

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS SISTEMAS DE
INSTALACIÓN DE PILOTES DE SOPORTE EN EL CAMPO
PETROLERO “CAMPO RUBIALES” - META**

Laura Marcela Gómez García

UNIVERSIDAD EL BOSQUE

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL

CANADIAN ANCHORS S.A.S

TRABAJO DE GRADO

Presentado como requisito para obtener el título de

INGENIERIA AMBIENTAL

Bogotá D.C., Mayo de 2013

UNIVERSIDAD EL BOSQUE

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS SISTEMAS DE
INSTALACIÓN DE PILOTES DE SOPORTE EN EL CAMPO
PETROLERO “CAMPO RUBIALES” - META**

CANADIAN ANCHORS S.A.S

Director: Ing. Rubén Darío Tamayo

Coodirector: Ing. Kenneth Ochoa

Bogotá D.C., Mayo de 2013

“La Universidad El Bosque, no se responsabiliza de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velará por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia”.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a todas las personas que participaron en la investigación realizada, ya que invirtieron tiempo y conocimiento para ayudarme a completar mi proyecto académico. Mi agradecimiento a mis directores y codirectores académicos y empresariales.

Agradecerles a todas aquellas personas que sin esperar nada a cambio compartieron conversaciones llenas de conocimiento y diversión. Mi agradecimiento a mi familia, por su apoyo incondicional a lo largo de este trayecto.

A todos aquellos que durante cinco años que duró este sueño lograron convertirlo en una realidad. A mis amigos y compañeros de estudio que, de un modo u otro, han respaldado este esfuerzo.

Gracias.

DEDICATORIA

“Un sueño no se convierte en realidad a través de la magia, sino a través del sudor, determinación y trabajo duro”. -Colin Powell

Dedico este trabajo de grado a mis padres que creyeron en mí y me sacaron adelante con ejemplo de vida y valores que me hicieron entregar todo por mi carrera y mis sueños. Gracias por haberme fomentado el deseo de superación y el anhelo de triunfar en la vida.

En especial a una persona que hizo parte esencial de este proceso regalándome bendiciones desde el lugar donde se encuentra. Para él que fue uno de sus grandes sueños e ilusiones. Mi respeto, amor y agradecimientos.

Finalmente a todos los que colaboraron con mi formación profesional y con la realización de este trabajo de grado.

Tabla de contenido	Pág
1. Introducción	7
2. Justificación.....	8
3. Objetivos	9
3.1 General.....	9
3.2 Específicos	9
4. Marco de referencia.....	10
4.1. <i>Marco de antecedentes</i>	10
4.2. <i>Marco conceptual</i>	11
4.3. <i>Marco teórico</i>	12
4.4. <i>Marco demográfico</i>	17
4.5. <i>Marco cartográfico</i>	19
4.6. <i>Marco institucional</i>	21
4.6 <i>Marco legal</i>	22
5 . Metodología	26
5.1 <i>Diseño de metodología</i>	26
6. Resultados.....	28
6 .Análisis y discusión de resultados.....	35
7 .Conclusiones	38
8 .Recomendaciones.....	39
Bibliografía	40

ÍNDICE DE TABLAS

Pág

Tabla 1 Marco legal.....	25
Tabla 2 Diseño metodológico.....	27
Tabla 3 Matriz DOFA de la instalación manual de pilotes de soporte.....	29
Tabla 4 Matriz DOFA en la instalación mecánica de pilotes de soporte (nueva tecnología).....	30
Tabla 5 Valoración de la Matriz de EIA	31
Tabla 6 Matriz de Estudio de Impacto Ambiental para la instalación manual de pilotes de soporte.....	32
Tabla 7 Matriz de Evaluación de Impacto Ambiental para la instalación mecánica de pilotes de soporte (nueva tecnología)	33

INDICE DE ILUSTRACIONES

Pág

Ilustración 1 Diagrama de procesos del sistema de instalación manual de pilotes de soporte.....	14
Ilustración 2 Diagrama de procesos del sistema de instalación mecánica de pilotes de soporte (tecnología nueva)	15
Ilustración 3 Ubicación espacial del Departamento del Meta en Colombia.....	20
Ilustración 4 Área de explotación Campo Rubiales, Meta	21
Ilustración 5 Pirámide de Kelsen para Colombia	23

Análisis comparativo de los sistemas de instalación de pilotes de soporte en el campo petrolero “Campo Rubiales” – Meta

Resumen

La instalación de pilotes de soporte se ha realizado durante años en el área de la ingeniería civil para la construcción de cimientos en estructuras. En el sector petrolero los pilotes de soporte aseguran la extracción, transporte y distribución del crudo, razón de ser de la industria petrolera en el país.

Esta instalación se ha realizado tradicionalmente de manera mecánica con un par de maquinaria pesada, un tiempo promedio de seis horas de instalación, costos aproximados de USD 100 y el uso de 7-10 personas en campo. El sistema de instalación de estos pilotes ha venido presentando algunos problemas de orden ambiental; según la última licencia ambiental dada en el año 2012 donde las intervenciones en ecosistemas sensibles como los *Moriches de palma* tienen restricciones para no ser vulnerados ni afectados.

Dada la restricción ambiental donde especifica que estos ecosistemas son objeto de conservación por tener directa conexión con los cuerpos de agua. Durante algunos meses se ha venido realizando la instalación de pilotes de forma manual; donde las condiciones de instalación son totalmente diferentes; se realiza con el uso de unidades de cemento y poleas para hincar, un tiempo promedio de 24 horas de instalación, costos de 1.000 USD y el uso de 10-17 personas en campo.

Es por eso que la búsqueda de nuevas tecnologías para la instalación de pilotes se hace cada vez más urgente. En medio de esta búsqueda, las tecnologías extranjeras que tienen más experiencia y optimización de procesos a través de los años, son el camino por donde las grandes compañías petroleras están enfocadas. La empresa Canadian Anchors SAS que presta servicios de instalación de pilotes/anclajes en el sector petrolero brinda a partir de tecnologías canadienses oportunidades para este sector. Canadian Anchors SAS hace uso de la maquinaria que realiza la instalación de pilotes de forma respetuosas con el ambiente, utilizando de 2 -3 personas en campo, optimizando tiempo y materia prima.

Todas estas oportunidades que se dan desde el punto de vista ambiental, son las razones por las cuales se desarrolla y fundamenta este trabajo de grado. Esta investigación está enfocada en la realización de un Estudio de Impacto Ambiental para desarrollar de manera matricial un análisis a los dos tipos de modalidades en la instalación de pilotes de soporte en el campo petrolero “Campo Rubiales”, y así, determinar los impactos negativos existentes en cada una, y realizar una comparación de las dos tipologías para determinar cuál es más adecuada en el desarrollo de esta actividad desde el punto de vista ambiental. En el desarrollo de esta evaluación se determinará de manera primaria los factores ambientales que están involucrados con las actividades de la instalación, por medio de la *Matriz DOFA* y después serán evaluados cuantitativamente a partir de adaptaciones de modelos matriciales como la *Matriz de Evaluación de Leopold*.

1. Introducción

En la industria petrolera existen muchas actividades que se desarrollan con base en las obras civiles, tales como la construcción de plataformas, el transporte de crudo y agua, el manejo de carreteras dentro de los campos petroleros y las instalaciones de campamentos. Son un sin número de actividades las cuales generan impactos ambientales. Las operaciones de ingeniería civil en el sector petrolero tienen impactos negativos significativos como se señala en el Estudio de impacto ambiental y sociocultural de empresa METOR S.A, donde se destaca entre otros, la “remoción de capa vegetal, movimiento de tierra, emisión de gases de combustión y material particulado y generación de ruido” (2002), como elementos prioritarios en la evaluación de este tipo.

Según Elizabeth Bravo de Oliwatch, en el informe “Impactos de la explotación petrolera en América Latina” (2005) se puntualiza lo siguiente:

Todas las otras fases de las operaciones petroleras requieren la construcción de infraestructura como plataformas de perforación, campamentos, pozos, así como la apertura de carreteras de acceso, helipuertos, oleoducto y líneas secundarias, lo que genera deforestación por dos causas: primero porque se clarea el bosque para instalarlas, y segundo para su empalizadas con miles de tablones, extraídos de los bosques aledaños. Un impacto indirecto de la construcción de las carreteras es que estas constituyen una puerta abierta a la colonización (Bravo, 2005).

Por eso, es importante determinar que con base a lo establecido en las directrices de la empresa, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es la opción que genera menos impactos negativos al ambiente por el uso de pilotes de soporte en el campo petrolero “Campo Rubiales”- Meta?

Para la instalación de pilotes soporte de las estructuras portantes de las tuberías (ø 24” – 36”) es prioritario entender cómo se realiza este hincamiento de manera manual generando riesgos en las dimensiones social, económica y ambiental. El proceso mecánico es una de las soluciones que se manejó por el departamento de obras civiles de la empresa Pacific Rubiales Energy, donde se realizaban las instalaciones de pilotes con el uso de equipos especializados, y en lugares donde se permitiera el ingreso y la intervención sin restricciones. Sin embargo, a partir de la expedición de la última licencia ambiental (Resolución 0237 de 2012) se dieron algunas restricciones ambientales en los ecosistemas de bosques de galería y morichales de palma, donde se limita la intervención y perturbación en los ecosistemas para su protección, resaltando el valor que tiene a nivel ambiental- Esta es una de las razones por las cuales se han generado complicaciones con el procedimiento de manera mecánica, y se ha optado por recurrir a la metodología manual.

