

## Revista Científica y Tecnológica UPSE

### Delimitación de riesgos de la industria hidrocarburífera en el sector San Raymundo del cantón Salinas, provincia de Santa Elena, Ecuador



#### Delimitation of the hydrocarbon industry potential risks in the San Raymundo sector of Salinas, province of Santa Elena, Ecuador

Paulo César Escandón P.\*

Universidad Estatal Península de Santa Elena, Ecuador.

#### Resumen

La actividad petrolera desarrollada desde el siglo XIX en la provincia de Santa Elena puede haber constituido en una fuente de contaminación ambiental y como consecuencia haber afectado a la salud a los pobladores. Específicamente, en el sector San Raymundo de la parroquia José Luis Tamayo se encuentran pozos petroleros en producción y en situación de abandono, en condiciones legales confusas y violentando las normas de seguridad ambiental. En el presente artículo, se realizó un levantamiento de información sobre los pozos aledaños al área poblada del Sector. Con la información extraída de la documentación de los pozos y las encuestas realizadas a los pobladores se estableció una evaluación cualitativa de las amenazas ambientales y los posibles riesgos a la salud de los pobladores como consecuencia del asentamiento en áreas vulnerables. Los resultados muestran una zonificación del riesgo mediante un mapa de riesgo debido a la contaminación producida por la concentración de hidrocarburos en el suelo de los pozos petroleros y la emanación de gases tóxicos.

#### Palabras clave:

Negligencia industrial  
Seguridad ambiental  
Toxicidad petrolera

#### Abstract

The oil activity developed since the 19<sup>th</sup> century in the province of Santa Elena may have been a potential source of environmental contamination and as a consequence of having affected to the health of the population, specifically in the San Raymundo sector of José Luis Tamayo, there are oil wells in production and in abandonment, in confusing legal conditions and violating environmental safety regulations. In the present article, an information survey was carried out on the wells surrounding the populated area of the sector. With the information extracted from the documentation of the wells and the surveys carried out on the population. A qualitative assessment of the environmental threats and the possible risks to the health of the population as a consequence of the settlement in vulnerable areas was established. The results show a zoning of the risk through a risk map due to the contamination produced by the concentration of hydrocarbons in the soil of the oil wells and the emission of toxic gases.

#### Keywords:

Industrial negligence  
Environmental safety  
Oil toxicity

**Recibido:** 2 de octubre de 2018      **Aceptado:** 6 de diciembre de 2018

**Forma de citar:** Escandon, P. (2019). Delimitación de riesgos de la industria hidrocarburífera en el sector San Raymundo del cantón Salinas, provincia de Santa Elena, Ecuador. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 6 (1), 27-33. DOI: 10.26423/rctu.v6i1.419

\* Autor para correspondencia. [pcscandonp@hotmail.com](mailto:pcscandonp@hotmail.com)

## 1. Introducción

La península de Santa Elena ha sido un lugar estratégico para el desarrollo de actividades petroleras desde el principio del siglo XIX. Es así que en el año de 1911 se perfora el primer pozo petrolero, llamado Ancón 1, con resultados positivos, desde esta fecha se inicia la explotación de petróleo en Ecuador (Estrada, 2010, p.44).

El desarrollo de las actividades petroleras, en sus diferentes etapas: exploración, perforación, extracción, transportación, refinación y, finalmente su comercialización, pueden presentar efectos negativos en la salud de la población y en el medio ambiente. Los efectos negativos que presenta la exposición del hombre al petróleo son: irritación en la piel, comezón en ojos, vértigos, dolores de cabeza, mareos, neumonía, pudiendo llegar a la muerte.

San Sebastián, Armstrong y Stephens (2001), reportaron las afectaciones de salud en la población cercana a la actividad industrial hidrocarburífera a aparición de hongos en la piel, cansancio, irritación nasal, dolores de cabeza, gastritis, etc.

Por otro lado, García, Luizaga y Herbas (2016) determinaron que el crecimiento de la industria petrolera genera contaminación en el ambiente, debido a los residuos líquidos o sólidos que se presentan en las operaciones con los THP (hidrocarburos totales de petróleo).

