



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL.**

**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES.**

**ESCUELA DE CIENCIAS GEOLÓGICAS Y AMBIENTALES.**

**Tesis para la obtención del título de Ingeniero Ambiental**

**PLAN DE CONTINGENCIA PARA DERRAMES DE HIDROCARBUROS EN LAS  
LÍNEAS DE FLUJO EN EL CAMPO CUYABENO DE PETROPRODUCCIÓN.**

**Autora: Carla Rosana Torres Caicedo.**

**Director de Tesis: Ing. Kléber Daniel Tapia.**

**Tutora: Ing. Alexandra Soto.**

**Guayaquil, Octubre 2011**



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL.**

**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES.**

**ESCUELA DE CIENCIAS GEOLÓGICAS Y AMBIENTALES.**

**Tesis para la obtención del título de Ingeniero Ambiental**

**PLAN DE CONTINGENCIA PARA DERRAMES DE HIDROCARBUROS EN LAS  
LÍNEAS DE FLUJO EN EL CAMPO CUYABENO DE PETROPRODUCCIÓN.**

**Autora: Carla Rosana Torres Caicedo.**

**Director de Tesis: Ing. Kléber Daniel Tapia.**

**Tutora: Ing. Alexandra Soto.**

**Guayaquil, Octubre 2011**

Derechos de Autor

**Carla Rosana Torres Caicedo**

## DEDICATORIA

CON AMOR A TODAS LAS PERSONAS QUE FORMAN PARTE DE  
MI VIDA: A MI MADRE Y ESPOSO QUE GRACIAS A SU APOYO  
CONSTANTE LOGRE CONSEGUIR MIS SUEÑOS Y A MIS  
HERMANAS JESSICA, DAYSI Y SOFITA POR SU CARIÑO Y  
FORTALEZA.

## AGRADECIMIENTO

ETERNAMENTE A DIOS, A LOS DOCENTES DE LA FACULTAD DE  
CIENCIAS NATURALES POR BRINDARME SUS CONOCIMIENTOS  
PARA ASI FORMARME PROFESIONALMENTE Y A LOS  
FUNCIONARIOS DE PETROPRODUCCIÓN – UNIDAD DE  
FACILIDADES DE SUPERFICIE Y LA UNIDAD DE PROTECCIÓN  
AMBIENTAL.



**Universidad de Guayaquil**  
**Facultad de Ciencias Naturales**

**HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS**

PLAN DE CONTINGENCIA PARA DERRAMES DE HIDROCARBUROS EN LAS  
LÍNEAS DE FLUJO EN EL CAMPO CUYABENO DE PETROPRODUCCIÓN.

Carla Rosana Torres Caicedo

Ing. Geol. Luis Veloz Pin

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

.....

Ing. Geol. Betty Muzzio Aroca

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....

Dr. Wilson Pozo Guerrero

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....

Ab. José Solórzano C.

Secretario de la Facultad

.....

Guayaquil, Octubre 2011

## RESUMEN

El Plan de Contingencia para derrames de hidrocarburos en las líneas de flujo es una investigación realizada en la Estación Cuyabeno de Petroproducción, ubicada al noreste de la Provincia de Sucumbíos en el Cantón Putumayo, Parroquia Palma Roja, Recinto Amazonas y Unión Nacional, se localiza en un área protegida, sensible y biodiversa, forma parte del Patrimonio Forestal del Estado la misma que pertenece a la Reserva de Producción Faunística Cuyabeno.

En el Plan de Contingencia establecen las acciones que se tomarán en el momento en que exista una emergencia, proporcionando una respuesta inmediata y eficaz, con el propósito de prevenir los impactos ambientales negativos al medio físico, biótico y socioeconómico; como también proteger la infraestructura de la industria hidrocarburífera.

El objetivo principal de este proyecto es proponer un Plan de Contingencia para minimizar los impactos ambientales negativos producidos por los derrames de Hidrocarburos en las Líneas de Flujo; para llegar a este resultado primero se logró establecer la línea base del Campo Cuyabeno, luego se encuestó al personal de la Unidad de Protección Ambiental y los funcionarios de Petroproducción los mismos que dieron una respuesta positiva al cuestionamiento planteado en razón de que su aplicación conllevara a la conservación del medio ambiente y por ende al bienestar del ser humano, también se estableció 15 puntos de control, a continuación se impartió un programa de capacitación con los siguientes temas:

- Plan de Contingencia para derrames de hidrocarburos en líneas de flujo.
- Puntos de Control.
- Manipulación de Equipos.