Posterior a esto, se plantearon soluciones para reducir los impactos negativos al ambiente como, enfermedades laborales, factores de riesgo, sobrecostos, afectación al ecosistema y sobreexplotación laboral. Mediante una nueva tecnología que es desarrollada en Canadá y Norteamérica, la cual se está adaptando paulatinamente en el país, busca solucionar algunos problemas de este tipo que se han venido incrementando a través del tiempo.

2. Justificación

Las obras civiles en el sector petrolero son fundamentales para el transporte y distribución del hidrocarburo. Basados en esta premisa es importante considerar los impactos que se generan a nivel ambiental, social y económico en diferentes metodologías de instalación de pilotes para evidenciar algunas inconsistencias en el proceso como son las enfermedades laborales, factores de riesgo, sobre costos, afectación al ecosistema y sobre explotación laboral.

La justificación y los beneficios de este trabajo se evidencian en tres puntos importantes: el primero de ellos está enfocado hacia la economía, generando beneficios en la reducción del número de incapacidades laborales del personal, el desperdicio de materia prima y reducción de gastos por nómina, ya que cuando se incapacita un trabajador, por políticas empresariales los que no laboran deben ser pagados y además, ser reemplazados por otra persona a quien también se le paga por su trabajo.

El segundo de ellos es el nivel ambiental reduciendo la deforestación de aproximadamente de 225m² por pilote, ya que para el proceso se hace uso de 16 personas que entierran pilotes entre 12 y 18 metros de longitud a rechazo, esto quiere decir que se hinca hasta que el mismo suelo comience a devolver el pilote (Moreno, 2013). También beneficia en la reducción de residuos sólidos generados por el personal que labora y consecuentemente la contaminación atmosférica e hídrica.

Y el tercer punto a nivel social la disminución de enfermedades laborales causadas por exposiciones a temperaturas altas, trabajo forzoso y horas extras de trabajo entre otras, generan riesgos relacionados con la salud ocupacional.

Finalmente un beneficio que está ligado directamente con los niveles económico y social es la reducción del tiempo de instalación y los aportes de tecnologías limpias y nuevas al sector.

3. Objetivos

3.1 General

Determinar cuál de los dos sistemas de instalación de pilotes de soporte en el campo petrolero “Campo Rubiales” ubicado en el departamento del Meta, posee menos impactos ambientales negativos.

3.2 Específicos

- Establecer los factores ambientales que se involucran en la actividad de instalación de pilotes de soporte.
- Evaluar mediante métodos matriciales los impactos ambientales de cada uno de los sistemas usados en la instalación de pilotes de soporte.
- Realizar una comparación donde se evidencie el sistema que reduzca significativamente los impactos ambientales negativos en la instalación de pilotes de soporte.

4. Marco de referencia

4.1. Marco de antecedentes

A nivel global podemos encontrar algunos estudios relevantes en el área de los hidrocarburos donde se han realizado estudios de impacto ambiental para proyectos relacionados en el área costera. En ellos se afirma que existe una estrecha relación entre el hincamiento de pilotes y el deterioro de la estructura marina. Sin embargo cabe aclarar que aunque las instalaciones de los pilotes de soporte tienen la misma metodología y los mismos resultados, es importante destacar que los impactos no son similares, ya que estamos hablando de ecosistemas totalmente diferentes, con características bióticas y atmosféricas endémicas.

Esta relación se presenta en el estudio contratado por PETRO TECH Peruana S.A (2009) citado a continuación:

Se entiende por Integración del Fondo Marino a la estructura que conforma el lecho, sus sustratos inferiores y su capacidad portante y por otro lado las geoformas dadas por fondos duros y sedimentos no consolidados. La integridad de dicha estructura será impactada por la acción de hincado de los pilotes en el fondo (Environmental Resources Management Perú, 2009).

Otro ejemplo donde también se muestran impactos negativos al ambiente está en la ciudad de Puerto Vallarta, México donde se concluye que la instalación de pilotes en muelles turísticos genera aumento en los residuos sólidos, como se destaca:

Para las etapas de hincado de pilotes, armado y colocación de la obra, los residuos sólidos se generan de materiales del muelle existente, además de los residuos sólidos producidos por los trabajadores, las aguas residuales serán sanitarias, y las emisiones a la atmósfera provendrán de la combustión, polvo y ruido de la máquina (Banco Internacional S.A IBM GF BITAL y/o John Harvey Moore, 2003).

En la instalación de pilotes en el área de construcción también se han realizado estudios donde se evidencia la afectación a nivel auditivo, y respiratorio (SEMARNAT, 2001).

Ahora bien los impactos negativos en el ambiente que produce la instalación manual de estos pilotes, por ejemplo en el manejo de un pilote estándar que tiene una longitud de 15 metros o más necesita un patio de maniobra entre los 225 – 300 m². Si se tiene un terreno de 150 km de longitud que se daría en un proyecto aleatorio el daño sería aproximadamente de 45.000.000 m².

Además el transporte de pilotes de gran longitud obliga a crear carreteras de tercera categoría y sin bases adecuadas de mayores áreas con su consecuente deterioro y posterior deforestación, asociado a un daño para la capa vegetal. Igualmente estos caminos tienen en su superficie zanjas que en temporada de lluvia generan estancamiento de aguas y proliferación de insectos que posteriormente serán foco de infecciones y enfermedades en el campo (Tamayo, 2013).

Todo esto ha sido un tema de interés para este trabajo de grado. Para determinar con certeza los impactos generados por esta actividad y además generar ideas que nos ayuden a desempeñarnos de manera diferentes teniendo como prioridad el ambiente y las personas.

4.2. Marco conceptual

Para la comprensión de este tema, es pertinente definir algunos términos básicos, definición de conceptos y variables, como:

- Pilote: Pieza gruesa y larga de madera, hierro o concreto, que se clava en la tierra para asegurar los cimientos de un edificio o de otra construcción (The free dictionary by farlex, 2012).
- Análisis comparativo: Estudio de ejemplares del mismo grupo pero que difieren en algunos aspectos. Estas diferencias son el foco de la investigación. (Rotion, 2007)
- Instalación manual de pilotes: Estos elementos son colocados verticalmente sobre la superficie del terreno y posteriormente hincados a base de golpes de martinete, eso hace que el elemento descienda, penetrando al terreno, tarea que se prolonga hasta que se alcanza la profundidad del estrato resistente y que produzca rechazo del suelo (Instituto Universitario Politécnico "Santiago Mariño", 2012).
- Estudio de impacto ambiental: Es un instrumento para la toma de decisiones y para la planificación ambiental que la autoridad ambiental exige para definir las correspondientes medidas de prevención, corrección, compensación y mitigación de impactos y efectos negativos de un proyecto, obra o actividad (Ministerio del Medio Ambiente, 2002).
- Impacto ambiental negativo: Que es aquel cuyo efecto se traduce en pérdida de valor naturalístico, estético-cultural, paisajístico, de productividad ecológica o en aumento de los perjuicios derivados de la contaminación, de la erosión o colmatación y demás riesgos ambientales en discordancia con la estructura ecológico-geográfica, el carácter y la personalidad de una zona determinada (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable).

4.3. Marco teórico

Se denomina pilote a un elemento constructivo utilizado para cimentación de obras, que permite trasladar las cargas hasta un estrato resistente del suelo y cuando este se encuentra a una profundidad tal que hace inviable, técnica o económicamente, una cimentación más convencional mediante zapatas o losas.

Tiene forma de columna colocada en vertical en el interior del terreno sobre la que se apoya el elemento que le trasmite las cargas (pilar, encepado, losa...) y que trasmite la carga al terreno por rozamiento del fuste con el terreno, apoyando la punta en capas más resistentes o por ambos métodos a la vez.

Principio de funcionamiento: Los pilotes transmiten al terreno las cargas que reciben de la estructura mediante una combinación de rozamiento lateral o resistencia por fuste y resistencia a la penetración o resistencia por punta. Ambas dependen de las características del pilote y del terreno, y la combinación idónea es el objeto del proyecto. Para un pilote circular, hormigonado in situ y apoyado cuya punta inferior está sobre un estrato de resistencia apreciable la carga de hundimiento vienen dada por:

$$N_u = \mu(\pi\phi) \left(qH + \frac{\gamma H^2}{2} \right) + \frac{\pi\phi^2}{4} \sigma_t$$

Dónde:

H, ϕ = altura y diámetro del pilote.

q = sobrecarga [kN/m^2] sobre la base de cimentación del pilotaje.

γ, μ = peso específico del terreno y coeficiente de rozamiento terreno-pilote.

σ_t = presión admisible sobre el estrato en que se apoya la punta del pilote.

Cabe señalar que, como en todo trabajo relacionado con la ingeniería geotécnica, existe cierto grado de incertidumbre en la capacidad final de un pilote. Es por esto que buena parte de la investigación que se viene desarrollando en este campo tiene que ver con métodos que permitan hacer un control de calidad a bajo costo del pilotaje antes de aplicar las cargas, que implica la movilización de equipo pesado que contribuye al deterioro de la zona de trabajo. El método más obvio aunque el más costoso es hacer una prueba de carga. Como métodos alternativos podemos mencionar: pruebas de resonancia, prensa hidráulica de Osterberg, pruebas de análisis de ondas, pruebas sísmicas (Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. Universidad Politécnica de Madrid, 2003).