En el cantón Salinas, hay reconocidos al menos dos campos petroleros en actividad y varias áreas productivas abandonadas. Una de estas áreas abandonadas se ubica actualmente en el conocido sector “San Raymundo” de la parroquia José Luis Tamayo. (Ver Figura 1)

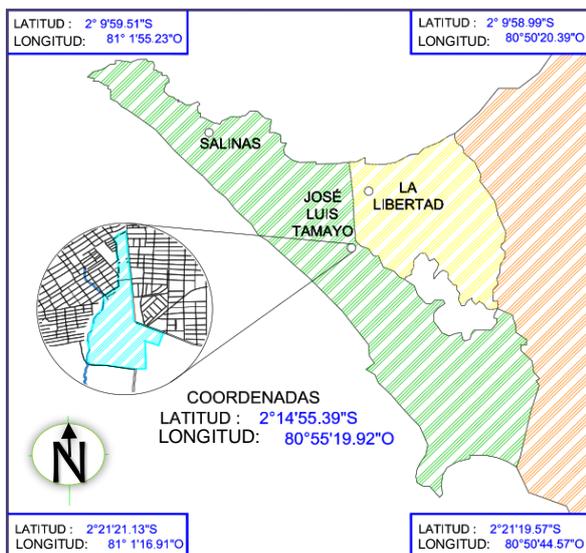


Figura 1: Ubicación del sector San Raymundo – Salinas – Provincia de Santa Elena

Este sector, presenta características especiales, ya que en la actualidad se encuentra poblado y legalizado desde el año 2006. El hecho de que el sector San Raymundo sea un núcleo poblacional lleva asociado una problemática social y ambiental ligada a los asentamientos sobre pozos petroleros en abandono, de los cuales no se tiene demasiada información acerca de su estado.

El estudio que aquí se presenta abarca el inventariado de pozos, investigación sobre el estado actual de los mismos y delimitación de las zonas de riesgo potencial para el ambiente y la población.

## 2. Materiales y métodos

La metodología usada para el desarrollo del proyecto titulado “Delimitar zona de exclusión de los sectores de San Raymundo y Santa Paula, considerando la existencia de pozos petroleros y la ordenanza municipal en el cantón Salinas, provincia de Santa Elena” se fundamenta en la elaboración de un Marco Lógico, donde se facilita el proceso de conceptualización, diseño, ejecución y evaluación del mismo (Ortegón, 2005)

En este contexto se desarrollaron las siguientes actividades:

- Diagnóstico de necesidades con la participación de actores provinciales y la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE).
- Visita técnica a la región problemática detectada (sector San Raymundo).
- Censo y catalogación de riesgos en pozos petroleros en la región.
- Actualización de fichas técnicas de los pozos petroleros del sector San Raymundo.
- Encuestas dirigidas a la población del sector antes mencionado.
- Establecimiento de riesgos potenciales sobre un mapa, considerando alta susceptibilidad de las regiones próximas a núcleos habitados.
- Capacitación de riesgos a la población cercana.

### 2.1 Muestreo

Los datos analizados fueron obtenidos de las encuestas realizadas a los 156 moradores (106 hombres y 50 mujeres) del sector San Raymundo de la parroquia José Luis Tamayo del cantón Salinas. Las edades de estas personas se encuentran en el rango comprendido entre 11 y 80 años. Los totales por rango de edad fueron los siguientes: 11 personas menores de 18 años; 120 personas entre 18 y 50 años de edad; y 25 personas entre 51 y 80 años de edad.

Por otro lado, se recopiló información referente a los pozos petroleros. La información recopilada se encuentra en las fichas correspondientes a los pozos, archivadas en el departamento de Planificación y Gestión Ambiental del Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) de Salinas. (Ver Anexo 1)

## 2.2 Método

La determinación del nivel de vulnerabilidad por vertido de hidrocarburos en el Sector San Raymundo se llevó a cabo bajo la percepción cualitativa de los pobladores mediante encuestas y entrevistas.

