEROS		<input type="checkbox"/>	ACCIDENTES DE TRÁNSITO		OTROS		