- Material de Contingencia.
- Importancia de utilizar los Equipos de Protección Personal.
- Colocación de barreras de contingencia.

Se obtuvo el éxito esperado en la realización del programa de simulación de derrames de hidrocarburos en líneas de flujo y la ejecución de dos simulacros; uno en el río Dygoil y otro en el río Chespiro, la predisposición de trabajar en conjunto por parte del personal de la Unidad de Protección Ambiental y los funcionarios de Petroproducción fue el pilar fundamental.



## SUMMARY

The contingency plan for hydrocarbon spills from pipelines in an investigation which took place in the Cuyabeno Petroproducción station, situated in the grounds of Amazonas and Union Nacional, Palma Roja parish, Canton Putumayo, in the north east of the Sucumbíos Province. This bio diverse area is protected, forming part of the National Forest Heritage, which in turn belongs to the Cuyabeno Faunistic Production Reserve.

The contingency plan contains immediate emergency procedures to be carried out in case of emergencies, offering the most efficient solutions to prevent negative environmental impacts to the physical, biotic and social economic environments, as well as protecting the hydrocarbon industry's infrastructure. The main goal of this project is to propose the contingency plan to minimize negative environmental effects caused by hydrocarbon spills from pipelines.

To achieve results the Cuyabeno camp base line survey was established, both the Environmental Protection Unit staff and Petroproducción employees were interviewed who in turn gave positive response to the questions asked due to the fact that its application would lead to the conservation of the environmental and well-being of mankind. Fifteen control points were also established.

Finally, these previous steps were followed by a training program me which included the following subjects:

- Contingency plan for hydrocarbon spills from pipelines.
- Control points.
- Handling Equipment.

- Contingency material.
- The importance of using personal safety equipment.
- Placement of contingency barriers.

As expected, the hydrocarbon spill simulation program me was highly successful, as were two simulations themselves, one in the Dygoil river and the other in the Chespiro river, the willingness of the Environmental Protection Unit staff and Petroproducción employees to work together was fundamental in the project's success.

## INDICE

### **CAPITULO I EL PROBLEMA**

#### INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES.	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	2
1.3. HIPÓTESIS.	3
1.4. OBJETIVOS.	4
1.4.1. OBJETIVO GENERAL.	4
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	4
1.5. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.	5
1.5.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA.	6
1.5.2. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA.	6
1.5.3. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA.	6

### **CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO**

2.1. ANTECEDENTES Y UBICACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN.	7
2.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.	10
2.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL.	13
2.4. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN.	15

### **CAPÍTULO III METODOLOGÍA**

3.1. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA.	16
3.1.1. ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE.	16
3.1.2. FORMULACIÓN DE ENCUESTAS.	16
3.1.3. PUNTOS DE CONTROL.	16
3.1.4. CAPACITACIÓN SOBRE MEDIDAS DE CONTROL EN DERRAMES DE HIDROCARBUROS.	17

3.1.5. PROGRAMA DE SIMULACROS PERIÓDICOS.	17
3.1.6. DISEÑO DEL PLAN DE CONTINGENCIA.	17

## **CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1. RESULTADOS**

4.1.1. RESULTADO 1 LÍNEA BASE	18
4.1.1.1. MEDIO FÍSICO	18
4.1.1.2. MEDIO BIÓTICO	20
4.1.1.3. MEDIO SOCIOECONÓMICO	24
4.1.2. RESULTADO 2 ENCUESTAS	27
4.1.3. RESULTADO 3 PUNTOS DE CONTROL	40
4.1.3.1. ANÁLISIS DEL ÁREA DE INFLUENCIA.	41
4.1.3.2. IDENTIFICACIÓN DE LOS PUNTOS DE CONTROL.	43
4.1.3.3. CÁLCULO DE DISTANCIAS.	44
4.1.3.4. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.	45
4.1.3.5. CONSTRUCCIÓN DE LETREROS.	49
4.1.3.6. SEÑALIZACIÓN DE LOS PUNTOS DE CONTROL.	50
4.1.4. RESULTADO 4 CAPACITACIÓN	56
4.1.4.1. OBJETIVOS.	56
4.1.5. RESULTADO 5 SIMULACROS	63
4.1.5.1. OBJETIVOS.	63
4.1.5.2. ASPECTOS OPERATIVOS	64