El análisis de la vulnerabilidad se realizó según se muestra en la Tabla 1, dotando de 3 niveles de susceptibilidad por exposición a hidrocarburos según las respuestas de los ítems encuestados tomados como elementos principales.

**Tabla 1:** Elementos de vulnerabilidad del sector San Raymundo

Criterios de vulnerabilidad			
Elemento	Baja	Media	Alta
Estructura Granulométrica del suelo	Bloque	Granular/ Bloque	Granular
Afectación	Baja	Moderada	Alta
Cerramiento de pozos	Si	-	No
Señalética de pozos	Si	-	No
Certeza de la realización de mantenimientos preventivos/correctivos por parte de la operadora petrolera.	No	-	Si
Contacto con vertido de hidrocarburo	Nunca	Raras veces	Siempre

Las amenazas han sido categorizadas según una escala de 3 valores de probabilidad de ocurrencia (ver Tabla 2) con el fin de poder establecer valores finales de gravedad de afectación en función de los riesgos (ver Tabla 2).

**Tabla 2:** Criterios de amenaza del sector San Raymundo

Criterios de Amenaza			
Criterio	Baja	Media	Alta
Distancia de viviendas a pozos	21 a 30 metros	11 a 20 metros	1-10 metros
Presencia de manchas de petróleo	No	-	Si
Emanación de gases	12 pozos petroleros	25 pozos petroleros	50 pozos petroleros

No obstante, se determinó el factor de riesgo en la salud de los pobladores mediante la probabilidad que existe

entre la relación de los síntomas de las personas y la exposición a los pozos petroleros. García (2005), afirmó que la probabilidad de ocurrencia de un evento es el cociente entre la probabilidad de que ocurra el evento y la probabilidad de que no ocurra. Siendo las mediciones para el factor de riesgo: 1 (no existe probabilidad de riesgo), >1 (existe probabilidad de riesgo) y <1 (existe menor probabilidad de riesgo).

Finalmente, se determinó el riesgo ambiental, mediante un matriz basada por los resultados cruzados de las amenazas y vulnerabilidades (ver Tabla 3).

**Tabla 3:** Matriz de riesgos.

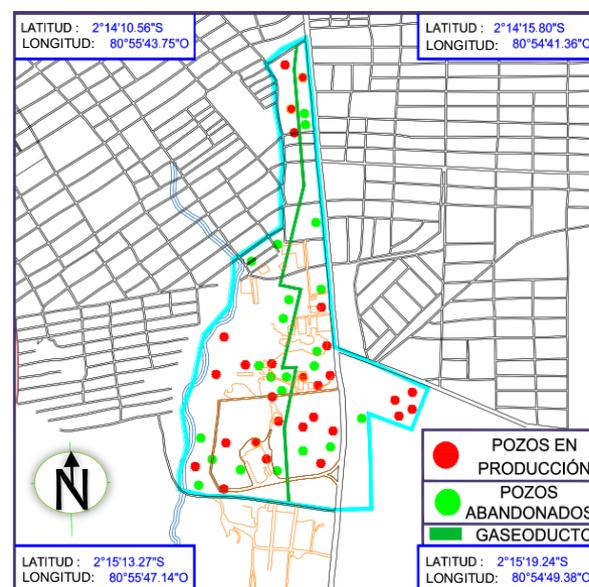
Riesgo \ Vulnerabilidad	Vulnerabilidad		
	Baja	Media	Alta
Baja	Baja	Baja	Media
Media	Baja	Media	Alta
Alta	Media	Alta	Alta

## 3. Discusión y resultados

### 3.1 Localización de pozos petroleros activos y suspendidos

Existen 50 pozos petroleros localizados en las instalaciones petroleras del sector de San Raymundo, 56% (28) de los pozos en producción y un 44% (22) de los pozos abandonados.

Por otro lado, el sector está atravesado norte-sur por el gaseoducto (ver Figura 2).