En muchos casos las teorías que permiten estimar la resistencia de fuste y la resistencia de punta son de tipo empírico. Es decir, son el resultado de un análisis estadístico del comportamiento de ciertos pilotes en determinadas condiciones de terreno. Por lo tanto, es sumamente importante conocer el origen y las condiciones bajo las cuales determinadas fórmulas de cálculo son válidas. (Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. Universidad Politécnica de Madrid, 2003)

Los dos tipos de sistemas de instalación de pilotes de soporte en los cuales se fundamenta este trabajo son:

-El sistema de instalación manual de pilotes:

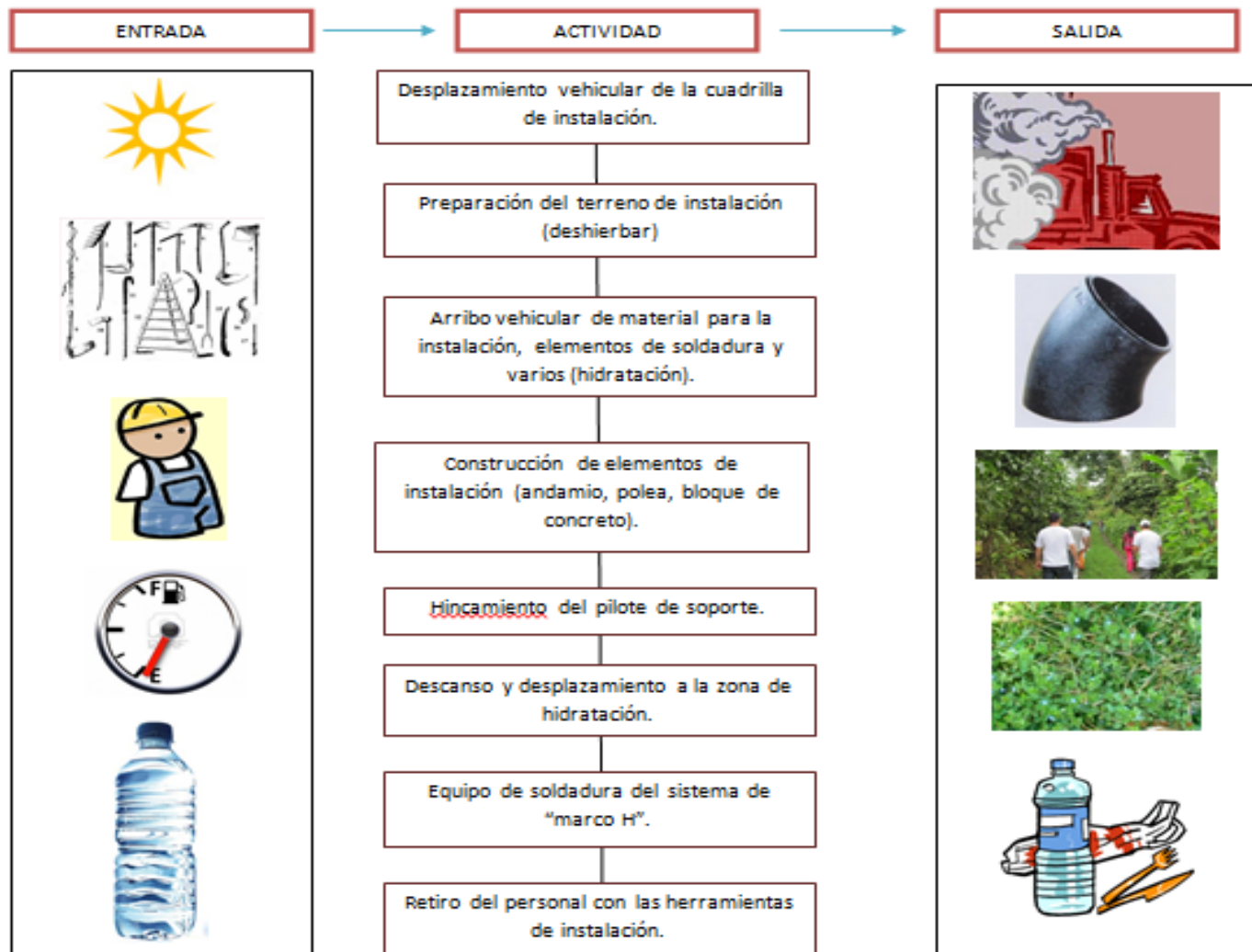


Ilustración 1 Diagrama de procesos del sistema de instalación manual de pilotes de soporte.

Fuente: Autor del trabajo

- Sistema de instalación mecánica de pilotes de soporte (tecnología extranjera):

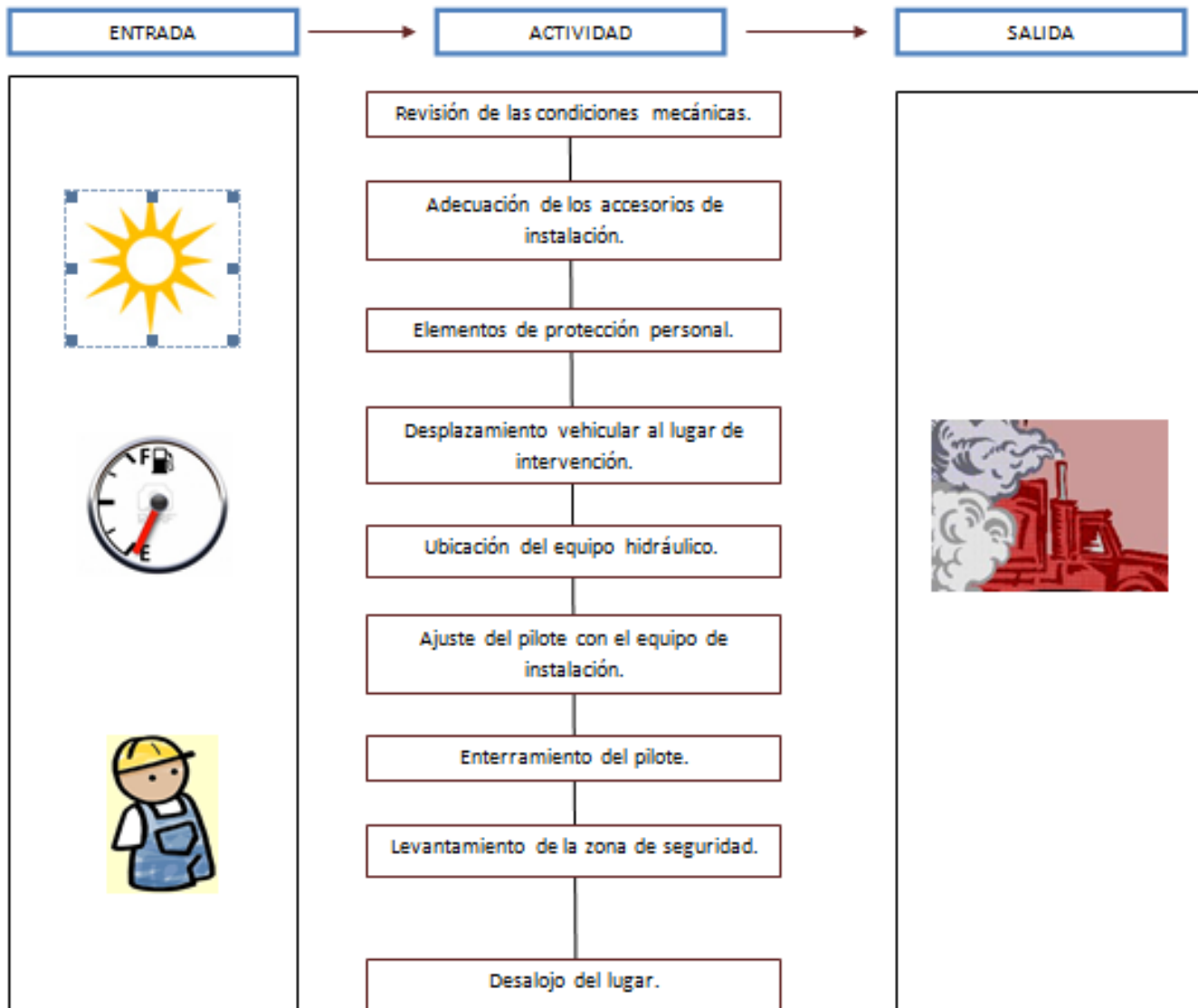


Ilustración 2 Diagrama de procesos del sistema de instalación mecánica de pilotes de soporte (tecnología nueva).

Fuente: Autor del trabajo

Por otro lado es importante resaltar los Estudios de Impacto Ambiental los cuales son un procedimiento técnico cuyo objeto es identificar, predecir e interpretar los perjuicios ambientales de un proyecto o actividad, con el fin de rechazar dicho proyecto por parte de la autoridad correspondiente.

“El propósito del EIA es animar a que se considere el medio ambiente en la planificación y en la toma de decisiones para, en definitiva, definir acciones más compatibles con el ambiente. Desarrollar soluciones sostenibles a muchos problemas de conservación originados de esta forma, para lo que es necesario involucrar a los tomadores de decisiones y diferentes sectores económicos para lograr la identificación de medidas para frenar el impacto de los procesos de desarrollo” (INGTEC Colombia E.U, 2000).

El estudio de impacto ambiental es un instrumento para la prevención, ya que se aplica a proyectos de determinadas obras, instalaciones o actividades, con carácter previo a su aprobación y ejecución. Se pretende también que se aplique anticipadamente sobre planes y programas sectoriales, urbanísticos, de infraestructura y otros (2000).

Existe un gran número de Métodos para la Evaluación de Impactos ambientales, muchos de los cuales han sido desarrollados para proyectos específicos como la evaluación en sectores agropecuarios o procesos de industrias, lo cual invalida el uso, por la no adaptabilidad a las necesidades.