### **4.2. DISCUSIÓN**

4.2.1. DISCUSIÓN 1 LÍNEA BASE	72
4.2.2. DISCUSIÓN 2 ENCUESTAS	72
4.2.3. DISCUSIÓN 3 PUNTOS DE CONTROL	75
4.2.4. DISCUSIÓN 4 CAPACITACIÓN	75
4.2.5. DISCUSIÓN 5 SIMULACROS	75

## **CAPÍTULO V                      PLAN DE CONTINGENCIA**

5.1. ORGANIZACIÓN DEL PLAN.	76
5.1.1. ALCANCE.	77
5.1.2. FUNCIONES Y ATRIBUCIONES.	78
a) COORDINADOR GENERAL-SUPERVISOR UPA.	78
b) MIEMBROS.	79
c) SERVICIO MÉDICO.	79
5.1.3. INVENTARIO Y DISPONIBILIDAD EQUIPO DE RESPUESTA.	80
5.1.4. PROCEDIMIENTO EN CASO DE CONTINGENCIA.	86
5.1.5. RELACIONES PÚBLICAS COMUNICACIÓN CON LA PRENSA.	86
5.2. MECANISMOS DEL PLAN DE CONTINGENCIA.	87
5.2.1. MEDIDAS GENERALES DE PREVENCIÓN Y/O MITIGACIÓN.	87
5.2.2. MEDIDAS ESPECÍFICAS PREVENTIVAS Y CORRECTIVAS.	87
5.2.3. PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA Y RESTAURACIÓN.	92
5.2.4. NAVEGACIÓN Y CRUCES DE RÍOS Y HUMEDALES.	93
5.3. ANÁLISIS DE RIESGO Y COMPORTAMIENTO DE DERRAMES.	94
5.3.1. RIESGOS EN EL AMBIENTE.	94
5.3.2. RIESGOS EN LAS INSTALACIONES.	96
5.3.3. COMPORTAMIENTO DE DERRAMES.	97
5.4. PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS.	99

## **CAPÍTULO VI                      CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

6.1. CONCLUSIONES.	102
6.2. RECOMENDACIONES.	104

<b>DEFINICIÓN DE TERMINOS BÁSICOS</b>	106
---------------------------------------	-----

<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	115
---------------------	-----

## INDICE DE ANEXOS FOTOGRÁFICOS

<b>Foto 1.</b> Puntos de control – Río Chespiro.	41
<b>Foto 2.</b> Puntos de control – Río Dygoil – Terrestre.	41
<b>Foto 3.</b> Puntos de control – Estación.	42
<b>Foto 4.</b> Puntos de control – Estero la Bomba.	42
<b>Foto 5.</b> Puntos de control – Toma de puntos con GPS.	43
<b>Foto 6.</b> Puntos de control – Cálculo de distancias.	44
<b>Foto 7.</b> Puntos de control – Construcción de letreros.	49
<b>Foto 8.</b> Construcción de letreros pequeños.	49
<b>Foto 9.</b> Punto de control 01.	50
<b>Foto 10.</b> Punto de control 02.	50
<b>Foto 11.</b> Punto de control 03.	51
<b>Foto 12.</b> Punto de control 04.	51
<b>Foto 13.</b> Punto de control 05.	51
<b>Foto 14.</b> Punto de control 06.	52
<b>Foto 15.</b> Punto de control 07.	52
<b>Foto 16.</b> Punto de control 08.	53
<b>Foto 17.</b> Punto de control 09.	53
<b>Foto 18.</b> Punto de control 10.	53
<b>Foto 19.</b> Punto de control 11.	54
<b>Foto 20.</b> Punto de control 12.	54
<b>Foto 21.</b> Punto de control 13.	54
<b>Foto 22.</b> Punto de control 14.	55