**Figura 2:** Localización de pozos petroleros en producción y abandonados del sector San Raymundo

### 3.2 Situación actual de pozos petroleros del sector San Raymundo

En la actualidad de los 22 pozos abandonados, 8 de ellos se encuentran sellados (36%), y el resto, no cuentan con sellos (64%).

Según las fichas técnicas del GAD de Salinas, se determina que 5 pozos petroleros (10% del total de pozos) presentan emanación de gases.

La distancia mínima según la ordenanza municipal del cantón Salinas que regula el uso del suelo y el desarrollo urbano en zonas de actividad hidrocarbúrica, es de 30 metros. El Sector San Raymundo en sus inicios fue catalogado como suelo industrial donde se llevaron a cabo actividades de extracción petrolera. De esta actividad quedan los pozos que se catalogan al efecto de nuestra investigación. Posteriormente, esta área fue ocupada por asentamientos humanos y en el año 2006 el gobierno municipal procedió a la legalización de las construcciones realizadas omitiendo el riesgo que tal acción conllevaba para los pobladores.

En un levantamiento de información del área aquí descrita, se cuantificó que el 22% de los pozos totales se encuentran ubicados en un rango de 1 a 10 metros de las viviendas, el 30% de ellos se encuentran entre 11 y 20 metros de distancia, el 40% entre 21 y 30 metros y el 8% de 31 metros en adelante; siendo estos últimos casos, los únicos que cumple la normativa legal vigente. (Ver Figura 3).

La información obtenida del estado de los pozos en cuanto a la señalética y los cerramientos de seguridad arroja que el 92% de los 50 pozos inventariados en el presente trabajo tienen cerramiento exterior. Por otro lado, el 64% de los pozos no tienen señaléticas, mientras que el 36% sí que la tienen en buen estado. (Ministerio de Energía y Minas, 2012) (Ver Figura 4).

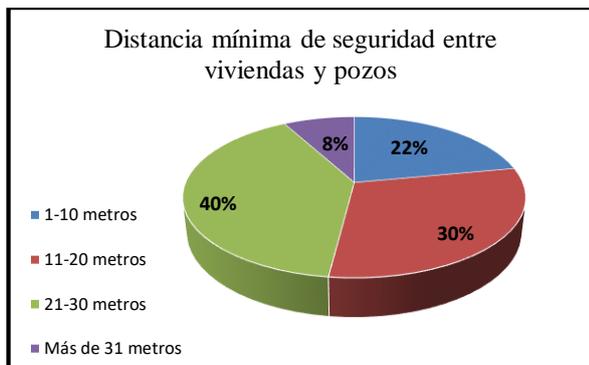


Figura 3: Porcentaje de cumplimiento de distancias de seguridad entre viviendas y pozos petroleros



Figura 4: Pozos del sector San Raymundo sin cercos ni señaléticas

### 3.3 Análisis de riesgo de la población del sector San Raymundo

Los datos de las encuestas a los pobladores del sector revelaron que, de 156 personas, 120 individuos presentaron sintomatología de intoxicación a través de cefaleas y mareos sin tener diagnosticada una enfermedad incapacitante o cuyos síntomas generen estados similares a los de intoxicación. Solo 6 de 46 personas expuestas a los pozos en un radio inferior al de seguridad (30 metros) no mostraron sintomatología alguna. Los resultados obtenidos tras el levantamiento de la información revelan que la afectación humana debe ser considerada, dado que los individuos que dicen tener malestares asociados son mayoritarios (77% total de afectados) sobre el total con independencia del radio de exposición (86% individuos expuestos y 72 % individuos no expuestos) (ver tabla 4).

No obstante, los datos de afección por los encuestados fuera de la zona de exposición se consideraron elevados para una zona segura según la normativa local. Todo ello apunta a que el radio mínimo de seguridad establecido no es suficiente. De hecho, comparado con otros países como Colombia el radio de seguridad mínimo es de 100 metros en el caso de viviendas y pozos de petróleo, 50 metros en el caso de viviendas a oleoductos (Art. 15 Resolución 11495 de 2009, Medidas en materia de exploración y Explotación de Hidrocarburos).