Se dividen en dos grandes grupos de técnicas para la evaluación de impactos. Los métodos tradicionales que están basados en términos monetarios como el caso de costo/beneficio, cuya principal limitante es la dificultad que representa el establecer valoración económica los diferentes factores que definen la calidad del medio.

Los métodos cuantitativos consisten en la aplicación de escalas valorativas para los diferentes aspectos, medidos originalmente en sus respectivas unidades físicas. En estos se diferencian dos grupos, el primero permite la identificación y síntesis de los impactos (listas de chequeo, matrices, redes, diagramas, métodos cartográficos) y el segundo grupo incorpora, de forma, efectiva, una evaluación pudiendo explicitar las bases de cálculos (batelle, hoja de balance y matriz de realización de objetivos).

Para el desarrollo de la metodología se va a tener en cuenta los métodos cualitativos, que pertenecen a la identificación y síntesis de impactos por medio de los métodos matriciales (Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, 2008).

“Los métodos matriciales son técnicas bidimensionales que relacionan acciones con factores ambientales; son básicamente de identificación. La modalidad más simple de estas matrices muestra las acciones del proyecto en un eje y los factores del medio a lo largo del otro. Cuando se prevé que una actividad va a incidir en un factor ambiental, éste se señala en la celda de cruce. Uno de los métodos matriciales más conocido es el de la *Matriz de Evaluación de Leopold* (Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, 2008).

La matriz de Leopold es utilizada con mayor frecuencia en los Estudios de impacto ambiental porque identifica las interacciones existentes entre las actividades y los factores ambientales, identificación de carácter positivo o negativo. “Aunque son ideales en la evaluación de proyectos basados en la agricultura por que evalúan las diferentes actividades desde la preparación del terreno hasta el abandono de las tierras es innegable que es uno de los modelos de matrices más completos que visualiza los diferentes factores ambientales que pueden ser afectados de manera benéfica o adversa” (Linares, 2013).

4.4. Marco demográfico

El campo petrolero más grande del país se encuentra ubicado en el municipio de Puerto Gaitán, Meta, uno de los municipios que producen mayor aporte económico al país. El desarrollo está basado principalmente en la comunidad que lo rodea, es por esta razón que se hace oportuna la explicación de las condiciones demográficas del municipio.

Según el Censo de 2005 se contabilizaron 17.850 habitantes en el municipio, de los cuales el 43,21% de la población es indígena representada por las etnias Sikuani, Piapoco y Sáliba.

Como se evidencia, cerca de la mitad de la población del municipio es indígena y se encuentra en altas condiciones de pobreza y vulnerabilidad, debido principalmente a los altos costos que implica la adecuación de sus tierras para ser aptas para la agricultura y a la dificultad para proporcionarse una alimentación adecuada, situación que afecta principalmente a la población infantil. Cerca del 53% de la población del municipio es menor de 18 años. (Secretaría de Planeación y Desarrollo Territorial del Meta, 2008)

- *Necesidades Básicas Insatisfechas:*

Los índices de necesidades básicas insatisfechas (NBI) son altos (40.05% en la cabecera) 1.9 veces mayor que la del Meta y 2 veces más que la del país. Los indicadores simples que se tienen en cuenta en este caso son: vivienda inadecuada, hacinamiento crítico, servicios inadecuados, hogares con alta dependencia económica de un solo miembro de la familia, hogares con niños en edad escolar que no asiste a la escuela (Secretaría de Planeación y Desarrollo Territorial del Meta, 2008).

El aumento de distintas anomalías de índole social como la violencia intrafamiliar, la separación de las parejas, la prostitución de menores, la drogadicción y el alcoholismo, la debilidad de las distintas organizaciones y la falta de interés por la participación.

La población de las etnias Sikuani, Piapoco y Sáliba, se agrupa en nueve resguardos y cerca de 70 comunidades dispersas. Ante la falta de alternativas, algunas comunidades han sido inducidas hacia los cultivos ilícitos que no les reporta ningún beneficio real.

- *Educación:*

La educación es el factor más importante de una sociedad para promover el desarrollo que debe ser aprovechado para iniciar proyectos de la equidad y la convivencia pacífica.

El municipio tiene un cubrimiento importante en educación tanto en el área urbana como rural; se presentan varios cuestionamientos a la hora de evaluar la calidad, según el informe de la Secretaría de planeación y desarrollo territorial “Unidos gana el Meta” en el 2008. El porcentaje de analfabetas está alrededor del 18.6% en el área rural y urbana, pero en comparación con las comunidades indígenas.

El incremento de la demanda en educación está por encima de lo esperado, lo cual se origina por la creciente inmigración a la cabecera municipal debido a la explotación petrolera y al desplazamiento forzado por la violencia (Secretaría de Planeación y Desarrollo Territorial del Meta, 2008).

De otra parte, el municipio carece de educación no formal y técnica para responder a la demanda de las distintas empresas petroleras y agropecuarias que se están instalando en la región (Secretaría de Planeación y Desarrollo Territorial del Meta, 2008).

- *Vivienda:*

La vivienda constituye la principal necesidad de las familias del municipio, teniendo en cuenta que son varias las que viven en arriendo o tienen viviendas en malas condiciones.

“Según las cifras del DANE (2005) en el área urbana hay 1.434 viviendas y 1.586 hogares; en el área rural, mientras tanto, se encuentran 1.500 viviendas y 1.522 hogares; el promedio de personas por vivienda es de 4.4 para la urbana y 6 para la rural.

En el sector urbano las viviendas se clasifican en los estratos 1, 2 y 3; el material predominante es el bloque de cemento con techo de zinc y piso en concreto; sin embargo, es considerable el número de viviendas con techo en palma de moriche, piso en tierra pisada y paredes en adobe” (Secretaría de Planeación y Desarrollo Territorial del Meta, 2008).

En las comunidades indígenas (sin desconocer sus costumbres) las condiciones de vivienda son cada vez más críticas, teniendo en cuenta que los materiales que tradicionalmente utilizan, han empezado a escasear, especialmente el moriche, sin contar con las consecuencias ambientales que ello acarrea (Secretaría de Planeación y Desarrollo Territorial del Meta, 2008).

- *Servicios públicos:*

Los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo en el área urbana, son prestados por la empresa de servicios públicos que es un ente oficial llamada “Perlas de Manacacias E.S.P”.

“El acueducto, la cobertura actual en el área urbana es del 95% (1.331 usuarios). El alcantarillado, la cobertura de alcantarillado sanitario en el área urbana es del 80% (1.145 usuarios). No se cuenta con planta de tratamiento de aguas residuales. No se cuenta con el sistema de alcantarillado de aguas lluvias. Servicio de aseo, la cobertura en el área urbana es del 100% (1.650 usuarios). El alumbrado público, la prestación del servicio de alumbrado público en el municipio es aún deficiente, pues falta ampliar redes e instalar lámparas y otros aditamentos en muchas calles del casco urbano. La telefonía, en el área

urbana se cuenta con 790 líneas; en algunas inspecciones se dispone del servicio telefónico satelital (Secretaria de Planeación y Desarrollo Territorial del Meta, 2008).

Dentro de los aspectos económicos una de las bases fuertes se encuentra en el sector petrolero. El municipio que mayor producción reportó para el año 2008 fue Puerto Gaitán con un 68% del total producido por el departamento.

Se ha presentado un aumento en la perforación de pozos en el departamento puesto que ECOPETROL incremento de 21 a 41 pozos, con lo cual se espera incrementar la producción de crudo” (Secretaria de Planeación y Desarrollo Territorial del Meta, 2008).

Según el informe “Unidos por el Meta” de la Secretaria de Planeación y Desarrollo Territorial en el año 2008 el incremento de las regalías representó el 53% con respecto al 2007, esto se debe gracias al incremento de la producción y del precio del barril de aproximadamente US\$100 por barril (2008).

4.5. Marco cartográfico

El campo petrolero de Rubiales es el nombre dado a las concesiones productoras Rubiales y Piriri, sus coordenadas 3°48'36.32"N 71°26'10.92"O, lo sitúan en la cuenca de los Llanos, a 465 km de Bogotá, en el departamento del Meta, posee bosques de áreas combinadas con un área aproximada de 569 km². La ciudad más cercana es Puerto Gaitán (Meta) situada de 167 km en noreste del campo. Las concesiones de Piriri y Rubiales están rodeados por el Contrato de Asociación Quifa, que es un bloque de exploración con una superficie aproximada de 1.529 km². (Rojas, 2009).

La ubicación, las condiciones meteorológicas y la complejidad de la geología hacen que sea un campo difícil pero gratificante, en el cual las oportunidades de producción de hidrocarburo son altas.

Como acciones sociales y de medio ambiente, el Campo Rubiales tiene como proyecto bandera la Escuela Nueva Rubiales donde estudian 65 niños de las comunidades cercanas, de los cuales más de la mitad permanecen internos durante la semana. Muchos de los niños pertenecen a la comunidad étnica Guajiba que habita en ciertos sectores del Campo Rubiales.

Campo Rubiales tiene proyectos para la protección y reparación en el orden ambiental y viene trabajando en un proyecto de forestación de las zonas utilizadas para la explotación y producción. La siembra de un porcentaje elevado de árboles en diferentes zonas, se evidencian en los programas de “Trabajar en armonía con el medio ambiente” (Moreno, 2013).



Ilustración 3 Ubicación espacial del Departamento del Meta en Colombia.