<b>Foto 23.</b> Punto de control 15.	55
<b>Foto 24.</b> Capacitación – Plan de Contingencia.	57
<b>Foto 25.</b> Capacitación – Puntos de Control.	57
<b>Foto 26.</b> Capacitación – Manipulación de equipos.	58
<b>Foto 27.</b> Capacitación – Material de contingencia.	58
<b>Foto 28.</b> Capacitación – Equipos de protección personal.	59
<b>Foto 29.</b> Capacitación – Colocación de barreras.	59
<b>Foto 30.</b> SIMULACRO N°1 – Puente Río Dygoil – Inicio de la Contingencia.	68
<b>Foto 31.</b> SIMULACRO N°1 – Colocación de barreras.	68
<b>Foto 32.</b> SIMULACRO N°2 - Puente Río Chespiro – Inicio de la Contingencia.	71
<b>Foto 33.</b> SIMULACRO N°2 - Colocación de barreras.	71
<b>Foto 34.</b> SIMULACRO N°2- Control del derrame.	71
<b>Foto 35.</b> Inducción de encuestas.	74
<b>Foto 36.</b> Formulación de encuestas.	74
<b>Foto 37.</b> Cunetas.	88
<b>Foto 38.</b> Sumidero.	88
<b>Foto 39.</b> Cuello de ganso.	89
<b>Foto 40.</b> Contrapozo.	89
<b>Foto 41.</b> Línea de flujo en el eje de vía.	90
<b>Foto 42.</b> Línea de flujo aérea.	90
<b>Foto 43.</b> Línea de flujo subterránea.	91
<b>Foto 44.</b> Línea de flujo – Llegada manifold.	91
<b>Foto 45.</b> Dique de contención.	92
<b>Foto 46.</b> Remediando suelos contaminados por hidrocarburo.	93

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Tabulación de datos.	29
<b>Cuadro 2.</b> Encuesta – Pregunta 1.	30
<b>Cuadro 3.</b> Encuesta – Pregunta 2.	31
<b>Cuadro 4.</b> Encuesta – Pregunta 3.	32
<b>Cuadro 5.</b> Encuesta – Pregunta 4.	33
<b>Cuadro 6.</b> Encuesta – Pregunta 5.	34
<b>Cuadro 7.</b> Encuesta – Pregunta 6.	35
<b>Cuadro 8.</b> Encuesta – Pregunta 7.	36
<b>Cuadro 9.</b> Encuesta – Pregunta 8.	37
<b>Cuadro 10.</b> Encuesta – Pregunta 9.	38
<b>Cuadro 11.</b> Encuesta – Pregunta 10.	39
<b>Cuadro 12.</b> Coordenadas de los Puntos de Control.	43
<b>Cuadro 13.</b> Distancias del Punto de Control.	44
<b>Cuadro 14.</b> Registro de participación - PETROPRODUCCIÓN.	60
<b>Cuadro 15.</b> Registro de participación – WONGOD.	61
<b>Cuadro 16.</b> Tiempos de respuesta para el manejo de contingencias.	65
<b>Cuadro 17.</b> SIMULACRO 1 – Material de contingencia.	66
<b>Cuadro 18.</b> SIMULACRO 1 – Cronología de la contingencia.	67
<b>Cuadro 19.</b> SIMULACRO 2 – Material de contingencia.	69
<b>Cuadro 20.</b> SIMULACRO 2 – Cronología de la contingencia.	70
<b>Cuadro 21.</b> Inventario de bodega.	80



## INDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Encuesta - Pregunta 1.	30
<b>Gráfico 2.</b> Encuesta - Pregunta 2.	31
<b>Gráfico 3.</b> Encuesta - Pregunta 3.	32
<b>Gráfico 4.</b> Encuesta - Pregunta 4.	33
<b>Gráfico 5.</b> Encuesta - Pregunta 5.	34
<b>Gráfico 6.</b> Encuesta - Pregunta 6.	35
<b>Gráfico 7.</b> Encuesta - Pregunta 7.	36
<b>Gráfico 8.</b> Encuesta - Pregunta 8.	37
<b>Gráfico 9.</b> Encuesta - Pregunta 9.	38
<b>Gráfico 10.</b> Encuesta - Pregunta 10.	39
<b>Gráfico 11.</b> Organigrama del Plan de Contingencia Campo Cuyabeno.	77
<b>Gráfico 12.</b> Derrames ocurridos en el 2009.	95
<b>Gráfico 13.</b> Derrames ocurridos en el 2010- periodo Enero-Abril.	95

## INDICE DE MAPAS

<b>Mapa 1.</b> Bloques petroleros.	9
<b>Mapa 2.</b> Puntos de Control.	45
<b>Mapa 3.</b> Puntos de Control – Hidrología.	46
<b>Mapa 4.</b> Puntos de Control – Hidrología – Pozos.	47

**INDICE DE ANEXOS**

**Anexo 1.** Matriz de la Encuesta.