Por otro lado, la determinación del factor riesgo de salud de la población, con base en la relación sintomatología/ exposición a los pozos, arrojó valores mayores que 1 lo cual indica que existe factor de riesgo entre síntomas y exposición a pozos (García, 2016).

$$Probabilidad = \frac{(40/80)}{(6/30)} = 2,5\%$$

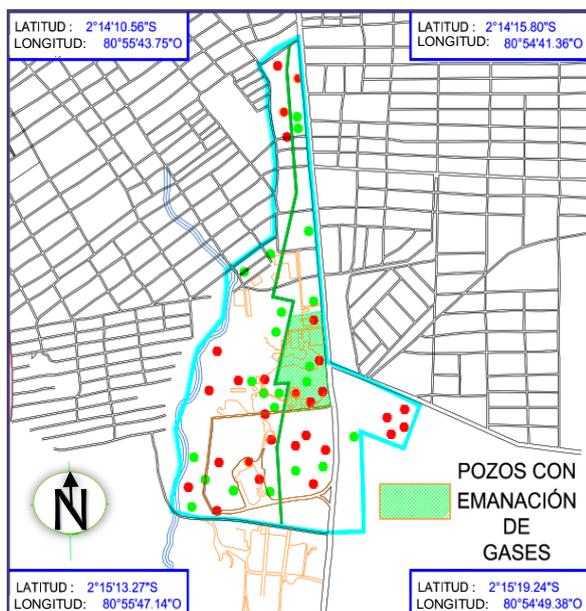
**Tabla 4:** Riesgo de salud de los pobladores del sector San Raymundo

Riesgo de salud			
	Expuesto a pozos	No expuestos	Total
Presencia de síntomas (dolor de cabeza, mareos)	40	80	120
Ausencia de síntomas	6	30	36
<b>Total</b>	<b>46</b>	<b>110</b>	<b>156</b>

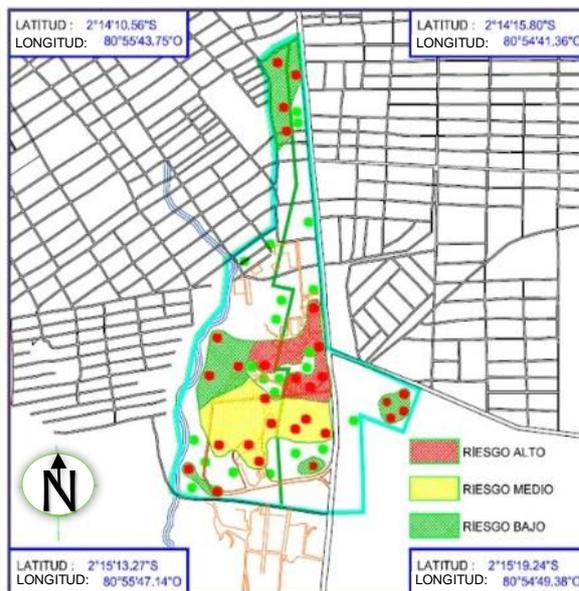
En las visitas técnicas realizadas al sector en estudio se identificaron diferentes manchas de una sustancia oleosa negra en el suelo alrededor de los pozos, lo cual fue identificado como vertidos asociados a la actividad de mantenimiento de los mismos.

Las fichas técnicas del GAD municipal del cantón Salinas, en cuanto a la evaluación de riesgo de los pozos de petróleo, cataloga 5 pozos petroleros ubicados en el Sector de San Raymundo como fuente de la emanación de gases tóxicos. Esta información fue corroborada con la observación “in situ” (ver Figura 5).

Finalmente, el mapa construido en base a la matriz de riesgo/vulnerabilidad descrita en el apartado de metodología, se puede observar como la zona de alto riesgo (rojo) coincide con el área con mayor afectación por parte de los pobladores, así como con el área donde las viviendas guardan una relación espacial menor con respecto a los pozos. (ver figura 6).