Fuente: (Google Inc., 2013)

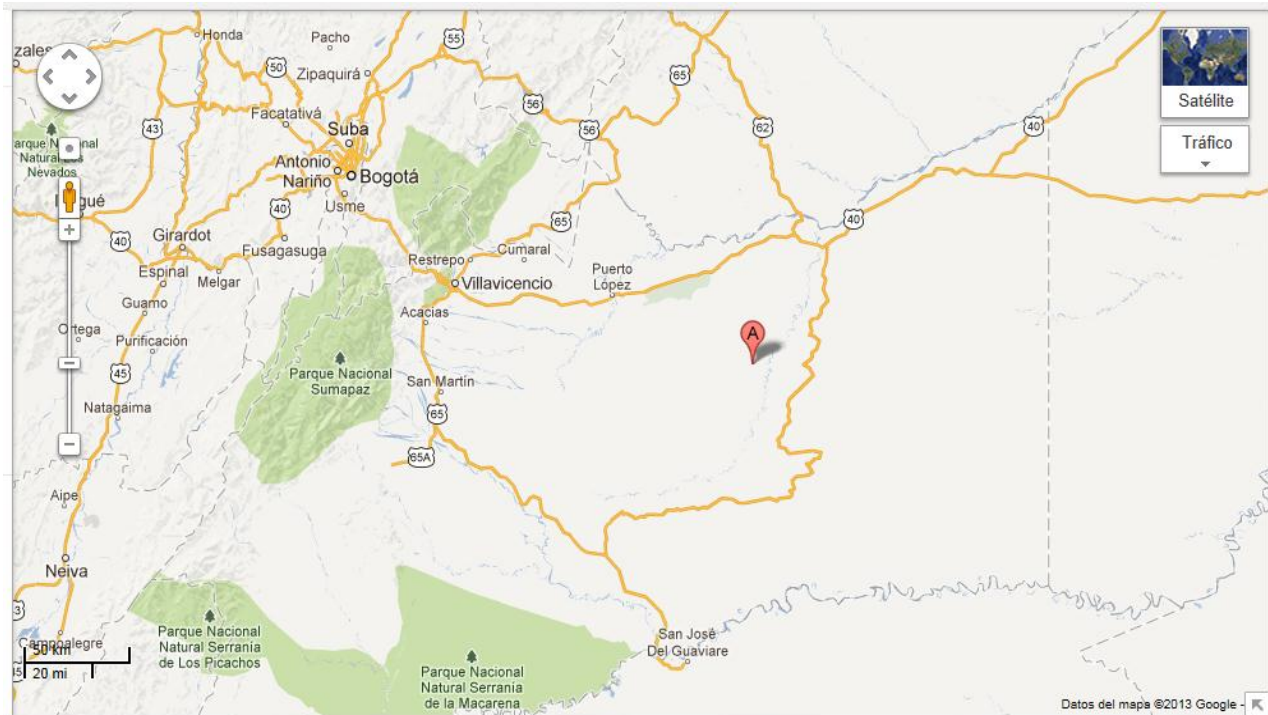


Ilustración 4 Área de explotación Campo Rubiales, Meta.

Fuente: (Google Inc., 2013)

4.6. Marco institucional

Para este proyecto es de vital importancia resaltar las dos compañías que se encuentran involucradas. La primera de ellas es la empresa CANADIAN ANCHORS SAS que es una empresa Colombiana con tecnología traída del Canadá, la cual presta el servicio de instalación de anclajes/pilotes, en diferentes campos como el área de la construcción e hidrocarburos.

La compañía cuenta con la más avanzada tecnología de instalación de anclajes/pilotes, única en Colombia, con el apoyo y asesoría del líder en la industria de anclajes en dicho país desde 1998.

Cuenta con la sede principal localizada en la ciudad de Bogotá, en la localidad de Usaquén en el barrio La Cabrera. Esta sede contiene la base administrativa de la empresa que cuenta como dos empleados en planta y 3 personas en el área de operación que son

aquellos que se desplazan a realizar la prestación del servicio en diferentes lugares del país, como el departamento del Meta, Tolima y Casanare.

La segunda de ellas es PACIFIC RUBIALES ENERGY. Es una compañía de origen Canadiense, que tiene el comando de la empresa colombiana de petróleos Pacific Stratus Energy y Meta Petroleum Limited, que opera en el Bloque de Rubiales y Piriri ubicada en la cuenca de los llanos. En Colombia tiene exploraciones en otros países latinoamericanos como Perú, Guatemala y Guayana-Surinam. Pacific cuenta con una planta de trabajo de 1.597 empleados dentro de los cuales el 6% son extranjeros, y 1.545 empresas contratistas.

A finales del 2011 obtuvieron una producción de 218.450 bpe/d (barriles de petróleo equivalente por día) y una utilidad neta de USD\$ 564.3 millones.

Esta empresa cuenta con modelos de sostenibilidad del cual pertenecen lineamientos que engloban diferentes aspectos tanto en el interior de la misma como en el exterior. Los compromisos son (Pacific Rubiales Energy, 2011):

- Operar con excelencia.
- Trabajar en armonía con el medio ambiente.
- Fortalecer la sostenibilidad en la cadena de abastecimiento.
- Contar con el mejor talento humano.
- Actuar con coherencia y transparencia.
- Respetar y promover los derechos humanos.
- Intervenir en el desarrollo económico y social de las comunidades.

4.6 Marco legal

Dentro de la legislación colombiana y como este proyecto hace uso de algunas limitaciones en el orden de la legislación ambiental, es oportuno referenciar el marco normativo que tendrá el proyecto y el cual será base fundamental para resaltar, algunas de las normas legales que se nombran a continuación.

Para realizar este marco legal es importante resaltar la Teoría de la pirámide de Kelsen que es la jerarquización de la legislación a nivel global, en donde comienza con la cúspide que ocupará la Constitución como norma suprema del sistema normativo de un Estado y por debajo de las cuales, después de ella estarían las leyes, los reglamentos, otras disposiciones gubernativas de manera general y en otro nivel de la pirámide se hará de manera particular.



Ilustración 5 Pirámide de Kelsen para Colombia

Fuente: (Raz)

Aspecto	Normatividad	Tema tratado	Aplicabilidad
	Constitución de 1991 en el artículo 80.	Planificación del manejo y aprovechamiento de los recursos naturales.	
	Constitución de 1991 en el artículo 95.	Protección de los recursos culturales y naturales del país.	
	Decreto Ley 2811 de 1974.	Código nacional de los recursos naturales renovables RNR y no renovables y de protección al medio ambiente. El ambiente es patrimonio común, el estado y los particulares deben participar en su preservación y manejo. Regula el manejo de los RNR, la defensa del ambiente y sus elementos.	

Aspecto	Normatividad	Tema tratado	Aplicabilidad
Recursos naturales	Ley 23 de 1973.	Principios fundamentales sobre prevención y control de la contaminación del aire, agua y suelo y otorgó facultades al Presidente de la República para expedir el Código de los Recursos Naturales.	Enfocado a la protección y cuidado del ecosistema en restricción de uso (Morichal de palma) y el deterioro que se está presentando en las actividades de instalación de pilotes de soporte.
	Decreto 1753 de 1994.	Define la licencia ambiental LA: naturaleza, modalidad y efectos; contenido, procedimientos, requisitos y competencias para el otorgamiento de LA.	
	Decreto 2150 de 1995 y sus normas reglamentarias.	Reglamenta la licencia ambiental y otros permisos. Define los casos en que se debe presentar Diagnóstico Ambiental de Alternativas, Plan de Manejo Ambiental y Estudio de Impacto Ambiental. Suprime la licencia ambiental ordinaria.	
	Ley 491 de 1999.	Define el seguro ecológico y delitos contra los recursos naturales y el ambiente y se modifica el Código Penal.	
Recurso atmosférico	Decreto 2811 de 1974.	Código de recursos naturales y del medio ambiente Art. 33, 192, 193 Control de ruido en obras de infraestructura.	Enfocado a la generación de ruido en la instalación de pilotes de soporte.
	Decreto 02 de 1982.	Reglamenta título I de la Ley 09-79 y el decreto 2811-74. Disposiciones sanitarias sobre emisiones atmosféricas. Art.73 Obligación del Estado de mantener la calidad	

Aspecto	Normatividad	Tema tratado	Aplicabilidad
		atmosférica para no causar molestias o daños que interfieran el desarrollo normal de especies y afecten los recursos naturales. Art. 75 Prevención de la contaminación atmosférica.	
Recurso hídrico	Decreto 1449 de 1977.	Disposiciones sobre conservación y protección de aguas, bosques, fauna terrestre y acuática	Enfocado al deterioro del recurso hídrico superficial.
	Decreto 2857 de 1981.	Ordenación y protección de cuencas hidrográficas.	
	Decreto 79 de 1986	Conservación y protección del recurso agua.	
Residuos sólidos	Ley 09 de 1979.	Medidas sanitarias sobre manejo de residuos sólidos.	Enfocado a la generación de residuos sólidos como plásticos, papel, entre otros.
	Documento CONPES 2750 de 1994.	Políticas sobre manejo de residuos sólidos.	
Administración del riesgo.	Resolución 2400 de 1979 Ministerio de Trabajo.	Por el cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, Higiene y seguridad en el trabajo.	Enfocado a la higiene y seguridad industrial de los empleados.

Tabla 1 Marco legal

Fuente: Legislación colombiana actualizada.

5. Metodología

5.1 *Diseño de metodología*

Para el diseño de la investigación se clasificará en tres aspectos importante, según:

- La *intervención experimental*, ya que en este proyecto se va a comprobar los efectos de una actividad específica.
- El *tiempo de estudio transversal*, ya que la evaluación matricial se realizara en un tiempo determinado y no se evaluara progresivamente.
- *Búsqueda de causalidad analítico*, ya que los datos revelados a partir de la matriz nos arrojan resultados que posterior a un análisis se calificaran y clasificaran los factores ambientales.

La metodología de estudio para este proyecto es la propuesta de actividades e instrumentos que serán evidenciados en los resultados esperados. Para este desarrollo se planteó un matriz donde se sintetiza todo lo anterior (Tabla 2.Diseño Metodológico).

Se tomarán instrumentos como: el diagnóstico en campo que se realizará con el objetivo de determinar de forma real los factores ambientales que involucran la actividad de instalación. Después se desarrollara la metodología de matriz DOFA que nos determinará a partir de los factores ya detectados cuales son influenciados por agentes externos o internos buscando resaltar las fortalezas, amenazas, oportunidades y debilidades de cada uno de los sistemas de instalación de pilotes de soporte.

Y por último se desarrollará una adaptación de una matriz de Evaluación de Impacto Ambiental, que para este caso específico será la matriz de Leopold, la cual se ajustará al tipo de actividad que se evaluará de manera cuantitativa. Esta evaluación se hará en ambos tipos de instalación al igual que la aplicación de la matriz DOFA.

Objetivo General	Objetivos Específicos	Actividad	Técnica	Instrumento	Resultados
<p>Determinar los impactos ambientales mediante un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) en los dos tipos de sistemas usados para la instalación de pilotes de soporte en el campo petrolero “Campo Rubiales” en el departamento del Meta.</p>	<p>Analizar los factores ambientales que se involucran en la actividad de instalación de pilotes de soporte.</p>	<p>Recopilación de información sobre los factores ambientales involucrados.</p>	<p>Diagnóstico de campo.</p>	<p>Registro fotográfico, listas de chequeo.</p>	<p>Identificar los factores ambientales afectados en las diferentes fases de los sistemas de instalación de pilotes de soporte.</p>
	<p>Definir parámetros de análisis que reflejen el estado de las actividades en la instalación.</p>	<p>Definir parámetros de análisis que reflejen el estado de las actividades en la instalación.</p>	<p>Diagnóstico a partir de una matriz DOFA.</p>	<p>Cuadros comparativos, lista de chequeo, reportes de campo.</p>	
	<p>Evaluar mediante métodos matriciales los impactos ambientales de cada uno de los sistemas usados en la instalación de pilotes de soporte.</p>	<p>Elaboración del instrumento para el análisis de los factores ambientales (método matricial).</p>	<p>Modificar una matriz teórica según las necesidades del proyecto.</p>	<p>Formato adaptado según las necesidades.</p>	<p>Determinar los impactos ambientales positivos y negativos que son afectados en el sistema en la instalación de pilotes de soporte.</p>
	<p>Realizar una comparación donde se evidencie el sistema que reduzca significativamente los impactos ambientales negativos en la instalación de pilotes de soporte.</p>	<p>Construcción de un instrumento de comparación para el análisis paralelo de los dos sistemas de instalación de pilotes.</p>	<p>Análisis comparativo de las variables evaluadas.</p>	<p>Cuadros comparativos.</p>	<p>Establecer cuál es el sistema que genera menos impactos negativos al ambiente.</p>

Tabla 2 Diseño metodológico

Fuente: Autora del trabajo.

6. Resultados

Los resultados evidencian tres elementos parciales. El primero de ellos es identificar cuáles son los factores ambientales afectados en las diferentes fases de instalación manual de pilotes, y el segundo es determinar los impactos ambientales positivos y negativos que son afectados en el sistema en la instalación de pilotes de soporte. Por último establecer cuál es el sistema que genera menos impactos negativos al ambiente.

Estos tres son pasos importantes para lograr el resultado final que busca definir cuáles de los sistemas de instalación de pilotes de soporte es la mejor opción en cuanto a las reducciones de impactos negativos al ambiente., siendo consecuente con el objetivo general del proyecto.

6.1 Matriz DOFA

La matriz DOFA es vital para realizar un diagnóstico de la actividad de instalación de pilotes. Indica puntos de partida respondiendo donde se sabe el estado actual y estado ideal. Lo cual nos permite ubicar el primer punto de partida en la toma de decisiones, conciencia de la realidad y desarrollar cambios. La matriz nos muestra con claridad las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas del proyecto.

Como herramienta para clarificar y evidenciar la existencia de los problemas y las oportunidades de cambio en esta actividad, se realizó una evaluación de la matriz DOFA en los dos sistemas existentes.

Para el caso específico del sistema de instalación manual de pilotes de soporte, se realizó un análisis de las *fortalezas* que se tienen a nivel interno, algunas de ellas basadas en el área económica como la efectividad en el transporte del crudo y la viabilidad de la construcción civil a pesar de la restricción ambiental. Además a nivel interno también se destacaron las *debilidades* que son las reales causas que nos determinaran los factores ambientales, que posteriormente serán evaluados en la matriz de EIA.

Para hablar de la influencia que tiene el orden externo en el proyecto, se determinaron *oportunidades* como las asesorías que pueden brindar empresas con ideas nuevas. Asimismo las *amenazas* a las cuales se someten al medio que los rodea: contaminación atmosférica, hídrica y la generación de residuos sólidos (plásticos, vidrio, tetra pack, entre otros), como se evidencia en la siguiente tabla (Tabla 3. Matriz DOFA de la instalación manual de soporte)

Origen interno	<p>FORTALEZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo de la infraestructura de soporte para el transporte de crudo y agua. - Intervención en espacios a los cuales la normatividad ambiental lo restringe. - Incrementan la rentabilidad económica. 	<p>DEBILIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desperdicio de materia prima (pilotes). - Desperdicio de tiempo de instalación. - Uso de mayor personal. - Disminución por eficacia y efectividad determinado por el tiempo.
Origen externo	<p>OPORTUNIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> - Asesoría en el departamento de ingeniería civil de las compañías que laboran en el campo petrolero “Campo Rubiales”. - Búsqueda nuevas tecnologías extranjeras adaptables. 	<p>AMENAZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Contaminación atmosférica, enfocado en el factor del ruido. - Generación de residuos sólidos, en las zonas de hidratación del campo petrolero. - Contaminación hídrica consecuente de la generación de los residuos sólidos.

Tabla 3 Matriz DOFA de la instalación manual de pilotes de soporte
 Fuente: Autora del trabajo

En el sistema de instalación mecánica de pilotes de soporte, se realizó un análisis de las *fortalezas* que se tienen a nivel interno, algunas de ellas, evidenciando el beneficio a nivel económico, ambiental y social. Además también se destacaron las *debilidades* que son parte de las razones por las cuales estas tecnologías no han sido implantadas de forma correcta y no se les ha hecho uso.

Para hablar de la influencia que tiene el orden externo en el proyecto, se determinaron *oportunidades* como la adaptabilidad por medio de algunos cálculos en el área de la ingeniería civil y de suelos. Asimismo las *amenazas* que son más en el ámbito de la cultura y la sociedad. Como se evidencia en la siguiente tabla (Tabla 4. Matriz DOFA de la instalación mecánica de pilotes con nuevas tecnologías)

Origen interno	<p>FORTALEZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Minimización del tiempo de instalación. - Menos deterioro ambiental. - Optimización de materia prima. - Bajo costo económico. 	<p>DEBILIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> - Poca credibilidad que se tiene con el sistema, por ser tecnología de otro país.
Origen externo	<p>OPORTUNIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> - Adaptabilidad a las condiciones geográficas existentes. 	<p>AMENAZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Resistencia al cambio del sistema en la instalación de pilotes de soporte

Tabla 4 Matriz DOFA en la instalación mecánica de pilotes de soporte (nueva tecnología)

Fuente: Autora del trabajo

5.2 Matriz de Estudio de Impacto Ambiental

La metodología utilizada en la evaluación de los impactos ambientales se realizó con la modificación de la Matriz de Evaluación de Leopold. Esta matriz se divide en dos grandes ejes. El primero horizontal, donde están las actividades del sistema de instalación de pilotes, o sea las acciones que causan los impactos ambientales. En el eje vertical se incluyen los factores ambientales existentes que puedan verse afectados por esas acciones.

El número de acciones que figuran en el eje horizontal es de 100. El número de los factores ambientales que figuran en el eje vertical es de 88, obteniendo un total de 8,800 interacciones. En la práctica, la selección de los factores ambientales según la matriz original, se dieron por la aplicabilidad o no de estos mismos a las actividades que se desarrollan en los diferentes sistemas de instalación de pilotes de soporte. En el otro eje donde se evaluaron las actividades que se desempeñan según el sistema evaluado, tienen el mismo número de fases, pero no son idénticas las actividades ejecutadas en cada fase.

En cuanto a la evaluación, se realizó con 3 tipos de rangos diferentes que enmarcan desde el 1 hasta el número 10. Asimismo se tomó en cuenta que cuando el impacto es de orden negativo se antepondrá un menos y si es beneficioso se utilizara un signo positivo. Esto con el fin de entender porque se realiza al final de cada columna y fila la sumatoria de valores

negativos y positivos, además de realizar la operación que posteriormente reflejar la situación actual del sistema anteriormente evaluado.

La determinación de los valores que clasificaron cada una de las interacciones se hizo bajo un criterio subjetivo y una apreciación personal, después de evidenciar en la visita a campo que ayudó a tener una visión de la realidad.