**Figura 5:** Localización de pozos petroleros con emanación de gases.



**Figura 6:** Mapa de riesgos debido a pozos petroleros en el Sector San Raymundo

### 3.4 Riesgos potenciales ambientales y de salud en el sector San Raymundo

Los riesgos potenciales ambientales detectados a partir de las fichas de los pozos, unido a la comparativa por observación directa proporcionan los siguientes resultados:

Cubierta vegetal seca en las áreas circundantes y próximas a los pozos petroleros, lo cual apunta a contaminación de suelos. Esto concuerda con las manchas oleosas detectadas bajo inspección visual en los pozos de petróleo (SPA033, SPA062, SPA071, SPA076, SPA204, SPA212, SPA217, SPA218, SPA256).

### 4. Conclusiones

Según las fichas del GAD de Salinas, hay contaminación en las zonas cercanas a los pozos (SPA033, SPA038, SPA042, SPA057, SPA076).

El 64% de los pozos abandonados no están sellados, siendo potenciales fuentes de contaminación.

El 92% de los pozos se encuentran en un rango inferior a la distancia de seguridad mínima indicada por la normativa.

El 86% de los individuos expuestos presentaron sintomatología compatible con intoxicación por contaminación ambiental de hidrocarburos.

El 77% de los individuos no expuestos presentaban sintomatología compatible con intoxicación por contaminación lo que indica que el radio de distancia mínima de seguridad es insuficiente.

### 5. Recomendaciones

Plan de actuación del GAD Municipal del cantón Salinas, sobre aquellos pozos abandonados no productivos próximos a viviendas y áreas infantiles:

- Sellado de pozos inactivos o reacondicionamiento de pozos contaminantes por parte de la empresa Pacifpetrol.
- Cerramiento de pozos petroleros en producción y abandonados.
- Remediación de suelos contaminados por concentraciones de hidrocarburos.
- Plan de ordenamiento territorial que excluya las zonas de riesgo potencial, sancionando el asentamiento ilegal sobre ellas.
- Capacitación periódica de riesgos a la población cercana.
- Revisión de las distancias mínimas de seguridad para núcleos poblacionales próximos a áreas industriales, bajo una comparativa internacional.

### Referencias bibliográficas

1. Agila, E., Colunga, C., González, E., y Delgado, D. (2014). Síntomas músculo-esqueléticos en trabajadores operativos del área de mantenimiento de una empresa petrolera ecuatoriana. *Ciencia & Trabajo*, 16, 198-205.
2. Álvaro, C., Arocena, L., Martínez, M., y Nudelman, N. (2017). Biodegradación aerobia de fracciones de hidrocarburos provenientes de la actividad petrolera en un suelo de la región Patagonia Norte, Argentina. *Revista internacional contaminación ambiental*, 33, 247-257.
3. Avellaneda, A. (2004). Petróleo, seguridad

ambiental y exploración petrolera marina en Colombia. *Íconos*, 9, 11-17. Banco Central del Ecuador. (2017). Reporte del sector petrolero. Recuperado de <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/Estadisticas/Hidrocarburos/ASP201609.pdf>

4. García, M. (2005). *Introducción a la teoría de la probabilidad I*. México D.F.: Fondo de cultura económica.
5. García, W., Luizaga, C., y Herbas, E. (2016). Análisis del riesgo ambiental producto de pasivos ambientales de YPFB, generados en la limpieza de contenedores en inmediaciones de la refinería Gualberto Villarroel (Cochabamba-Bolivia) y propuesta de medidas correctivas. *Acta Nova*, 7, 334-351.
6. Ministerio de Energía y Minas. (2012). Reglamento de operaciones hidrocarburíferas. Recuperado de <https://www.hidrocarburos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/06/Reglamento-Sustitutivo-del-Reglamento-de-Operaciones-Hidrocarburiferas-671.pdf>
7. Ortegón, E., Pacheco, J., y Prieto, A. (2005). *Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas*. Santiago de Chile: Cepal.
8. Pérez, B., Carrillo, E. (2000). *Desarrollo Local: Manual de uso*. Madrid: Esic.
9. San Sebastián, M., Armstrong, B., Stephens, C. (2001). La salud de mujeres que viven cerca de pozos y estaciones de petróleo en la Amazonía ecuatoriana. *Panamericana de salud pública*, 9, 375-384.
10. San Sebastián, M. (2000). *Informe Yana Curi: impacto de la actividad petrolera en la salud de poblaciones rurales de la Amazonía ecuatoriana*. Barcelona: Icaria.