Vale la pena aclarar que este procedimiento se hizo de igual forma para los dos sistemas, por qué era necesario crear las mismas condiciones y consecuentemente realizar una comparación de los dos sistemas.

IMPORTANCIA	VALORACIÓN
Leve	1-3
Media	4-7
Aguda	8-10

Tabla 5 Valoración de la Matriz de EIA
Fuente: Autora del trabajo

MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTOS (LEOPOLD)		Fase inicial					Instalación del sistema de pilotes			Fase de finalización				
		Desplazamiento vehicular de la cuadrilla de instalación	Preparación del terreno de instalación (deshierbar)	Arribo vehicular de materia prima al punto de descargue	Transporte vehicular de material para a instalación, elementos de soldadura y varios (hidratación)	Construcción de elementos de instalación (andamio, polea, bloque de cemento)	Hincamiento de pilote de soporte	Descanso y desplazamiento a la zona de hidratación.	Equipo de soldadores del sistema de "marcos H"	Retiro del personal con las herramientas de instalación	Suma de Impactos Positivos	Suma de Impactos Negativos	Suma de Impactos total	
Elementos ambientales	Categorías	Atributos												
	Agua	Calidad de Agua		-3			-4	-3				0	-10	-10
	Suelo	Calidad del Suelo	-3	-8	-3	-8	-4	-9	-2	-7	-2	0	-46	-46
	Atmosfera	Calidad gases y partículas										0	-31	-31
		Ruidos	-6	-7	-6	-3	-3	-9	-1	-9	-2	0	-36	-36
	Flora	Plantas	-2	-8	-2	-8	-8	-9	-2	-9	-2	0	-33	-33
	Fauna	Animales	-2	-8	-2	-8	-8	-8	-2	-9	-2	0	-49	-49
	Estética	Paisaje		-8		-8	-8	-8	-2	-9		0	-41	-41
	Social	Empleo	7	6	7	4	4	4		7		39	0	39
		Seguridad	8	1	8	4	-8	-9		3	7	31	-17	14
	Infraestructura	Servicios públicos								-3		0	-3	-3
	Suma de Impactos Positivos			15	7	15	8	4	4	0	10	7	140	
	Suma de Impactos Negativos			-13	-37	-1	-41	-43	-52	-9	-46	-1		-509
Suma de Impactos total			2	-30	14	-33	-39	-48	-9	-36	6		-649	

Tabla 6 Matriz de Estudio de Impacto Ambiental para la instalación manual de pilotes de soporte

Fuente: Autor del trabajo

MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTOS (LEOPOLD)			Fase inicial				Instalacion del sistema pilote				Fase de finalizacion						
			Revisión de las condiciones mecanicas	Adecuacion de los accesorios de instalacion	Elementos de proteccion personal	Desplazamiento al lugar de intervencion	Ubicación del equipo hidraulico	Descargue de material de instalacion	Ajuste del pilote/anclaje con el equipo	Enterramiento del pilote/anclaje	Levantamiento de la zona de seguridad	Apagar el equipo	Desalojo del lugar	Suma de Impactos Positivos	Suma de Impactos Negativos	Suma de Impactos total	
																	Categorías
Elementos ambientales	Agua	Calidad de Agua					-2				-2			0	-4	0	
	Suelo	Calidad del Suelo	-3			-3					-7		8	8	-13	-5	
	Atmosfera	Calidad gases y partículas	-3			-3	-4		-3	-3				0	-16	0	
		Ruidos	-1	-3		-3		-4	-4	-7		7	-4	3	-22	-19	
	Flora	Plantas				-3	-3	-4						0	-10	-10	
	Fauna	Animales		-3		-3								0	-6	-6	
	Estética	Paisaje												0	0	0	
	Social	Empleo	3	3		8					8			22	0	22	
		Seguridad	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	99	0	99	
	Infraestructura	Servicios públicos	-3											0	-3	-3	
	Suma de Impactos Positivos			12	12	9	17	9	9	9	9	17	16	17	268		
	Suma de Impactos Negativos			-10	-6	0	-15	-9	-8	-7	-19	0	0	-4		-145	
	Suma de Impactos total			2	6	9	2	0	1	2	-10	17	16	13			123

Tabla 7 Matriz de Evaluación de Impacto Ambiental para la instalación mecánica de pilotes de soporte (nueva tecnología)
Fuente: Autora del trabajo.

5.3 Comparación de los sistemas de instalación de pilotes de soporte

Se realizó una comparación de los dos tipos de sistemas de instalación de pilotes de soporte en “Campo Rubiales” ubicado en departamento del Meta. El análisis está basado en la valoración cuantitativa que se realizó en la Matriz de Evaluación de Leopold que evidenció una disminución importante de los impactos ambientales negativos en el componente biótico contemplando que la flora y la fauna se disminuyen en más del cien por ciento, esto quiere decir que pasa de tener en la instalación manual de pilotes de una valor -49 a un valor dado en la instalación manual de pilotes con tecnologías nuevas de -19.

Uno de los datos más reveladores y que resalta los impactos que afectan a las actividades es el hincamiento o enterramiento del pilote, para el caso de la instalación manual se generan valores negativos de (-49) que se reducen un poco más de cuatro veces en la instalación mecánica con tecnologías extranjeras.

Además uno de los beneficios recibidos en ambos tipos de instalación se muestra en el componente social específicamente en la generación de empleo, ya que en cada sistema se hace uso del recurso humano, de diferente forma, con menos riesgos hacia los empleados, en diferente cantidad.

6. Análisis y discusión de resultados

Para determinar los factores ambientales que se encuentran afectados por las actividades desarrolladas en los sistemas de instalación de pilotes de soporte de tubería se utilizó la metodología de matriz DOFA que busca evaluar de manera general agentes externos e internos, las debilidades, fortalezas, amenazas y oportunidades de cada uno de los sistemas. .

En el caso del sistema de instalación manual de pilotes se evidencia de manera más concreta que los principales factores afectados de manera negativa están orientados tanto en el área ambiental como en el área social. Esto, gracias al sistema manual existente donde se evidencia de forma clara la falta de ingeniería y la incidencia que tiene sobre otras áreas menos vulnerables como es el caso del área económica.

Para tomar una comparación es importante resaltar los factores que fueron afectados de manera negativa en el sistema de instalación mecánica de pilotes con tecnologías nuevas para el país, donde su principal incidencia realmente no la tiene sobre algún agente directo; el impedimento está en darse credibilidad y confianza dentro del medio petrolero, lo cual afecta de manera no relevante el área social, ya que trata de involucrarse un poco en la cultura y la forma de realizar los oficios de instalación en el área civil. Pretender cambiar esta tecnología tradicional por otras formas de instalación extranjeras no es sencillo.

Ahora con la determinación de los factores ambientales que son detectados mediante la matriz DOFA y de los impactos que se generan positivos o negativos sobre ellos, se aplicó una metodología matricial. Para este caso se utilizó como base la Matriz de Evaluación de Leopold, donde de manera subjetiva se adaptó de la mejor forma posible para realizar una evaluación de los factores que tuvieran alguna relación con el desarrollo de las actividades en los sistemas de instalación de pilotes de soporte de tubería.

En la matriz de evaluación del estudio de impacto ambiental aplicada al sistema de instalación manual de pilotes de soporte refleja que el componente que tiene mayores impacto negativos es el componente biótico, específicamente la fauna con un valor negativo de -49, en segundo lugar se encuentra el componente suelo (-46), seguido del orden atmosférico enfocado en el ruido (-33). El único impacto positivo que se determinó se da en el área social, donde se genera un aumento en el empleo gracias a que la instalación se hace uso de cuadrillas entre los 7-14 hombres. Esto quiere decir que la instalación de manera manual tiene valores negativos “agudos” que son el foco para replantear la forma de instalación que se realiza actualmente. En cuanto al valor positivo es beneficioso el incremento del personal que labora y la continuidad del trabajo en el campo petrolero.

Para observar de forma puntual cuáles de las actividades tienen mayores impactos negativos, se evidencia en primer lugar el hincamiento de los pilotes, en segundo lugar la construcción de los equipos de instalación de pilotes y en tercer lugar el equipo de soldadores del sistema de “marcos H” con valores negativos -48, -39 y -36 respectivamente. Y de manera positiva se refleja el arribo de los vehículos que transportan tanto el personal como el material hasta el punto de descargue. Como se hace evidente los valores en las actividades de instalación son los que tienen mayor incidencia en los impactos adversos al ambiente, esto quiere decir de nuevo, que es donde se enfoca los cambios al sistema o los puntos a evaluar de manera más específica con otras tecnologías.

Para a evaluación del sistema de instalación mecánica de pilotes con tecnologías nuevas, se demostró que los elementos ambientales que tienen mayores impactos negativos son el ruido (-19) en el componente atmosférico, en segundo lugar se encuentra los componentes bióticos como las plantas (-10) y los animales (-6). De manera positiva en el orden social los aportes se reflejan en la seguridad y el empleo. Esto muestra que aunque existen impactos negativos en tres componentes importantes, los valores no son clasificados de la misma forma, para este caso es determinado como “moderado”, porque aunque tiene influencia en el medio, no es relevante y es posible mitigar de alguna forma mediante acciones de mejora. En el área social, el sistema de instalación con tecnologías nuevas, ofrece beneficios de protección y preservación de los empleados mejorando su calidad de vida. Dentro de las actividades que componen este sistema de instalación, los impactos negativos recaen en el enterramiento del pilote con un valor de -10, y además único impacto negativo sobre el ambiente. En el orden de los impactos positivos se refleja en la seguridad existente para el personal que maneja la maquinaria y también las personas que se encuentran ajenas al proceso de instalación. En esta valoración negativa que se da a la actividad del enterramiento del pilote tiene valores más bajos que en el sistema de instalación manual. Se refleja de nuevo el beneficio en el área social, aportando a la seguridad del personal que labora.