### Anexos

#### Anexo 1. Ficha técnica de los pozos petroleros del cantón Salinas

Nombres del lugar de inspección: <b>SALINAS-ECUADOR</b>			Nombre del pozo: <b>SPA 207</b>		
Coordenadas: <b>17 M 0509555 UTM 9750670</b>			Elevación <b>6 m</b>	Estado del Pozo <b>BM</b>	
Fecha: <b>ENERO 10/ 2016</b>			Dirección: <b>NUEVA JERUSALÉN</b>		
<b>Evaluación de riesgo</b>					
Gases Tóxicos	Si No	<b>CAMPO PETROLERO EN AGOTAMIENTO ANCON DECLARADO PATRIMONIO CULTURAL</b>			
Deslizamiento <b>NO</b>	Canal <b>SI</b>	Erosión <b>SI</b>	Riachuelos <b>NO</b>	Observación: Pozo productor por bombeo mecánico portátil	
Dificultades exógenas a las operaciones de explotación: Cuando llueve fuerte					

Foto 3. Pozo SPA 207

**Anexo 1. Ficha técnica de los pozos petroleros del cantón Salinas (continuación)**

Detalle de instalación en operación:			Detalle de instalación en abandono:		
Pozo en producción			Pozo en abandono		
	Si	No		Si	No
Casing	/		Casing		
Balancín	/		Cementado		
Líneas de Producción	/		Otros		
Contrapozo	/				
Cerramiento	/				
Líneas de descarga	/				
<b>Seguridad del pozo</b>			<b>Viviendas Aledañas.</b>	Observación General:  Cerramiento incompleto	
Radio de Seguridad.	<b>30 m</b>	Casas de un piso			
Radio de amortiguamiento	<b>12 m</b>	casas de dos pisos			
Señaléticas	/				
Elaborado por: Juan Soto – Ricardo Panchana – Jim Bazan			Revisado por: Bióloga. Jenny Escandón	Aprobado por: Ing. Clara Panchana	

**Anexo 2. Ordenanza municipal que regula el uso del suelo y el desarrollo urbano en zonas de actividad hidrocarburífera en el cantón Salinas**

**Artículo 1.-** Disponer que previo a la creación de lotizaciones, urbanizaciones, manzanas y/o solares para uso habitacional, comercial o industrial, se emitan los informes de las Direcciones de Planificación y Gestión Ambiental, los que tendrán en consideración las disposiciones de la Ley de Hidrocarburos y sus reglamentos, así como las de la Ley de Gestión Ambiental y el Reglamento Ambiental para las operaciones hidrocarburíferas en el Ecuador (RAHOE).

**Artículo 2.-** Disponer que previo al otorgamiento del permiso de construcción obligatorio, para edificaciones ubicadas en áreas de actividad hidrocarburífera, se deberá observar de manera obligatorio las siguientes condiciones de uso y de edificabilidad:

- a) En los solares cercanos a los pozos e instalaciones de producción, queda expresamente prohibido el uso del suelo para actividades peligrosas como: talleres electromecánicos; almacenamiento y expendio de combustibles, de productos químicos y materiales explosivos; y, las demás que considere la autoridad competente.
- b) Las distancias de seguridad serán de 30 metros de radio alrededor del eje del pozo e instalaciones de producción que garantice el libre acceso y, 15 metros a cada lado del eje de los ductos de transporte de hidrocarburos.
- c) Adicionalmente a las zonas de seguridad mencionadas en el literal b) se constituirá una zona de amortiguación de 20 metros en la cual se permitirá una máxima densidad habitacional de 120 hab/Ha. y la edificación autorizada será de una planta.