Realizando una comparación de los impactos negativos existentes en los dos sistemas de instalación de pilotes es evidente que los valores evaluados de manera negativa en los componentes ambientales son mayores en el sistema de instalación manual que en el de la modalidad mecánica. Por ejemplo, el valor negativo de -49 (componente biótico, fauna) comparado con el valor negativo de -19 (componente atmosférico, ruido) el cual significa más del doble en el valor. En el orden de los impactos positivos, existe uno en común que se evidencia en asenso es la incidencia en el área social por la generación de empleo. La única diferencia que existe es un aumento en los valores de seguridad en el sistema de instalación mecánica.

Las actividades que son desarrolladas en cada uno de los sistemas, son opuestas. Pero esto no quiere decir que sea válido un análisis de comparación. Para los valores negativos se evidencia que existe una coincidencia en la actividad a desarrollar que es el hincamiento/enterramiento de los pilotes de soporte. La diferencia radica en los valores negativos (-49 y -10), esto quiere decir que la brecha existente se encuentra

en casi cuatro veces el valor dado por la instalación del sistema mecánico con tecnologías nuevas.

En los sistemas existen algunos beneficios totalmente diferentes. Para el caso del sistema de instalación manual los valores positivos se encuentran en el arribo vehicular de material y personal. Y para el sistema de instalación mecánica tiene mayores beneficios en el orden de la seguridad.

7. Conclusiones

- Las evaluaciones de impacto ambiental son herramientas útiles para evidenciar dos factores determinantes en los sistemas a los cuales se les aplica. El primero de ellos es el componente ambiental que se afecta de manera positiva o negativa y el segundo de ellos son las actividades desarrolladas dentro del sistema que generan impactos al medio que los rodea.
- Existe una evidencia dada por la matriz de evaluación de impacto ambiental, posterior a la valoración realizada, los impactos negativos que son generados en el sistema de instalación mecánica de pilotes en el campo petrolero “Campo Rubiales”.
- La adaptación y uso de tecnologías nuevas para la instalación de sistemas de pilotes en los campos petroleros generan menos impactos negativos al ambiente.
- Los pilotes tiene una longitud de 3 a 4 metros de longitud y para hincarlos se necesita de una maquinaria de regular tamaño que no requiere de mayor patio para operar lo que significa que el área comprometida por la ubicación es de aproximadamente 15 m^2 a diferencia del sistema actual que ocupa 300 m^2 por pareja de pilotes hincados.
- El espacio ocupado por el sistema de instalación mecánica con tecnologías nuevas es el 5% del ocupado por el otro sistema manual, o sea que evita el 95% del daño, además son necesarios corredores de desplazamiento para el traslado de pilotes porque van seccionados en partes de 2 o 3 metros, lo cual quiere decir que son más livianos y son ensamblados in-situ. El esfuerzo humano es menor.

8.Recomendaciones

Como se hizo evidente en el desarrollo de este trabajo, la tecnología que brinda la empresa Canadian Anchors SAS es una gran oportunidad en el sector petrolero en busca de nuevas opciones para el desarrollo de sus actividades normales de extracción, transporte y distribución del crudo.

Esta nueva tecnología, se ha venido modificando a través del tiempo para desarrollar sus actividades bajo las condiciones geográficas, topográficas y meteorológicas en Colombia y así lograr la adaptación y uso de forma óptima en el medio donde se utilice.

Y si bien, es una oportunidad innovadora por sus valores agregados de optimización de tiempo, materia prima, respeto y cuidado por el ambiente entre otras, también no es ajena a generar impactos negativos al ambiente en los cuales debe focalizarse para mitigarlos hasta niveles “leves” o menores que no sean relevantes en el proceso de evaluación de impactos de esta tecnología.

Esto se hace mediante planes de mejoramiento y mantenimiento de la maquinaria que se usa, y no olvidando que parte de estas mejoras se van reflejar en la calidad de trabajo y eficiencia por parte de los operarios.

Bibliografía

- The free dictionary by farlex.* (2012). Retrieved Marzo 24, 2013, from <http://es.thefreedictionary.com/pilotes>
- Avellaneda, C. (2008). *Evaluación de impacto ambiental*. Bogotá, D.C: Universidad El Bosque.
- Banco Internacional S.A IBM GF BITAL y/o John Harvey Moore. (2003). *Manifestación del impacto ambiental, modalidad, particular para el hincado de pilotes aramado y colocado de un muelle flotante colindnates a los muelles 3 y 4, de la manzana #1, de la villa 4 en el fraccionamiento nautico turistico de Nuevo Vallarta*. Puerto Vallarta, Mexico: ProAmbiente SC.
- Bravo, E. (2005, Enero 28). *Impactos de la explotación petrolera en América Latina*. Retrieved Febrero 20, 2013, from sitio web de GRAIN: <http://www.grain.org/article/entries/1031-impactos-de-la-explotacion-petrolera-en-america-latina>
- Clayton, D. (2002). *Basic helical screw piles design*. EEUU: ECP.
- Enviromental Resources Managment Peru. (2009). *Estudio de impacto ambiental del Proyecto de perforación de pozos exploratorios, de desarrollo y facilidad de producción Lote Z-2B*. Lima, Peru: ERM.
- Environmental Resources Management Perú. (2009). *Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Perforación de Pozos Exploratorios, de Desarrollo y Facilidades de Producción, Lote Z-2B*. Lima: ERM Perú.
- Escuela Técnica Superior de Ingenieron Industriales. Universidad Politécnica de Madrid. (2003). *Cimentaciones y pilotes*. Madrid, España: Universidad Politecnica de Madrid.
- Gómez, O. (2003). *Evaluación de impacto ambiental*. Madrid, España: Ediciones Multiprensa.
- Google Inc. (2013). *Campo Rubiales, Puerto López, Meta*. . Retrieved febrero 28, 2013, from sitio web de mapas de Google: <http://maps.google.com>
- Hernandez, S. y. (1998). *Metodologia de la investigación* . Mexico D.F, Mexico: McGraw-Hill.
- Ingenieria CAURA S.A. (2002). *Estudio de impacto ambiental. Resumen ejecutivo. Proyecto Expansión planta metanol oriente*. . Anzoategui, Venezuela : Ingenieri CAURA S.A.

INGTEC Colombia E.U. (2000, Febrero 3). *INTEC Colombia E.U.* Retrieved Marzo 23, 2013, from http://ingteccolombia.com/?page_id=106

Instituto Universitario Politécnico "Santiago Mariño". (2012). *Instalación de pilotes y lozas.*, (p. 29). Caracas, Venezuela.

Linares, F. (2013, Marzo 02). *Evaluación de Impacto Ambiental.* (L. Gomez, Interviewer)

Ministerio del Medio Ambiente. (2002). *Manual de evaluación de estudios ambientales. Criterios y procedimientos.* Colombia: Ministerio del Medio Ambiente.

Moreno, J. (2013, Febrero 07). (M. Lutz, Interviewer)

Pacific Rubiales Energy. (2011). *Informe de Sostenibilidad.* Colombia.

Ramirez, G. (n.d.). *Metología de la investigación científica.* . Bogotá, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana.

Raz, J. (n.d.). *Biblioteca Jurídica Virtual* . Retrieved Febrero 18, 2013, from <http://biblio.juridicas.unam.mx/libros/2/877/10.pdf>

Rojas, J. J. (2009, julio). Retrieved febrero 20, 2013, from http://issuu.com/per7/docs/campo_rubiales/4#share.

Rotion, P. (2007, Agosto 03). Retrieved Marzo 23, 2013, from <http://www2.uiah.fi/projects/metodi/272.htm>

SAS, C. A. (n.d.). *CANADIAN ANCHORSSAS.* Retrieved Marzo 03, 2013, from <http://www.canadiananchors.com/>

Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable. (n.d.). *Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable.* Retrieved Febrero 28, 2013, from http://www2.medioambiente.gov.ar/bases/glosario_ambiental/definicion.asp?id=175

Secretaria de Planeacion y Desarrollo Territorial del Meta. (2008). *Unidos Gana el Meta.* Retrieved Marzo 21, 2013, from http://www.siid.gov.co/siid/forms/documentos/Puerto_gaitan1.pdf

SEMARNAT. (2001). *Estudio de un impacto ambiental para la construcción de un edificio.* Retrieved Febrero 20, 2013, from <http://www.recaiecuador.com/Biblioteca%20Ambiental%20Digital/EsIA%20para%20construccion%20de%20edificios.pdf>

Tamayo, R. D. (2013, Marzo 20). (L. Gomez, Interviewer)

Unicartagena. (2012, Octubre 27). *Teoria constitucional grupo 10.* Retrieved Marzo 23, 2013, from http://teoriaconstitucionalgrupo10udc.blogspot.com/2012/10/blog-post_27.html

Universidad Nacional de Colombia Sede Medellin. (2008). *Universidad Nacional de Colombia Sede Medellin.* Retrieved Abril 12, 2013, from

http://www.unalmed.edu.co/~poboyca/documentos/documentos1/documentos-Juan%20Diego/Plnaifi_Cuencas_Pregrado/Oct_26/Cap%EDtulo%20Libro%20m%E9todos%20valoraci%F3n%20EIA.pdf

Wattson, T. (2011). *Fundamental of helical anchors/piles*. Canada: SumCam.